

Code UE : MATHING	Titre UE : MATHÉMATIQUES POUR L'INGÉNIEUR		
Directeur(rice) du programme	frederic.duband@ensam.eu Responsable pédagogique P.I.S GE		
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	77H	S5 et S6
Mots-clés	Mathématiques appliquées, Mathématiques et outils d'ingénieur		

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	
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

- Intégration, suites et séries, calcul numérique
- Les fonctions, la dérivation et les primitives et leurs applications

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**

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 Mathématiques et outils de l'ingénieur (35h)

Séries de Fourier :

- o Prérequis mathématiques nécessaires
- o Coefficients de Fourier
- o Polynômes et séries de Fourier
- o Théorème de Dirichlet et convergence des séries de Fourier
- o Puissance d'un signal et rendement, égalité de Parseval
- o Ecriture complexe et polaire des séries de Fourier : Harmonique et spectre

Planification :

- o Echantillonnage, caractérisation d'échantillons (moyenne, mode, médiane, étendue, variance écart-type élanement, symétrie, attributs)
- o Loi statistiques (Normale, log-normale Student, Fisher-Snedecor, Weibull, exponentiel, binomiale, Poisson)
- o Test Statistiques, estimations, intervalle de confiance
- o Etude de capabilité
- o Maîtrise statistique de processus : carte de contrôle, efficacité
- o Généralisation : démarche 6 sigma
- o Méthode d'expérimentation par les plans d'expériences (Box, Hunter et méthode Tagushi)



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.

Méthodes générales d'enseignement

- Mathématiques appliquées
Dans cet enseignement, est abordé :
 - o L'utilisation des notions étudiées dans les diverses disciplines (mécanique, électrotechnique, informatique, gestion, économie...)
 - o L'application de ces notions dans de nombreux domaines de la vie professionnelle
 De nombreux exercices concrets sont donnés aux étudiants dans divers domaines afin qu'ils intègrent la modélisation et la résolution des problèmes pratiques.
- Mathématiques et outils de l'ingénieur
 - o Après la présentation des bases mathématiques nécessaires à l'étude des séries de Fourier, des exemples de signaux connus sont décomposés en séries Fourier avec une interprétation des différents résultats
 - o Le cours s'accompagne d'exercices concrets pour consolider le cours et comprendre l'utilité pratique et l'application des Séries de Fourier dans de nombreux domaines (utilisation de l'outil informatique WOOLAP pour les exercices suivis des apprenants)
 - o Des travaux personnels sont donnés aux apprentis avec un suivi régulier par mail
 - o Mise en place de plans d'expériences
 - o Travail sur études de cas

Méthodes et critères généraux d'évaluation

- ECUE Mathématiques appliquées : Questions / réponses à l'écrit (test sur table) - Evaluation individuelle
- ECUE Mathématiques et outils de l'ingénieur : Questions / réponses à l'écrit (test sur table) - Evaluation individuelle

Code UE : ONUM	Titre UE : OUTILS NUMERIQUES POUR L'INGENIEUR		
Directeur(rice) du programme	frederic.duband@ensam.eu Responsable pédagogique P.I.S GE		
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	56H	S5 et S6
Mots-clés	Méthodes numériques, Informatique et programmation		

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

Groupe d'objectifs	Objectifs de formation	Objectifs principalement visés par l'UE
Connaissances disciplinaires et raisonnement	1.1 Connaissance des sciences de base	X
	1.2 Connaissance des principes fondamentaux d'ingénierie	X
	1.3 Connaissances, méthodes et outils avancés en ingénierie	X
Capacités et compétences personnelles et professionnelles	2.1 Raisonnement analytique et résolution de problèmes	X
	2.2 Méthodes scientifiques : expérimentation, questionnement et initiation	X
	2.3 Pensée systémique	X
	2.4 Savoir être et savoir apprendre	
	2.5 Éthique, déontologie et responsabilités professionnelles	
Compétences interpersonnelles : Travail d'équipe et communication	3.1 Travail d'équipe	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

- Notions élémentaires d'utilisation d'un ordinateur
- Méthodes numériques : notions de base en algèbre linéaire et en analyse mathématiques
- Avoir des rudiments en programmation sous Python

Acquis d'apprentissage visés

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

Pour « Informatique et programmation » :

- **D'apprécier les notions générales d'analyse et de conception de logiciel**
- **De connaître les techniques de programmation structurée**
- **De posséder des notions de programmation objet**
- **D'utiliser la plateforme de développement Microsoft Visual Studio pour :**
 - o Produire des algorithmes de calcul et de traitement de données
 - o Réaliser des interfaces graphiques de présentation
- **De manipuler et développer des algorithmes en VB (Visual Basic) :**
 - o D'avoir des notions de réalisations de macros Excel en VBA (Visual Basic pour Application)
- **De pouvoir analyser, tester et simuler le fonctionnement d'un algorithme**
- **De connaître les capacités et les limites des outils numériques (but – niveau de modélisation)**
- **D'acquérir les connaissances élémentaires permettant la prise en main d'outils numériques**

Pour « Méthodes numériques » :

- **Maîtriser les techniques modernes de la modélisation numérique pour les sciences de l'ingénieur**
- **Construire un raisonnement mathématique en s'appuyant sur un socle fondamental de connaissances**
- **Comprendre et résoudre un problème en mathématiques ou issu d'une modélisation mathématique dans un domaine proche (physique, mécanique, informatique...)**
- **Être capable de résoudre un problème de modélisation et d'optimisation relevant de l'analyse numérique, posé à un ingénieur**
- **Savoir choisir et savoir mettre en œuvre une méthode efficace pour : la résolution d'un système linéaire et non linéaire, la résolution d'un problème d'optimisation**
- **Implémenter les méthodes numériques sous Python**
- **Mettre en œuvre un projet individuel ou en équipe visant à résoudre un problème mathématique en recherchant des sources adaptées et pertinentes**
- **Analyser, tester, critiquer les résultats d'un calcul numérique**
- **Rédiger un rapport de TP clair et synthétique**

Description de l'UE

ECUE Informatique et programmation (28h)

- Algorithmique et programmation
 - o Algorithmes : bases et introduction au pseudo code
 - o Les familles d'instruction : Variables, Entrées/Sorties, Tests, Boucles
 - o Les tableaux
 - o Les fonctions
 - o Méthodes et paradigmes de programmation
- Introduction à Visual studio et Visual Basic
 - o Prise en main de l'interface
 - o Les contrôles graphiques : Fenêtres, Boutons, Labels, etc
 - o Les instructions de base
- Développement en Visual Basic
 - o Analyse, conception, développement, tests et déverminage de différents programmes (algorithmes)

- En utilisant le paradigme Impératif
- En utilisant le paradigme Objet
- Analyse, conception, développement, tests et déverminage des interfaces graphiques
 - Gestion des fenêtres et de l'interface Homme/Machine
 - Présentation des données
- Introductions à VBA
 - Introduction illustrée par quelques exemples de macros Excel
- Systèmes électromagnétiques avec le logiciel FEMM (Finite Element Method Magnetics), maillage et simulation d'actionneurs électriques simples
- Convertisseurs d'électronique de puissance avec le logiciel PSIM (Sté PowerSys), approche du régime transitoire de montages élémentaires
- Gestion des capteurs et des mesures, avec le logiciel LABVIEW (Sté National Instrument), mise en place d'une chaîne de mesure de base

ECUE Méthodes numériques (28h)

- Utilité des méthodes numériques à l'aide de nombreux exemples applicatifs (introduction)
- Méthodes de résolutions d'équations et de systèmes d'équations linéaires et non linéaires, avec pour objectif la connaissance de méthodes de base directes et itératives, de comparer ces méthodes, et d'aborder des notions génériques de stabilités, de convergence, de conditionnement de problème. Mise en œuvre des nombreuses méthodes sous Python
- Méthodes d'optimisation numériques de problèmes continus: poser un problème d'optimisation, de nombreux exemples, 2 méthodes de base (gradient à pas optimal et Newton) détaillées et mises en œuvre. Mise en œuvre des nombreuses méthodes sous Python

Ressources bibliographiques

Informatique et programmation :

- COTTET F. et PINARD M., « Labview, programmation et applications », Dunod / L'Usine Nouvelle, Paris, 2009.
- Powersim Technologies Inc, « Psim User Manual », Powersimtech, Richmond, Canada, 1999.

Méthodes numériques :

- A. Quarteroni, R. Sacco et F. Saleri, Méthodes Numériques : Algorithmes, Analyse et Applications, Springer 2006.
- P.G. Ciarlet, Introduction à l'analyse numérique et à l'optimisation, Masson, 1982.
- P. Lascaux et R. Théodor, Analyse numérique matricielle appliquée à l'art de l'ingénieur, tomes 1 et 2, Masson, 1987.

Méthodes générales d'enseignement

- L'enseignement est basé sur un Cours Magistral (CM) dans lequel sont présentés l'historique et les bases de l'algorithmique ainsi que les techniques générales de programmation, complété par une séance de Travaux Dirigés (TD) permettant d'approfondir certains points sur des exemples concrets réalisés en pseudo-code.
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 ».
- En méthodes numériques, l'enseignement est basé sur un cours magistral dans lequel sont présentées de nombreuses méthodes numériques illustrées d'exemples applicatifs. Le cours met en lumière l'historique des méthodes en réponse aux problématiques rencontrées. Les méthodes numériques sont ensuite mises en œuvres de façon pratique à travers de nombreux exemples d'étude en séances de travaux dirigés, avec l'appui de la théorie mathématique, et en travaux pratiques, grâce à l'implémentation sous le langage de programmation Python.

Méthodes et critères généraux d'évaluation

- ECUE Informatique et programmation : Questions / réponses à l'écrit (test sur table) - Evaluation individuelle. *Un examen final permet d'évaluer la capacité des élèves à concevoir et développer des algorithmes en langage Pseudo Code et Visual Basic. L'évaluation ne porte pas sur la mémorisation des instructions du langage qui seront fournies dans un document joint au sujet.*
- ECUE Méthodes numériques : Mise en situation dans le cadre de TP : Travail en équipe avec évaluation collective et Questions / réponses à l'écrit (test sur table) - Evaluation individuelle

Code UE : MEGE	Titre UE : BASES DE MECANIQUE		
Directeur(rice) du programme	frederic.duband@ensam.eu Responsable pédagogique P.I.S GE		
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	56H	S5 et S6
Mots-clés	Résistance des matériaux – Les principales sollicitations Mécanique du solide : les bases		

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	
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

- Les bases de la physique

Acquis d'apprentissage visés

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

- **De modéliser un ensemble mécanique**
- **D'établir les équations de mouvement**
- **D'évaluer les actions mécaniques**
- **D'analyser la transmission de puissance**
- **D'évaluer les contraintes et les déformations selon les hypothèses des poutres**
- **D'utiliser les formulaires, pour résoudre par superposition les problèmes hyperstatiques et isostatiques**

Description de l'UE

ECUE Mécanique du solide : les bases (28h)

(L'approche est essentiellement basée sur l'utilisation des torseurs)

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

ECUE Résistance des matériaux (28h)

- o Etat des déformations
- o Relation déformations – déplacement :
 - Tenseur de Green – Lagrange, cas des petites perturbations
- o Etat des contraintes :
 - Tenseur de Cauchy
- o Lois de comportement linéaire élastique pour les matériaux homogènes et isotropes à partir de l'essai de traction-compression
- o Contrainte équivalente de Tresca et Vow Mises
- o Hypothèse des poutres – Conditions aux limites
- o Cinématique des poutres
- o Actions intérieures de cohésion – contraintes
- o Lois de comportement élastique linéaire
- o Méthodologie de résolution des problèmes, isostatisme et hyperstatisme
- o Dispositions architecturales



Ressources bibliographiques

- J. Lemaître, J-L. Chaboche, A. Benallal, R. Desmorat. « Mécanique des matériaux solides », Dunod, 2009.
- D. François, A. Pineau, A. Zaoui. « Comportement mécanique des matériaux. Tome1 : Elasticité et plasticité », Hermes, 2009.

Méthodes générales d'enseignement

- L'enseignement est basé sur un ensemble de Cours Magistraux (CM) dans lesquels seront développés les fondamentaux de la RDM et la mécanique newtonienne. Des Travaux Dirigés (TD) s'effectueront à partir d'études de cas.

Méthodes et critères généraux d'évaluation

- ECUE Mécanique du solide : Questions / réponses à l'écrit (test sur table) - Evaluation individuelle
- ECUE Résistance des matériaux : Questions / réponses à l'écrit (test sur table) - Evaluation individuelle

Code UE : CMEL	Titre UE : CONCEPTION DE MACHINES ELECTRIQUES		
Directeur(rice) du programme	frederic.duband@ensam.eu Responsable pédagogique P.I.S GE		
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	91H	S5 et S6
Mots-clés	Conception de machines, Matériaux pour le génie électrique, Éco-conception pluridisciplinaires		

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	
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

- Les bases de la physique
- ECUE « Modélisation numérique pour le génie électrique »
- ECUE « Electromagnétisme »
- ECUE « Les Machines électriques »

Acquis d'apprentissage visés

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

- **De concevoir une machine électrique**
- **De modéliser la machine à l'aide des outils numériques**
- **De connaître les matériaux de l'électricité et leurs caractéristiques**
- **D'effectuer des calculs de dimensionnement**
- **De les utiliser en pratique**
- **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 Conception de machines (28h)

- Normes sur les machines électriques
- Cahier des charges
- Pré-dimensionnement (fiche de calculs)
- Choix de motorisation

ECUE Matériaux pour le génie électrique (42h)

- Matériaux conducteurs, semi-conducteurs et diélectriques
- Matériaux magnétiques (doux, durs)
- Matériaux électro-actifs (piézoélectricité)
- Supraconductivité

ECUE Écoconception pluridisciplinaires (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

- BRUTSAERT P. et al, « Conception des machines tournantes », Techniques de l'ingénieur, d3570, Novembre 2005.
- LECOMTE T., « Conception et prédiction du fonctionnement des machines synchrones par CAO », Techniques de l'ingénieur, d3595, février 2008.
- JUFER M. et SABONNADIÈRE J.C., « CAO Moteur asynchrone », TI, d3590, novembre 2001.
- LAPORTE B., « Machines électriques tournantes », Technosup, Elipses, paris, 2007.
- GLISES R., « Machines électriques tournantes - Simulation du comportement thermique », Techniques de l'ingénieur, d3760, novembre 1998.
- <http://bu.umc.edu.dz/theses/electrotec/REB4478.pdf>
- VEGA J. M., « Matériaux diélectriques pour le génie électrique » Tome 1 Propriétés vieillissement et modélisation, collection EGEM, Hermès, 2007.
- SEE, « Les matériaux électro-actifs », La Revue 3EI, N° 47, Décembre 2006.
- BRISSONNEAU P., « Magnétisme et matériaux magnétique », Hermès 1997.



- ROBERT P., « Matériaux de l'électrotechnique », Traité d'électricité, d'électronique et d'électrotechnique, Presse polytechniques romandes, 1999.

Méthodes générales d'enseignement

- Conception de machines
L'enseignement est basé sur un ensemble de Cours Magistraux (CM) dans lesquels sont présentés les principes, concepts et règles en vue de l'élaboration d'un développement d'une machine électrique.
Des Travaux Dirigés (TD) permettront de mettre au point le cahier des charges et le pré-dimensionnement.
- Matériaux pour le génie électrique
L'enseignement est basé sur un ensemble de Cours Magistraux (CM) dans lesquels sont présentés l'ensemble des matériaux et leurs caractéristiques, utilisés dans la sphère de l'électricité.
Des Travaux Dirigés (TD) permettront de replacer ces matériaux dans les contextes de leurs utilisations.

Méthodes et critères généraux d'évaluation

- ECUE Conception de machines : Questions / réponses à l'écrit (test sur table) - Evaluation individuelle, Projet : travail en équipe avec évaluation collective et Étude de cas écrit - Evaluation en groupe
- ECUE Matériaux pour le génie électrique : Questions / réponses à l'écrit (test sur table) - Evaluation individuelle, Étude de cas écrit - Evaluation en groupe, Soutenance orale - Evaluation en groupe
- ECUE Ecoconception pluridisciplinaires : Rapport écrit - Evaluation en groupe et Soutenance orale - Evaluation en groupe

Code UE : MAEL	Titre UE : MACHINES ELECTRIQUES		
Directeur(rice) du programme	frederic.duband@ensam.eu Responsable pédagogique P.I.S GE		
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	105H	S5 et S6
Mots-clés	Les machines électriques, Electromagnétisme		

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	
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

- ECUE « Mathématiques et outils de l'ingénieur »
- Les bases du génie électrique

Acquis d'apprentissage visés

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

- **De connaître en physique non relativiste le phénomène d'induction**
- **De maîtriser les fondamentaux de l'électromagnétisme dans le but de savoir les situer dans les systèmes électrotechniques**
- **De modéliser et mettre en situation les transformateurs triphasés en régime permanent**
- **De modéliser et mettre en situation les Machines à Courant Continu en régime permanent**
- **De modéliser et mettre en situation les Machines Synchrones triphasées en régime permanent**
- **De modéliser et mettre en situation les Machines Asynchrones triphasées en régime permanent et leur variation élémentaire de vitesse**

Description de l'UE

ECUE Les machines électriques (70h)

- o La machine à courant continu : modélisation et caractéristiques en régime permanent
- o Le transformateur triphasé : modélisation et caractéristiques en régime permanent
- o Les forces magnétomotrices tournantes et les forces électromotrices induites dans les machines tournantes à courant alternatif
- o Machines tournantes triphasées : constitution et fonctionnement en régime permanent :
 - Application à la machine synchrone : modélisation et caractéristiques
 - Application à la machine asynchrone : modélisation et caractéristiques
 - Variation de vitesse du moteur asynchrone : commande scalaire

ECUE Electromagnétisme (35h)

- o Champ d'induction magnétique
- o Champ d'excitation magnétique
- o Forces électromagnétiques
- o Ferromagnétisme
- o Circuits magnétiques
- o Induction électromagnétique
- o Auto-Induction, mutuelle induction

Ressources bibliographiques

- SEGUIER G., NOTELET F., « Electrotechnique industrielle », Hermès, 2005.
- DALMASSO J-L., « Machines tournantes à courants alternatifs », Belin, 1985.
- LUCAS F., CHARRUAULT P., Les machines électriques, Delagrave, 1987.
- SEGUIER G., NOTELET F., « Electrotechnique industrielle », Tec & Doc, Hermès, Paris, 2006.
- WILDI T., SYBILLE G., « Electrotechnique », De Boeck, Paris, Juin 2005.

Méthodes générales d'enseignement

- Les machines électriques
L'enseignement est basé sur un ensemble de Cours Magistraux (CM) dans lesquels sont présentés les principes, concepts et règles de l'électrotechnique et sur des Travaux Dirigés (TD) permettant de mettre en évidence le fonctionnement des machines étudiées en régime permanent équilibré. Les démarches sont clairement présentées aux apprentis avec une application lors des séances de Travaux Dirigés. Quatre séances de Travaux Pratiques (TP) permettront aux étudiants de mettre en œuvre les machines.



- Electromagnétisme

L'enseignement est basé sur un ensemble de Cours Magistraux (CM) dans lesquels sont présentés les principes physiques de l'électromagnétisme et sur des Travaux Dirigés (TD) permettant de situer et de calculer les différentes grandeurs liées aux phénomènes électromagnétiques.

Méthodes et critères généraux d'évaluation

- ECUE Machines électriques : Questions / réponses à l'écrit (test sur table) - Evaluation individuelle, Étude de cas écrit - Evaluation individuelle et Mise en situation dans le cadre de TP : Travail en équipe avec évaluation collective
- ECUE Electromagnétisme : Questions / réponses à l'écrit (test sur table) - Evaluation individuelle, Étude de cas écrit - Evaluation individuelle

Code UE : GNRJ	Titre UE : GESTION DE L'ENERGIE		
Directeur(rice) du programme	frederic.duband@ensam.eu Responsable pédagogique P.I.S GE		
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
5	Arts et Métiers d'Aix en Provence	91H	S5 et S6
Mots-clés	Transport de l'énergie électrique, Electronique 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	X
	1.2 Connaissance des principes fondamentaux d'ingénierie	X
	1.3 Connaissances, méthodes et outils avancés en ingénierie	X
Capacités et compétences personnelles et professionnelles	2.1 Raisonnement analytique et résolution de problèmes	X
	2.2 Méthodes scientifiques : expérimentation, questionnement et initiation	X
	2.3 Pensée systémique	X
	2.4 Savoir être et savoir apprendre	
	2.5 Éthique, déontologie et responsabilités professionnelles	
Compétences interpersonnelles : Travail d'équipe et communication	3.1 Travail d'équipe	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

- ECUE « Machines électriques »
- ECUE « Mathématiques et outils de l'ingénieur »

Acquis d'apprentissage visés

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

- **De connaître les structures des lignes électriques**
- **De modéliser les lignes électriques**
- **D'évaluer les pertes engendrées par le transport de l'énergie**
- **De connaître les interrupteurs de puissance, leurs caractéristiques et leurs plages d'utilisation**
- **De savoir les règles et les concepts d'association des sources, composants passifs et actifs**
- **De maîtriser les topologies des convertisseurs les plus utilisés dans le monde industriel**
- **De simuler et analyser les structures d'électronique de puissance**

Description de l'UE

ECUE Transport de l'énergie électrique (21h)

- o Architecture d'un réseau de transport
- o Composants d'une ligne aérienne
- o Modélisation et propriétés électriques des lignes et des câbles
- o Puissance transportable en fonction du type de ligne
- o Fonctionnement de la machine synchrone en compensateur
- o Echanges de puissance

ECUE Electronique de puissance (70h)

- o Eléments passifs, les composants actifs et les sources
- o La cellule de commutation élémentaire (limites des composants et pertes)
- o La conversion continu / continu (hacheur série, hacheur parallèle, hacheur à un bras, hacheur à deux bras)
- o La conversion alternatif / continu (redresseurs monophasés, redresseur triphasés à diodes et à thyristors et redresseurs à MLI)
- o La conversion continu / alternatif (onduleurs monophasés commandés en pleine onde puis en MLI, onduleurs triphasés commandés en pleine onde et en MLI)
- o La conversion alternatif / alternatif
- o Interactions Source-Convertisseur-Récepteur
- o Filtrage en électronique de puissance (filtres passifs, filtres actifs)
- o La commutation douce

Ressources bibliographiques

- SABONNADIÈRE J-C., HADJSAID N., « Lignes et réseaux électriques », Hermès, 2007.
- CRATAN V., « Les réseaux d'énergie électrique 1 », Lavoisier, 2006.
- WILDI T., SYBILLE G., Electrotechnique, De Boeck, Paris, Juin 2005.
- SEGUIER G. et al. « Les convertisseurs d'électronique de puissance », T1, 2, 3, 4 et 5, TEC & DOC, Lavoisier, Paris 1998.
- BONAL J. et al. « Entraînements électriques à vitesse variable », TEC & DOC, Prométhée/Schneider Electric, Paris, 2000.
- FOCH H.

Méthodes générales d'enseignement

- Transport de l'énergie électrique :
L'enseignement est basé sur un ensemble de Cours Magistraux (CM) dans lesquels sont présentées les lignes électriques, leur modélisation en régime permanent et l'impact de la circulation de courant dans un conducteur et sur des Travaux Dirigés (TD) permettant la mise en œuvre des modèles sur des lignes réelles. Des exposés sont réalisés par les étudiants en groupe sur différentes thématiques liées au transport d'énergie électrique.
- Electronique de puissance :
L'enseignement est basé sur un ensemble de Cours Magistraux (CM) dans lesquels sont présentés les principes, concepts et règles de l'électronique de puissance, ainsi que les topologies des convertisseurs de l'électronique de puissance.
Des Travaux Dirigés (TD) permettront de mettre les divers convertisseurs en situation industrielle (les filtres y seront mis en évidence). Les méthodes d'analyse et de conception seront clairement présentées aux apprentis durant les Travaux Dirigés (TD). Des travaux dirigés de CAO seront proposés, les logiciels mis en œuvre pourront être Psim (Sté PowerSys) et/ou Matlab (Sté MathWorks).
Quatre séances de TP permettront aux étudiants de comparer théorie et pratique pour les convertisseurs les plus utilisés dans l'industrie.

Méthodes et critères généraux d'évaluation

- ECUE Transport de l'énergie électrique : Questions / réponses à l'écrit (test sur table) - Evaluation individuelle, Étude de cas écrit - Evaluation en groupe, Soutenance orale - Evaluation en groupe
- ECUE Electronique de puissance : Questions / réponses à l'écrit (test sur table) - Evaluation individuelle, Étude de cas écrit - Evaluation collective et Mise en situation dans le cadre de TP : Travail en équipe avec évaluation collective



Code UE : COM	Titre UE : COMMUNICATION		
Directeur(rice) du programme	frederic.duband@ensam.eu Responsable pédagogique P.I.S GE		
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
3	Arts et Métiers d'Aix en Provence	161H	S5 et S6
Mots-clés	Communication 1 : Expression écrite et orale, Communication en anglais et sur une démarche Développement Durable et RSE		

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	
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	
	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

- 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 (126h)

- 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 : Questions / réponses à l'écrit (test sur table de simulation du TOEIC®) - Evaluation individuelle et Passage du TOEIC® (niveau B2 avec 785 points requis pour validation) - Evaluation individuelle

Code UE : ENVPRO1	Titre UE : ENVIRONNEMENT PROFESSIONNEL 1		
Directeur(rice) du programme	frederic.duband@ensam.eu Responsable pédagogique P.I.S GE		
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	63H	S5 et S6
Mots-clés	Management de projet, Organisation de l'entreprise, Droit social		

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

Groupe d'objectifs	Objectifs de formation	Objectifs principalement visés par l'UE
Connaissances disciplinaires et raisonnement	1.1 Connaissance des sciences de base	
	1.2 Connaissance des principes fondamentaux d'ingénierie	
	1.3 Connaissances, méthodes et outils avancés en ingénierie	
Capacités et compétences personnelles et professionnelles	2.1 Raisonnement analytique et résolution de problèmes	
	2.2 Méthodes scientifiques : expérimentation, questionnement et initiation	
	2.3 Pensée systémique	X
	2.4 Savoir être et savoir apprendre	X
	2.5 Éthique, déontologie et responsabilités professionnelles	X
Compétences interpersonnelles : Travail d'équipe et communication	3.1 Travail d'équipe	X
	3.2 Communications	X
	3.3 Communications en langues étrangères	
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

- Sensibilisation au fonctionnement réel de l'entreprise industrielle apportée par le temps passé en entreprise lors du S5
- 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 le projet à l'aide d'outils dédiés**

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

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 et Simulation de situation professionnelle - Evaluation individuelle
- ECUE Droit social : QCM - Evaluation individuelle
- ECUE Management de projet : QCM - Evaluation individuelle et Étude de cas écrit - Evaluation individuelle

Code UE :	Titre UE : CONTRÔLE-COMMANDE		
Directeur(rice) du programme	frederic.duband@ensam.eu Responsable pédagogique P.I.S GE		
Année d'Étude	Programme	Type	Langue d'étude
Niveau M1	2 ^{ème} année Programme Ingénieur de Spécialité	Obligatoire	Français
ECTS	Campus	Durée étudiant planifiée	Année / Semestre
5	Arts et Métiers d'Aix en Provence	77H	S7 et S8
Mots-clés	Modélisation multiphysique, Automatique		

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

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

Prérequis spécifiques

- Les bases du génie électrique
- Les ECUE Mathématiques et outils de l'ingénieur, Conception de machines
- Les UE Gestion de l'énergie et Machines Electriques

Acquis d'apprentissage visés

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

- **De définir et de modéliser un ensemble multi-physique en explicitant les objectifs, le périmètre et les hypothèses de modélisation**
- **De mettre en œuvre des outils d'analyse temporelle et fréquentielle de systèmes et d'en exploiter les résultats en vue d'analyser la stabilité de systèmes**
- **De construire une représentation d'un modèle en respectant la causalité physique**
- **De simuler les modèles définis**
- **D'interpréter des résultats de simulations**
- **De connaître les concepts du contrôle-commande**
- **De créer l'architecture du contrôle-commande d'un système**
- **De prévoir et de calculer les correcteurs avec leurs principales méthodes de synthèse**
- **De mettre en œuvre un asservissement, notamment pour les actionneurs électriques**

Description de l'UE

ECUE Modélisation multiphysique (35h)

- o Modélisation de systèmes / de processus physiques, hypothèses, limites de validité
- o Représentation de signaux et systèmes, outils mathématiques
- o Outils d'analyse (Bode, Nyquist, Black-Nichols)
- o Outils de modélisation / d'organisation de modèles multiphysiques
- o Application : Projet de Simulation
- o Conclusion : Introduction à la commande, inversion de modèle

ECUE Automatique (42h)

- o Méthodologie de résolution d'un problème de contrôle-commande
- o Technique et recherche des modèles de commande
- o Commandes BO/BF : erreurs de modélisation et influences des perturbations
- o Analyse des performances des systèmes bouclés
- o Numérisation d'un processus analogique (systèmes et correcteurs)
- o Correcteurs à pôles dominants et RST

Ressources bibliographiques

- DE LARMINAT P., « Automatique », Hermès, Paris, 1996.
- BRIAN A. et al, « Matlab pour l'ingénieur », Pearson Education, Paris, 2009.

Méthodes générales d'enseignement

L'enseignement est basé sur un ensemble de Cours Magistraux (CM) dans lesquels sont présentés les principes, concepts et règles de modélisation multiphysique des systèmes et de leur contrôle-commande, les techniques de correction et la commande numérique des systèmes. Des Travaux Dirigés (TD) permettront de mettre œuvre les principes théoriques sur des cas concrets. La mise en application s'effectue avec le logiciel Matlab / Simulink (MathWorks) et/ou Scilab / Xcos (libre)

Méthodes et critères généraux d'évaluation

- ECUE Modélisation multiphysique : Questions / réponses à l'écrit (test sur table) - Evaluation individuelle
- ECUE Automatique : Questions / réponses à l'écrit (test sur table) - Evaluation individuelle

Code UE :	Titre UE : CAPTEURS ET TRAITEMENT		
Directeur(rice) du programme	frederic.duband@ensam.eu Responsable pédagogique P.I.S GE		
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
4	Arts et Métiers d'Aix en Provence	56H	S7 et S8
Mots-clés	Electronique de commande, Capteurs et traitement du signal		

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

- Les bases de l'électronique analogique
- Les bases du génie électrique
- L'ECUE « Mathématiques et outils de l'ingénieur »

Acquis d'apprentissage visés

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

- **De choisir un composant électronique numérique en fonction de l'application**
- **D'insérer ce composant dans une carte de mesures ou de commande**
- **De mettre en œuvre ces composants**
- **De définir les besoins pour effectuer des mesures**
- **De choisir les capteurs adaptés**
- **De concevoir et mettre en œuvre une chaîne d'acquisition des données**
- **De se familiariser avec le traitement numérique des données**
- **De dimensionner et synthétiser un filtre anti-repliement**
- **De justifier et choisir de la fréquence d'échantillonnage**

Description de l'UE

ECUE Electronique de commande (28h)

- o Introduction : notion de puce configurable par l'utilisateur
- o Commande numérique, recherche de fiabilité, compacité, immunité
- o Le composant logique, le microcontrôleur, les mémoires
- o Logique câblée programmable et système programmé
- o Horloges et PLL (Phase Locked Loop)
- o Le langage VHDL
- o Les bus de communication
- o Conception « hardware in the loop »
- o Exemple de commande de convertisseur statique

ECUE Capteurs et traitement du signal (28h)

- o Etude de documentations de capteur
- o Incertitudes sur les mesures
- o Métrologie des capteur
- o Conditionnement des capteurs passifs / actifs
- o Filtrage
- o Mise en œuvre d'une chaîne d'acquisition :
 - Etude d'un capteur (pression, accéléromètre, distance IR, couleur, distance LVDT, Force)
 - Etude d'une carte d'acquisition National Instruments
 - Etalonnage du capteur - Prise en main du logiciel Labview
 - Interprétation et présentation des mesures
- o Mise en œuvre d'un post traitement de données
 - Simulation de signal et observation de phénomène de repliement de spectre (variation de la fréquence d'échantillonnage)
 - Acquisition de données avec smartphone (application Phyphox)
 - Import et visualisation des données sur Matlab
 - Visualisation du signal temporel et fréquentiel (FFT) identifications d'éléments
- o Principes et résultats fondamentaux de l'échantillonnage et de la numérisation :
 - Modèles de signaux échantillonnés et numériques
 - Outils d'analyse temporelles et fréquentielles : TL et TF
- o Systèmes numériques et filtrage

Ressources bibliographiques

- BOUCHER F., « Les FPGA », La revue 3EI n°53, Paris, juin 2008.
- SERRES J. et al, « Régulation de vitesse d'un micromoteur à courant continu sans capteur au moyen d'un microcontrôleur dspic programmé par une passerelle Matlab/Simulink », La revue 3EI n°56, Paris, décembre 2008.
- LE BIHAN M.M., « Les bus de communication », Revue 3EI n°60, Paris, mars 2010.
- WEBER J, « Le langage VHDL », 2ème édition, Dunod, Paris, 2001.
- ASCH G., « Les capteurs en instrumentation industrielle », Ed. Dunod, Paris, 2010.
- DUVAUT P., « Traitement du signal » Paris, 1991.
- COTTET F. et al, « Labview », Ed. Dunod, Paris, 2009.
- NI, « Initiation à Labview » (en ligne), réf : 373427J-0114, 323427J-0114, Juin 2013.

Méthodes générales d'enseignement

- Electronique de commande :
L'enseignement est basé sur un ensemble de Cours Magistraux (CM) dans lesquels sont présentés les circuits intégrés, μ -contrôleurs et FPGA et leurs modes de programmation et d'utilisation. Des Travaux Dirigés (TD) permettront de mettre œuvre l'ensemble de ces éléments.
- Capteurs et traitement du signal :
L'enseignement est basé sur un ensemble de Cours Magistraux (CM) dans lesquels sont présentés le principe des capteurs industriels les plus courants, les éléments des chaînes d'acquisition et le traitement des données.
Des Travaux Dirigés (TD) permettront de mettre œuvre l'ensemble de ces outils. Les TD s'effectuent sur du matériel NI (National Instrument) souvent associé avec l'outil informatique LABVIEW (Sté NI). Matlab (Sté MathWorks) ou Scilab (libre) seront également mis à la disposition des apprentis.

Méthodes et critères généraux d'évaluation

- ECUE Electronique de commande : 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 Capteurs et traitement du signal : 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 :	Titre UE : MECANIQUE		
Directeur(rice) du programme	frederic.duband@ensam.eu Responsable pédagogique P.I.S GE		
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
3	Arts et Métiers d'Aix en Provence	56H	S7 et S8
Mots-clés	Mécanique des fluides, Thermodynamique et thermique, 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	
	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

- ECUE « Mécanique du solide : les bases »

Acquis d'apprentissage visés

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

- **De connaître les outils de la mécanique des fluides incompressibles**
- **De poser un problème de mécanique des fluides incompressibles**
- **De résoudre un problème de mécanique des fluides incompressibles**
- **D'analyser un système énergétique**
- **De calculer les puissances, les rendements et l'efficacité**
- **De modéliser simplement les échanges thermiques**
- **D'échanger facilement avec des ingénieurs spécialistes de thermique**
- **De prévoir les comportements dynamiques d'une structure mécanique**
- **D'analyser les comportements dynamiques d'une structure mécanique**
- **De prendre les dispositions constructives en vue d'améliorer la réponse du système mécanique**

Description de l'UE

ECUE Mécanique des fluides (21h)

- o Propriétés des fluides : statique des fluides, cinématique des fluides
- o Dynamique des fluides parfaits incompressibles : théorème de Bernoulli et d'Euler
- o Dynamique des fluides visqueux : écoulements laminaires et turbulents, rhéologie des fluides, viscosité

ECUE Thermodynamique et thermique (21h)

- o Principes de la thermodynamique, gaz parfaits
- o Fonctions fondamentales énergie interne, entropie et enthalpie
- o Irréversibilités, application de la fonction entropie
- o Diagrammes thermodynamiques, fluides réels, changements de phase
- o Cycles thermodynamiques, application aux machines thermiques (moteurs, turbines, machines frigorifiques)
- o Analyse énergétique des systèmes
- o Transfert d'énergie thermique : Lois phénoménologiques des trois modes de transfert : conduction, convection, rayonnement
- o Applications : théorie des échangeurs

ECUE Mécanique vibratoire (14h)

- o Etude des petits mouvements
- o Systèmes linéaires stables à un degré de liberté :
 - Vibrations propres et vibrations naturelles
 - Facteur d'amortissement
 - Vibrations forcées – Excitation par une action mécanique ou une excitation sismique
 - Transmissibilité
- o Analogies électriques

Ressources bibliographiques

- CANDEL S., « Mécanique des fluides », Dunod université, Paris, 1990.
- PLUVIOSE M., « Ingénierie des turbomachines », Technosup, Ellipses, Paris, 2003.

Méthodes générales d'enseignement

- Mécanique des fluides : l'enseignement est basé sur un ensemble de Cours Magistraux (CM) dans lesquels seront présentés les fondamentaux de la Mécanique des Fluides. Des Travaux Dirigés (TD), à partir d'études de cas permettront d'illustrer ces fondamentaux.
- Thermodynamique et thermique : l'enseignement est basé sur un ensemble de Cours Magistraux (CM) dans lesquels sont présentés les concepts de la thermodynamique et de la thermique et leurs mises en application pour des machines. Des Travaux Dirigés (TD) permettront de quantifier ces aspects scientifiques et technologiques.
- Mécanique vibratoire : l'enseignement est basé sur un ensemble de Cours Magistraux (CM) dans lesquels seront présentés les fondamentaux permettant l'étude des vibrations. Des Travaux Dirigés (TD) se présentent sous forme d'études de cas.

Méthodes et critères généraux d'évaluation

- ECUE Mécanique des fluides : Questions / réponses à l'écrit (test sur table) - Evaluation individuelle
- ECUE Thermodynamique et thermique : Questions / réponses à l'écrit (test sur table) - Evaluation individuelle
- ECUE Mécanique vibratoire : Questions / réponses à l'écrit (test sur table) - Evaluation individuelle

Code UE :	Titre UE : COMMANDE VECTORIELLE		
Directeur(rice) du programme	frederic.duband@ensam.eu Responsable pédagogique P.I.S GE		
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
8	Arts et Métiers d'Aix en Provence	112H	S7 et S8
Mots-clés	Commande vectorielle des machines électriques synchrones et asynchrones		

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	
	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

- Bases du génie électrique
- ECUE Mathématiques et outils de l'ingénieur, Conception de machines
- UE Gestion de l'énergie et Machines Electriques
- ECUE Modélisation multiphysique

Acquis d'apprentissage visés

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

- **De décomposer un problème complexe en sous-problèmes élémentaires**
- **D'élaborer et de mettre en œuvre une stratégie de validation progressive par sous-ensembles d'un modèle numérique de système**
- **De construire et de valider un modèle de simulation d'une machine électrique synchrone**
- **De décrire l'architecture de commande des machines électriques synchrones et asynchrones**
- **De justifier l'intérêt d'un contrôle vectoriel réalisé dans le repère de Park**
- **De construire, de régler et de mettre en œuvre la commande d'une machine électrique synchrone**
- **De construire et de modéliser la commande vectorielle d'une machine électrique asynchrone**
- **D'analyser des résultats de simulation de ces ensembles**

Description de l'UE

Commande vectorielle des machines électriques synchrones (56h)

- o Rappels de modélisation et de principes de régulation de la machine à courant continu
- o Modèle dynamique, machine synchrone non autopilotée
- o Principes d'autopilotage
- o Commande vectorielle dans le repère de Park
- o Conclusion, introduction à la commande vectorielle sans capteur
- o Mise en œuvre par simulation

Commande vectorielle des machines électriques asynchrones (56h)

- o Rappels et compléments sur la commande scalaire des machines asynchrones : principes, limites
- o Principe des commandes vectorielles de la machine asynchrone
- o Mise au point d'une commande vectorielle de la machine asynchrone à flux rotorique orienté
- o Commande vectorielle sans capteur

Ressources bibliographiques

- CARON J.P., HAUTIER J.P., « Modélisation et commande de la machine asynchrone », Technip, Paris, 1995.
- GRELLET G., CLERC G., « Actionneurs électriques, principes, modèles, commandes », Eyrolles, Paris, 1997.
- DE WIT C.C., « Modélisation, contrôle vectoriel et DTC, tome 1 », Hermès Sciences, Paris, 2000.

Méthodes générales d'enseignement

- L'enseignement est basé sur un ensemble de Cours Magistraux (CM) dans lesquels les modélisations dynamiques et les commandes des machines électriques seront développées et positionnées par rapport à la commande scalaire. Des Travaux Dirigés (TD) permettront de mettre en œuvre les commandes définies en cours magistral. Le logiciel Matlab / Simulink (Sté Mathworks) ou Scilab (libre) sera utilisé pour simuler ces ensembles. Des cas d'application concrets des commandes vectorielles seront traités.



Méthodes et critères généraux d'évaluation

- ECUE Commande vectorielle des machines électriques synchrones : Questions / réponses à l'écrit (test sur table) - Evaluation individuelle, Étude de cas écrit - Evaluation collective.
- ECUE Commande vectorielle des machines électriques asynchrones : Questions / réponses à l'écrit (test sur table) - Evaluation individuelle, Étude de cas écrit - Evaluation collective.

Code UE :	Titre UE : PRODUCTION D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE		
Directeur(rice) du programme	frederic.duband@ensam.eu Responsable pédagogique P.I.S GE		
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
4	Arts et Métiers d'Aix en Provence	49H	S7 et S8
Mots-clés	Systèmes de production de l'énergie électrique, Stockage d'énergie		

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

Prérequis spécifiques

- ECUE « Electronique de puissance »
- ECUE « Les machines électriques »
- ECUE « Modélisation multiphysique »

Acquis d'apprentissage visés

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

- **De connaître toutes les techniques de production d'énergie électrique**
- **De les distinguer par une représentation multicritères**
- **De mener à bien un projet de création de centrale de moyenne puissance**
- **De connaître l'ensemble des systèmes de stockage**
- **De choisir le système optimal de stockage en fonction de l'application**
- **De prévoir sa mise en œuvre**
- **De gérer sa maintenance**

Description de l'UE

Systemes de production de l'énergie électrique (28h)

- o Etude de l'alternateur
- o Etude de la génératrice asynchrone
- o Les centrales thermiques nucléaires
- o Les centrales thermiques à flamme
- o Les centrales hydrauliques
- o Les centrales éoliennes
- o Les centrales photovoltaïques

Stockage d'énergie (21h)

- o Les différentes formes de l'énergie, les besoins en stockage
- o Le stockage mécanique
- o Le stockage de chaleur : avec ou sans changement de phase
- o Le stockage électromagnétique : bobines supraconductrices
- o Le stockage électrochimique : piles, accumulateurs, les chargeurs de batteries
- o Le stockage chimique : l'hydrogène
- o Le stockage électrostatique : super-condensateurs
- o Comparatif

Ressources bibliographiques

- SABONNADIÈRE J.C., HAUTIER J.P., « Les nouvelles technologies de l'énergie, traité EGEM, série Génie Electrique, tome 1 : les énergies renouvelables », Lavoisier, Paris, 2007.
- CRASTAN V., « Centrales électriques et production alternative d'électricité, Les réseaux d'énergie électrique, volume 3B », Eyrolles, Paris, 2009.
- WILDI Th., SYBILLE G., « Electrotechnique », De Boeck, Bruxelles, 2005.
- MULTON B., « Situation énergétique mondiale à l'aube du 3ème millénaire. Perspectives offertes par les ressources renouvelables », Revue 3EI, n°36, mars 2004, pp 20-33.
- SABONNADIÈRE J.C., HAUTIER J.P., « Les nouvelles technologies de l'énergie, traité EGEM, série Génie Electrique, tome 2 : le stockage de l'énergie », Lavoisier, Paris, 2007.
- ODRU P., « Le stockage de l'énergie », Dunod, Paris, 2010.
- BRUNET Y. « Technologie du stockage d'énergie, traité EGEM, série Génie Electrique », Lavoisier, Paris, 2009.

Méthodes générales d'enseignement

- Systèmes de production de l'énergie électrique : l'enseignement est basé sur un ensemble de Cours Magistraux (CM) dans lesquels seront présentés et détaillés l'ensemble des systèmes générateurs d'énergie électrique. Des Travaux Dirigés (TD) permettront au travers d'exemples industriels de chiffrer (Puissances, Energie, Impact environnemental, CAPEX, OPEX) ces productions.
- Stockage d'énergie : l'enseignement est basé sur une première séance d'introduction présentant l'ensemble des systèmes de stockage d'énergie permettant une comparaison multicritères. Les séances suivantes se font en apprentissage par projet où chaque groupe d'étudiants se voit attribué une technologie et doit produire différents livrables (fiche de synthèse, modèle Matlab, exercice corrigé et présentation powerpoint). La dernière séance permet la mise en commun de tous les groupes.

Méthodes et critères généraux d'évaluation

- ECUE Systèmes de production de l'énergie électrique : Questions / réponses à l'écrit (test sur table) - Evaluation individuelle, Étude de cas écrit - Evaluation collective
- ECUE Stockage d'énergie : Questions / réponses à l'écrit (test sur table) - Evaluation individuelle, Étude de cas écrit - Evaluation collective



Code UE :	Titre UE : ENVIRONNEMENT PROFESSIONNEL 2		
Directeur(rice) du programme	frederic.duband@ensam.eu Responsable pédagogique P.I.S GE		
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
4	Arts et Métiers d'Aix en Provence	63H	S7 et S8
Mots-clés	Communication 2 : Dynamique de groupe, Management des hommes et des équipes, Management de la sécurité		

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

Groupe d'objectifs	Objectifs de formation	Objectifs principalement visés par l'UE
Connaissances disciplinaires et raisonnement	1.1 Connaissance des sciences de base	
	1.2 Connaissance des principes fondamentaux d'ingénierie	
	1.3 Connaissances, méthodes et outils avancés en ingénierie	
Capacités et compétences personnelles et professionnelles	2.1 Raisonnement analytique et résolution de problèmes	
	2.2 Méthodes scientifiques : expérimentation, questionnement et initiation	
	2.3 Pensée systémique	X
	2.4 Savoir être et savoir apprendre	X
	2.5 Éthique, déontologie et responsabilités professionnelles	X
Compétences interpersonnelles : Travail d'équipe et communication	3.1 Travail d'équipe	X
	3.2 Communications	X
	3.3 Communications en langues étrangères	
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

- ECUE Communication 1
- 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 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 (35h)

- 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 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 réglementaires (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 (édition originale 1977).
- Changements : Paradoxes et psychothérapie ; P. Watzlawick, J. Weakland et R. Fisch, édition Seuil, collection Points, 2014 (édition originale 1975).
- Manager son équipe au quotidien ; B. Diridollou, édition 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 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 :	Titre UE : ECONOMIE DE L'ENTREPRISE		
Directeur(rice) du programme	frederic.duband@ensam.eu Responsable pédagogique P.I.S GE		
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
4	Arts et Métiers d'Aix en Provence	42H	S7 et S8
Mots-clés	Gestion des investissements, Droit des affaires		

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

Groupe d'objectifs	Objectifs de formation	Objectifs principalement visés par l'UE
Connaissances disciplinaires et raisonnement	1.1 Connaissance des sciences de base	
	1.2 Connaissance des principes fondamentaux d'ingénierie	
	1.3 Connaissances, méthodes et outils avancés en ingénierie	
Capacités et compétences personnelles et professionnelles	2.1 Raisonnement analytique et résolution de problèmes	
	2.2 Méthodes scientifiques : expérimentation, questionnement et initiation	
	2.3 Pensée systémique	X
	2.4 Savoir être et savoir apprendre	X
	2.5 Éthique, déontologie et responsabilités professionnelles	X
Compétences interpersonnelles : Travail d'équipe et communication	3.1 Travail d'équipe	X
	3.2 Communications	
	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 Entrepreneurat en ingénierie	

Prérequis spécifiques

- ECUE Organisation de l'entreprise
- ECUE 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**

Description de l'UE

ECUE Gestion 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



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.

Méthodes générales d'enseignement

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

Méthodes et critères généraux d'évaluation

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

Code UE :	Titre UE : ORGANISATION INDUSTRIELLE		
Directeur(rice) du programme	frederic.duband@ensam.eu Responsable pédagogique P.I.S GE		
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
8	Arts et Métiers d'Aix en Provence	98H	S7 et S8
Mots-clés	Gestion de la qualité, Gestion de Production / Lean manufacturing, Gestion de la maintenance – maintenabilité, Ingénierie collaborative et échange 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	
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	
	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	X
	4.6 Exploitation	X
	4.7 Innovation	
	4.8 Entrepreneurat en ingénierie	

Prérequis spécifiques

- ECUE Organisation de l'entreprise
- ECUE 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 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**
- **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**

Description de l'UE

ECUE Gestion de la qualité (21h)

- 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 (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

ECUE Ingénierie collaborative et échange de données (21h)

- 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

Ressources bibliographiques

- 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.
- 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>.

Méthodes générales d'enseignement

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

Méthodes et critères généraux d'évaluation

- ECUE Gestion 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 : Questions / réponses à l'écrit (test sur table) - Evaluation individuelle
- ECUE Ingénierie collaborative et échange de données : Mise en situation dans le cadre de TP : Travail individuel avec évaluation 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	Energies renouvelables, Conduite et dimensionnement des réseaux d'énergie électrique, Gestion des réseaux d'énergie électrique, Flux d'énergie – Smart Grids, Démarche éthique		

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 Entrepreneurat en ingénierie	

Prérequis spécifiques

- Les 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 : Sûreté 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 (70 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 : Questions / réponses à l'écrit (test sur table) - Evaluation individuelle, 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 : ENVPRO3	Titre UE : ENVIRONNEMENT PROFESSIONNEL 3		
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
4	Arts et Métiers d'Aix en Provence	56H	S9 et S10
Mots-clés	Mission RH du manager, Bilan personnel et professionnel, Marketing, Personal branding and leadership courses		

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

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

Prérequis spécifiques

- Notions de fonctionnement global d'une entreprise et de son organisation
- Connaissances générales scientifiques, techniques, 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**
- **De manipuler des connaissances théoriques et des outils en marketing dans des situations concrètes et des secteurs divers dans un contexte d'innovation**

Description de l'UE

ECUE Mission RH du manager (28h)

- 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 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

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



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.
- Réussir sa carrière grâce au personal branding. Gérer son identité et sa réputation professionnelles ; O. Zara, L. Le Meur, édition Eyrolles, collection Organisation, 2009.
- Le grand livre de l'entretien d'embauche ; Collectif, édition Studyrama, 2011.
- Le bilan de compétences ; C. Debray et S. Famery, édition Eyrolles, collection Emploi Carrière, 2010.
- 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.

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 Personal branding and leadership courses : Simulation de situation professionnelle - Evaluation individuelle
- ECUE Marketing : contrôle continu : Étude de cas écrit - Evaluation individuelle

Code UE : INNOVCREA		Titre UE : INNOVATION ET CREATIVITE		
Directeur(rice) du programme	frederic.duband@ensam.eu Responsable pédagogique P.I.S GE			
Année d'Étude	<i>Programme</i>	<i>Type</i>	<i>Langue d'étude</i>	
Niveau M2	3 ^e année Programme Ingénieur de Spécialité	Obligatoire	Français	
ECTS	<i>Campus</i>	<i>Durée étudiant planifiée</i>	<i>Année / Semestre</i>	
5	Arts et Métiers d'Aix en Provence	126H	S9 et S10	
Mots-clés	Principes et outils de l'innovation, Projet interdisciplinaire			

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	
Compétences interpersonnelles : Travail d'équipe et communication	3.1 Travail d'équipe	
	3.2 Communications	
	3.3 Communications en langues étrangères	
Créer, concevoir, mettre en œuvre, exploiter, innover et entreprendre dans un contexte de Responsabilité Sociétale des Entreprises	4.1 Contexte externe, sociétal et environnemental	X
	4.2 Contexte de l'entreprise et des affaires	X
	4.3 Créer : de l'idée au plan d'affaires	X
	4.4 Conception	X
	4.5 Mise en œuvre	
	4.6 Exploitation	
	4.7 Innovation	X
	4.8 Entrepreneurat 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 dégageant 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**
- **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 Projet interdisciplinaire (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.
- 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 : Étude de cas écrit - Evaluation individuelle, QCM - Evaluation individuelle
- ECUE Projet interdisciplinaire : Projet : Travail en équipe avec évaluation collective, Rapport écrit - Evaluation collective, Soutenance orale - Evaluation collective