

**Année universitaire 2024/2025**

**Présentation des enseignements de la spécialité**

## **Génie Mécanique et Automatique (GMA)**

**Semestre(s) : 5-6-7-8-9-10**

L'enseignement est organisé en Unités d'Enseignement (UE) composées de plusieurs Éléments Constitutifs (EC). Un EC est un module d'enseignement ; il est constitué de cours magistraux (CM), travaux dirigés (TD), travaux pratiques (TP), projet (PR), conférences (CONF), du travail en autonomie (TA) et possiblement d'autres activités pédagogiques (DIV). Des stages (ST) sont également obligatoires.

**Abréviations utilisées**  
**CM : Cours Magistraux**  
**TD : Travaux Dirigés**  
**TP : Travaux Pratiques**  
**CONF : Conférences**  
**TA : Travail Autonome**  
**PR : Projet**  
**ST : Stage**  
**DIV : Divers**

Code	Libelle
GMA08-MOROB	Modélisation des robots
GMA08-STAGE	Stage 4 GMA
GMA09-PI	Projet Industriel
GMA09-SYSME	Systèmes mécaniques
GMA09-VATR	Validation de trajectoires
GMA10-PFE	Projet de fin d'étude

Liste de cours avec support de cours en anglais  
ou pouvant être donnés en anglais

**Semestre 5**

**Parcours Apprentissage**

<b>1</b>	<b>GMA05-01-FISA</b>		<b>MECANIQUE &amp; MATERIAUX FISA S5</b>	<b>6.00</b>
	GMA05-MMC FISA	O	Mécanique des milieux continus et Elasticité	2.00
	GMA05-MSI FISA	O	Mécanique des solides indéformables	2.00
	GMA05-MAT FISA	O	Matériaux	2.00
<b>2</b>	<b>GMA05-02-FISA</b>		<b>CONCEPTION &amp; PROCEDES FISA S5</b>	<b>3.00</b>
	GMA05-PMI FISA	O	Procédés et méthodes d'industrialisation	2.00
	GMA05-ARSM FISA	O	Analyse et représentation des systèmes mécaniques	1.00
<b>3</b>	<b>GMA05-03-FISA</b>		<b>AUTOMATIQUE &amp; MODELISATION FISA S5</b>	<b>4.00</b>
	GMA05-SIG FISA	O	Signaux et systèmes	1.00
	GMA05-AURES FISA	O	Automates et réseaux locaux industriels	2.00
	GMA05-ANAL FISA	O	Maths	1.00
<b>4</b>	<b>GMA05-04-FISA</b>		<b>HUMANITES FISA S5</b>	<b>5.00</b>
	GMA05-ANGL FISA	O	Anglais FISA	2.00
	GMA05-RSDD FISA	O	Responsabilité Sociétale Développement Durable FISA	1.00
	GMA05-RISQ FISA	O	Risque FISA	1.00
	GMA05-EPS FISA	O	Education Physique et Sportive FISA	1.00
<b>5</b>	<b>GMA05-05-FISA</b>		<b>EXPERIENCE PROFESSIONNELLE FISA S5</b>	<b>12.00</b>
	GMA05-MISSI FISA	O	Mission Entreprise	10.00
	GMA05-PPS FISA	O	Parcours professionnel et Scolaire	2.00

O : obligatoire ; C = à choix ; F = facultatif

Mécanique des milieux continus et Elasticité	GMA05-MMC FISA
Volume horaire total : 42.00 h	2.00 crédits ECTS
TA : 8.00 h, TD : 26.00 h, TP : 8.00 h	
Responsable(s) :	

**Objectifs, finalités :**

L'objectif principal est l'acquisition des notions essentielles pour la compréhension des lois fondamentales de la Mécanique des Milieux Continus Déformables. Le cours est axé sur une présentation moderne des concepts généraux (cinématique de déformation, lois de conservation et de bilan). Il débouche naturellement sur des applications classiques en thermo-élasticité et en Résistance des Matériaux (cf. cours du 2ème semestre), tout en ouvrant la voie à l'utilisation de modèles plus élaborés en Thermomécanique des Grandes Transformations.

**Contenu :**

- I Géométrie des déformations
- II Cinématique
- III Lois générales de conservation
- VI Bilan d'énergie et d'entropie
- V Lois générales de comportements thermomécaniques
- Programme détaillé:
  - Géométrie des Déformations
  - Notion intuitive de déformation
  - Gradient de la transformation
  - Transport convectif
  - Tenseurs lagrangien et eulérien des Dilatations et des Déformations
  - Décomposition du Déplacement
  - Hypothèses de linéarisation (H.P.P.)
  - Equations de compatibilité en H.P.P.
  - Cinématique
- Généralisation de la notion de dérivée particulière à des fonctions vectorielles et tensorielles
  - Dérivées particulières d'éléments linéiques, surfaciques et volumiques
  - Dérivées particulières d'intégrales
  - Introduction des taux de déformation lagrangien et eulérien
  - Cas particulier des mouvements isochores.
  - Lois générales de conservation
- Conservation de la masse (forme locale et intégrale)
  - Introduction des tenseurs cinétique et dynamique
  - Loi fondamentale de la dynamique
  - Existence du tenseur des contraintes de Cauchy
  - Conséquences sur les lois de bilan de quantité de mouvement et de moment de quantité de mouvement -
- Tenseur des contraintes lagrangien
  - Théorème de l'Energie Cinétique
  - Principe des Puissances Virtuelles.
  - Bilan d'énergie et d'entropie
- Forme intégrale et locale du premier principe de la Thermodynamique
  - Bilan d'énergie interne
  - Notion d'énergie de déformation
  - Second principe de la Thermodynamique
  - Forme locale
  - Notion de dissipation
  - Lois générales de comportement thermomécaniques
- Classification des inconnues
  - rôle du second principe
  - Lois d'état
  - Relation de Gibbs et transformation de Legendre et Frenchel
  - Introduction de la Dissipation
  - Exemples : milieux hyperélastiques, thermoélasticité linéaire.

**Bibliographie :**

- Jean COIRIER : Mécanique des Milieux Continus - Concepts de base. DUNOD (1997).
- Georges DUVAUT : Mécanique des Milieux Continus. DUNOD (1998).
- Paul GERMAIN : Cours de Mécanique des Milieux Continus. MASSON (1973).
- D.S. DUGDALE et C. RUIZ : Elasticité à l'usage des Ingénieurs et Physiciens. Edisciences (1973).

**Prérequis :**

En mathématique : Analyse Mathématique (Analyse vectorielle, problèmes aux dérivées partielles, notions de calcul tensoriel, etc ...)

Dans les autres disciplines : Connaissances assimilées en Mécanique Générale

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

Contrôle continu questionnaire lors du TP, évaluation Projet

**Modalités d'évaluation :**

1 DS de 3 heures ; Note de TP (et Note de Projet)

**Public ciblé :**

<b>Mécanique des solides indéformables</b>	<b>GMA05-MSI FISA</b>
<b>Volume horaire total : 34.00 h</b>	<b>2.00 crédits ECTS</b>
<b>TA : 4.00 h, TD : 18.00 h, TP : 12.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

**Contenu :**

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

**Public ciblé :**

<b>Matériaux</b>	<b>GMA05-MAT FISA</b>
<b>Volume horaire total : 42.00 h</b>	<b>2.00 crédits ECTS</b>
<b>TA : 8.00 h, TD : 18.00 h, TP : 16.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

Aborder la métallurgie par la découverte des alliages ferreux (aciers et fontes), acquérir quelques notions de sidérurgie puis apprendre à prévoir la microstructure d'un matériau à partir de la lecture de son diagramme binaire. Approfondir les connaissances de base en métallurgie via les transformations hors équilibre classiques dans les aciers (diagrammes TTT et TRC), aborder les traitements thermiques des ferreux et enfin étendre l'apprentissage des transformations de phases aux matériaux non ferreux (aluminium, cuivreux, nickel) via de nombreux exemples.

Objectif des TP : Approfondir les relations microstructures-propriétés et les appliquer aux familles usuelles d'alliages. Comprendre les mécanismes diffusionnels. Acquisition de quelques notions de base en cristallographie et en utilisation des rayons X pour la caractérisation des matériaux.

**Contenu :**

- \_ Introduction : quels sont les matériaux ferreux ? domaines d'utilisation.
- \_ Sidérurgie (filières de production de la fonte et de l'acier, produits sidérurgiques)
- \_ L'acier : le matériau et ses grandes familles (non alliés, faiblement alliés, fortement alliés)
- \_ Diagramme binaire Fe-Fe<sub>3</sub>C ; Transformation eutectoïde des aciers
- \_ Microstructures et métallographies associées (hypo, hyper et eutectoïde)
- \_ Les propriétés de l'acier (physiques et mécaniques)
- \_ Les transformations hors d'équilibre appliquées aux aciers : TTT et TRC
- \_ Les aciers inoxydables
- \_ Normes et nuances d'acier (aciers de construction, aciers à outils, aciers du BTP, etc...)
- \_ Traitements thermiques (éventuellement, selon temps dispo)
- \_ Les fontes : les familles (FG et FB)
- \_ Diagramme Fer-Carbone stable
- \_ Les autres familles d'alliages : les cuivreux, les alu, les bases Ni. Les transformations de phase et leurs microstructures associées : transformations eutectique - péritectique- monotectique, transfos à l'état solide (eutectoïde, péritectoïde, monotectoïde, précipitation, mise en ordre, transfo allotropique) => illustration par des métallographies issues des différentes familles d'alliages.

Les TD serviront à appliquer directement les notions vues en cours : rappel du vocabulaire adéquat, interprétation de micrographies optiques ou MEB, lecture des diagrammes binaires, calculs de proportions de phases, utilisation des abaques OTUA, des courbes TTT, TRC, etc.

**Contenu des TP :**

I Diffusion dans les solides

1. Loi de Fick, équations de la diffusion, et résolutions dans des cas simples
2. Coefficients de diffusion - loi d'Arrhénius,
3. Etudes de problèmes de diffusion : carburation, évaporation

II Transformation de phases

1. Solidification : influence des conditions sur les propriétés (germination, ségrégation, phases hors d'équilibre).
2. Limite de solubilité et précipitation : Précipités cohérents et incohérents - Précipitation inter ou intragranulaire. Rôle sur les propriétés : exemples des inox, des alliages à durcissement structural ou par précipitation
3. Transformation martensitique et bainitique

Applications aux aciers et alliages à mémoire de forme.

III Traitements thermiques - Influence sur les propriétés mécaniques

Exemples pris dans les familles d'alliages ferreux, d'alliages d'aluminium, alliages cuivreux et alliages de titane

1. Recuit d'homogénéisation, dissolution de précipités.
2. Restauration-recristallisation après écrouissage.
3. Trempe, trempe et revenu (durcissement structural). Comparaison entre aciers et alliages à durcissement structural
4. Trempe martensitique superficielle et traitements thermo-chimiques superficiels

IV Notions de cristallographie géométrique

1. Réseaux cristallins, noeuds, mailles, motifs, indices de Miller, réseau réciproque.
2. Métaux et réseaux cristallins : réseaux cubiques, hexagonaux. Notions de plans et directions compacts, mécanismes de glissement.

V Les rayons X : leur utilisation dans la caractérisation des matériaux

1. Production des rayons X, application à l'analyse chimique des matériaux par spectrométrie d'émission

(microsonde électronique).

2. Absorption : application à la radiographie (détection de défauts), à l'analyse qualitative et quantitative.

3. Fluorescence : définition, utilisation en analyse des matériaux.

4. Diffraction : approche élémentaire d'une caractérisation de la maille cristalline.

Travaux pratiques (4TP de 4 heures)

- Métallographie
- Analyses thermiques (ATS, ATD)
- Essai Jominy (2 aciers)
- Durcissement structural (aluminium cuivre)

**Bibliographie :**

<http://www.construiracier.fr/tout-sur-lacier/>

« Précis de métallurgie » J. Barralis et G. Maeder

« Métallurgie, du minerai au matériau » J. Philibert, A. Vignes, Y. Bréchet, P. Combrade

« Précis des matériaux, de la conception aux contrôles », M. Dequatremare, T. Devers

« Aide-mémoire de Sciences des matériaux » M. Dupeux

« La microstructure des aciers et des fontes : genèse et interprétation » M. Durand-Charre

Techniques de l'ingénieur : M 1 110, M 1 115, TBA 1050, TBA 1054, etc.

AFNOR

« Atlas des courbes de transformations », IRSID

**Prérequis :**

Notions de thermodynamique et de cristallographie. Savoir aborder un diagramme binaire.

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

1 DS 2h, Note de TP.

**Public ciblé :**

<b>Procédés et méthodes d'industrialisation</b>	<b>GMA05-PMI FISA</b>
<b>Volume horaire total : 46.00 h</b>	<b>2.00 crédits ECTS</b>
<b>TA : 8.00 h, TD : 34.00 h, TP : 4.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

La démarche d'industrialisation impose de maîtriser des compétences techniques sur les procédés et sur les méthodes industrielles. La connaissance des méthodes et des procédés d'industrialisation doit, d'une part, permettre au futur ingénieur de communiquer et d'interagir avec les différents intervenants dans le processus d'élaboration et d'industrialisation d'un produit, et d'autre part, d'avoir les Compétences minimums des métiers de la production. A l'issue de cet EC le futur ingénieur devra être capable de :

- Concevoir une séquence de fabrication d'une pièce métallique :
- Choisir le procédé le plus adapté pour fabriquer une pièce
- Choisir les paramètres de réglage en fonderie, forge et usinage (tournage & fraisage)
- Concevoir une séquence de contrôle d'une pièce mécanique :
- Interpréter les spécifications géométriques
- Choisir un moyen de contrôle
- Concevoir une gamme de contrôle
- Choisir une cinématique machine adaptée à une typologie de pièce
- Appliquer des actions correctives sur une MOCN

La fabrication et le contrôle des produits, permettront au futur ingénieur d'aborder les notions élémentaires du développement durable afin d'identifier, de quantifier, d'évaluer et de gérer le cycle de vie des produits (ACV, flux de déchets environnementaux...).

**Contenu :**

- I - Méthodes : - Défaut géométriques des produits (dimension, position, forme, état de surface) - Spécifications géométriques des produits (interprétation et vérification) - Identifications géométriques des surfaces - Isostatisme (règles et symbolismes) - Documents de fabrication - Modélisation vectorielle des machines (Cellule élémentaires d'usinage) - Architecture des machines à commandes numériques.
- II - Procédés : - Techniques de moulage - Techniques de forge - Emboutissage des métaux - Technique d'usinage (Géométrie, matériaux, usure d'outil, efforts, paramètres) - Moyens de mesure et de contrôle des spécifications géométriques

**Bibliographie :**

Fabrication par usinage, Jean Pierre Cordebois et coll, Edition DUNOD  
 Méthode et production en usinage, Claude Barbelier et al, Edition Casteilla

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

Contrôle continu  
 Evaluation terminale de 2h

**Public ciblé :**

<b>Analyse et représentation des systèmes mécaniques</b>	<b>GMA05-ARSM FISA</b>
<b>Volume horaire total : 28.00 h</b>	<b>1.00 crédits ECTS</b>
<b>TA : 6.00 h, TD : 22.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

- Représenter un produit,
- Analyser et modéliser des systèmes mécaniques simples,
- Présenter les composants mécaniques et les fonctions technologiques de base permettant l'acquisition d'une culture technologique nécessaire en conception mécanique,
- Dimensionner les solutions constructives des liaisons complètes et pivot,
- Présenter les mécanismes de création et de modification de volumes associatifs en vue de la conception de pièces mécaniques en CAO.

**Contenu :**

1. Représentation et spécifications dimensionnelles des produits.
2. Théorie des mécanismes (liaisons élémentaires, schéma cinématique, associations de liaisons élémentaires : liaison équivalente, hyperstatisme).
3. Liaisons complètes (liaison vis-écrou, goupilles, clavettes, cannelures, assemblages coniques, frettage, rivetage, ...).
4. Liaisons partielles (solutions constructives pour : la liaison pivot, la liaison glissière, la liaison rotule).
5. Engrenages : étude générale.  
engrenages à denture droite, hélicoïdale, conique, roue et vis sans fin, trains d'engrenages épicycloïdaux.
6. Liaisons élastiques.
7. Lubrification, graissage.  
notions de tribologie : les régimes de lubrification, les lubrifiants, les dispositifs de lubrification.
8. Étanchéité.  
principes utilisés en étanchéité : étanchéité par contact direct, indirect, par débit de fuite contrôlé, par éléments déformables, technologie des systèmes d'étanchéité.
9. Modélisation numérique sur CATIA V5  
Présentation du logiciel,  
Méthodes de création en modélisation volumique,  
Assemblage de pièces et simulation de mécanismes,  
Mise en plan 2D.

**Bibliographie :**

Construction mécanique, AUBLIN, CAHUZAC, FERRZA, VERNHERES  
 Guide des sciences et technologies industrielles, FANCHON  
 Eléments de machines, SZWARCMANN  
 Construction Mécanique Transmission de Puissance, ESNAULT  
 Mécanique du solide, AGATI P., BREMONT Y., DELVILLE G, Ed. Dunod  
 Liaisons et mécanismes, AGATI P., ROSETTO M., Ed. Dunod, 1994  
 Traité théorique et pratique des engrenages, HENRIOT G., tome 1, Ed. Dunod  
 Mémotech Productique, Conception et dessin, BARLIER C., BOUGEOIS R., Ed. Casteilla

**Prérequis :**

Mécanique du solide (statique, cinématique)  
 Notions de bases de technologie de construction

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

Enseignement en TD (séances de 2h)

**Modalités d'évaluation :**

- 1 Devoir Surveillé de 2 heures
- 1 Evaluation de contrôle continu

**Public ciblé :**

<b>Signaux et systèmes</b>	<b>GMA05-SIG FISA</b>
<b>Volume horaire total : 28.00 h</b>	<b>1.00 crédits ECTS</b>
<b>TA : 6.00 h, TD : 22.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

Présenter et appliquer les outils mathématiques permettant de mieux appréhender l'électronique, l'automatique et le traitement du signal. Les applications sont illustrées sur des exemples simples empruntés à ces disciplines. Les compétences visées sont: -> Comprendre le concept d'un signal et savoir le modéliser -> Comprendre ce qu'est un système et prévoir son comportement vis-à-vis d'un signal d'entrée -> S'approprier les outils mathématiques nécessaire à l'électronique, l'automatique et le traitement du signal

**Contenu :**

1. Généralités sur les signaux : signaux décrits par des fonctions et signaux décrits par des distributions. Signaux déterministes et signaux aléatoires ; classification des signaux déterministes selon leur dépendance en fonction du temps (signaux à temps continu et signaux à temps discret) et selon leur importance dans la caractérisation des systèmes (signaux tests sinusoïdaux, échelons et impulsions). Notion d'énergie et de puissance.
2. Généralités sur les systèmes : définition ; réponse d'un système et convolution ; mise en équation et équivalence entre systèmes (éléments dissipatifs et éléments réactifs à stockage d'énergie potentielle ou inertielle). Réponse forcée d'un système linéaire soumis à un signal d'entrée sinusoïdal (transformation complexe) ou à un signal d'entrée périodique non sinusoïdal (séries de Fourier).
3. Série de Fourier, transformations de Fourier et de Laplace - Définitions, représentation spectrale d'un signal, propriétés des transformations ; transformées de quelques signaux usuels. Notions de densité spectrale de puissance (dsp), densité spectrale d'énergie (dse). Théorème de Wiener-Kintchine.
4. Réponse d'un système linéaire à une excitation quelconque. Application de la transformée de Laplace à l'étude de la réponse temporelle d'un système linéaire soumis à une excitation quelconque ; Fonction de transfert isomorphe, représentation fréquentielle et étude de stabilité (définition de la stabilité, stabilité d'une fonction de transfert et cartographie de ses pôles ; stabilité des systèmes munis d'une boucle de réaction).

**Bibliographie :**

1. BLOT J., "Electronique linéaire - cours", Chapitre 2, Dunod Université, 1993.
2. BOITE R., NEIRYNCK J., "Traité d'électricité, Théorie des réseaux de Kirchhoff", Georgi.
3. BORNE P., DAUPHIN-TANGUY G., RICHARD J. P., ROTELLA F., ZAMBETTAKIS I., "Automatique, Analyse et régulation des processus industriels", Tome 1, Tecnip.
4. COULON F., "Traité d'électricité, Théorie et traitement des signaux", Georgi

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

Révision des bases mathématiques et approfondissement du cours, préparation des exercices. Pédagogie active : participation à la résolution de problèmes au tableau.

**Modalités d'évaluation :**

**Public ciblé :**

<b>Automates et réseaux locaux industriels</b>	<b>GMA05-AURES FISA</b>
<b>Volume horaire total : 42.00 h</b>	<b>2.00 crédits ECTS</b>
<b>TA : 8.00 h, TD : 18.00 h, TP : 16.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

Maîtriser les outils (automates et réseaux locaux industriels) mis en œuvre pour la commande séquentielle des Systèmes automatisés de production.

**Contenu :**

1. Synthèse et optimisation de systèmes logiques séquentiels.
  - Machines de Mealy et machines de Moore.
  - Représentation des systèmes séquentiels.
  - Bascules.
  - Synthèse des systèmes séquentiels synchrones - Méthode de Huffman-Mealy.
2. Automates Programmables Industriels (API)
  - Situation et rôle de l'API au sein d'un Système Automatisé de Production (SAP).
  - Spécificité, structure, fonctionnement d'un API.
  - Périphériques et connectique de l'automate.
  - Langages de programmation des API.
  - Mise en réseau.
3. Grafcet
  - Définitions et normalisation.
  - Eléments de base. Règles de syntaxe et d'évolution. Structures de base et structures particulières.
  - Extension des représentations : macro-étapes.
  - Implantation du grafcet : algorithme et équations équivalentes.
  - Partition et situation d'un grafcet. Forçage des situations.
4. Réseaux Locaux Industriels (RLI)
  - Architecture fonctionnelle des réseaux locaux industriels : modèles CIM et 3-axes.
  - Réseaux de terrain : architecture, modèle OSI (réduit). Réseaux FIP, ASI et PROFIBUS.

**Bibliographie :**

1. GREPA, " Le Grafcet ", 2ème édition, 1995, Cépaduès
2. CIAME, " Réseaux de terrain ", 1998, Hermès

**Prérequis :**

1. Logique combinatoire
2. Etude et optimisation des systèmes logiques combinatoires

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

1 DS de 2 heures; 1 note de TP

**Public ciblé :**

<b>Maths</b>	<b>GMA05-ANAL FISA</b>
<b>Volume horaire total : 20.00 h</b>	<b>1.00 crédits ECTS</b>
<b>TA : 4.00 h, TD : 16.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

Calcul intégral - Transformée de Fourier - Analyse complexe

**Contenu :**

1. Calcul intégral :
  - Introduction à l'intégrale de Lebesgue, fonctions intégrables
  - Théorèmes de convergence
  - Intégrales dépendant d'un paramètre
  - Théorème de Fubini
  - Convolution
2. Transformée de Fourier :
  - Transformée de Fourier d'une fonction intégrable
  - Propriétés et inversion
  - Transformée de Fourier d'une fonction de carré intégrable
  - Théorème de Plancherel
3. Analyse complexe :
  - Fonctions holomorphes
  - Séries entières
  - Fonctions exponentielle et logarithmes
  - Intégrale le long d'un chemin
  - Formule de Cauchy
  - Formule des résidus
  - Calcul d'intégrales par la méthode des résidus

**Bibliographie :**

1. M. Bergounioux, Mathématiques pour le traitement du signal, Mathématiques appliquées pour le Master, 2ème édition, Dunod, 2014.
2. W. Rudin, Analyse réelle et complexe, Masson, 1995

**Prérequis :**

Bases d'analyse réelle de premier cycle

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

1 Devoir surveillé.

**Public ciblé :**

<b>Anglais FISA</b>	<b>GMA05-ANGL FISA</b>
<b>Volume horaire total : 20.00 h</b>	<b>2.00 crédits ECTS</b>
<b>TD : 0.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

Objectifs généraux

Améliorer ses capacités à s'exprimer, comprendre et interagir dans des situations de la vie quotidienne, en mettant l'accent plus particulièrement sur la vie professionnelle et sociale.

Objectifs linguistiques :

Obtention ou renforcement du niveau B2 (requis pour la validation du diplôme d'ingénieur et défini par le CECRL)

**Contenu :**

-Approche actionnelle de la langue, apprendre en faisant: parler et écouter, rédiger un document, construire un argumentaire, démontrer et convaincre.

-Savoir s'exprimer avec précision et nuance par une utilisation rigoureuse de la syntaxe et de la phonologie.

Des activités faisant appel à la créativité et la réactivité de l'élève (débat, jeux de rôle, présentations en groupe avec support PowerPoint, projets... basées sur des sujets d'actualité, scientifique et sociétale.

- Développement d'une base solide de vocabulaire axé sur le TOEIC : les élèves devront apprendre plusieurs listes en cours d'année et seront testés dessus

- Développement de compétences spécifiques en lien avec le monde professionnel :

- Rédaction d'e-mails, CV, lettres, entretiens d'embauche

- Anglais du téléphone

- Notions d'interculturalité

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

Une bonne maîtrise du programme du secondaire est un minimum: B1/B2

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

Les cours ont une durée de deux heures et sont dispensés dans des salles équipées de vidéoprojecteurs et sonorisées. La salle équipée en ordinateurs est utilisée le plus souvent possible afin de pouvoir accueillir les étudiants dans un cadre adapté à un enseignement stimulant.

-Les ressources pédagogiques utilisées sont des articles de presse, des documents audio et vidéo (reportages télévisés, extraits de films ou de séries), Internet est utilisé comme source documentaire.

-Un travail personnel régulier est demandé. L'étudiant se doit d'être curieux et ne pas arrêter sa pratique à la salle de cours.

-Chaque élève dispose d'un accès à la plateforme e-learning 'PrePMyFuture', dont l'objectif et les exercices sont dirigés vers le TOEIC. Il est demandé aux élèves d'y travailler très régulièrement ; certains tests seront programmés par le biais de la plateforme

**Modalités d'évaluation :**

Evaluation en continu. Compétences visées : compréhension orale et écrite, expression orale et écrite.

**Public ciblé :**

<b>Responsabilité Sociétale Développement Durable FISA</b>	<b>GMA05-RSDD FISA</b>
<b>Volume horaire total : 20.00 h</b>	<b>1.00 crédits ECTS</b>
<b>TD : 16.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

Le développement durable et sa déclinaison à l'échelle des entreprises (la responsabilité sociétale) constituent un enjeu sociétal majeur qui interpelle l'ensemble des acteurs, organismes de formation et de recherche y compris. L'objectif de ce module est de faire prendre conscience de ces enjeux (avec une approche scientifique des enjeux écologiques) et permettre aux apprentis de rencontrer des acteurs engagés dans la transition énergétique et écologique et/ou la démarche sociétale. Le module se donne également pour objectif d'accompagner les apprentis dans leur réflexion sur l'éthique de l'ingénieur.

A l'issue du module, les apprentis :

- auront une vue globale des enjeux du réchauffement climatique (grâce à l'outil Fresque du Climat) ;
- pourront témoigner sur des expériences d'actions responsables et solidaires mises en œuvre dans des organisations et s'en inspirer pour être force de propositions ;
- connaîtront des sources d'information fiables et reconnues sur le développement durable et la responsabilité sociétale ;
- seront sensibilisés à la dimension éthique de leur futur métier.

**Contenu :**

Le programme s'articule autour des thématiques suivantes :

- Objectifs de développement durable (ODD) du Programme des Nations Unies
- Enjeux climatiques
- Responsabilité Sociétale des Entreprises

**Bibliographie :**

Les ressources du cours Moodle de l'EC

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

1 note de synthèse (par équipe) non notée mais soumise à validation

**Public ciblé :**

<b>Risque FISA</b>	<b>GMA05-RISQ FISA</b>
<b>Volume horaire total : 24.00 h</b>	<b>1.00 crédits ECTS</b>
<b>TD : 20.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

Faire prendre conscience que le contexte dans lequel travaille et vit l'ingénieur est composé d'évènements liés au hasard. Il est rempli d'incertitudes et de dangers. L'ingénieur doit néanmoins rester maître de ses choix et de ses actes dans des limites définies par le risque acceptable

**Contenu :**

**I - LES PRINCIPAUX CONCEPTS CINDYNIQUES**

- la situation de danger
- les 5 dimensions : faits, modèles, objectifs, normes, valeurs
- les dissonances entre réseaux d'acteurs, les déficits qui affectent les dimensions
- les pistes d'action de prévention

**II - DANGER : UNE REALITE INTRINSEQUE - LES MOMENTS, LES LIEUX OÙ ILS SE RENCONTRENT**

- le danger inhérent au milieu naturel, aléas climatiques, terrestres, incendies
- les sources de dangers provoqués par l'homme : aménagement, productions, réalisations ...
- les sources de dangers professionnels : électriques, mécaniques, chimiques, toxicologiques, rayonnement ...

**III - RISQUES : UN EVENEMENT PROBABLE QUI INDUIT DU DANGER**

caractérisation du risque ou mesure du danger :

- la probabilité et la gravité
- le processus de danger
- risques naturels, humains - erreur ou approximation ; risques économiques et financiers - complexités des modèles ; risques liés à l'information, l'éveil, le traitement numérique des problèmes ; risques sportifs ; risques chimiques

**IV - SECURITE :**

développement d'un milieu sécurisé ; la réglementation : sa logique, critique et usage ; réglementation technique

**V - PREVENTION ET PRISE DE RESPONSABILITE ET ASPECTS JURIDIQUES**

**Bibliographie :**

Risque et Génie Civil - AFGC - 8 -10 nov 2000, Presse des Ponts et Chaussées

Konstantin PROTASSOV, 1999, "Probabilités et Incertitudes", PUG

Michèle NEUILLY - CETAMA "Modélisation e estimation des erreurs de mesure"

GIS - MR-GenCi

J.A. CALGARO, 1996, - Introduction aux Eurocodes, Presse de l'ENPC

Peter G. NEUMANN, 1995, Computer-Related Risks, Addison-Wesley/ACM Press, ISBN 0-201-55805-X, 384pp

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

1 Devoir surveillé de 2H

**Public ciblé :**

<b>Education Physique et Sportive FISA</b>	<b>GMA05-EPS FISA</b>
<b>Volume horaire total : 24.00 h</b>	<b>1.00 crédits ECTS</b>
<b>TD : 24.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

OBJECTIFS, FINALITÉS :

Travail en équipe et connaissance de soi, communication, création et responsabilisation managéral"

**PROGRAMME :**

Choix d'un menu de 2 A.P.S

Escalade (1 pour entrants ou 2) ou Badminton par équipe "managéral"

Plein air 1 C.O ou kayak ou golf

**Contenu :**

Connaître les APSA, s'y évaluer et progresser 25%

se dépasser

évaluer son niveau de maîtrise technique

comprendre le processus d'apprentissage pour mieux se transformer et améliorer sa maîtrise de l'APS

s'engager authentiquement pour comprendre et analyser les situations, leurs buts, les déterminants des comportements et attitudes dans un contexte donné.

mettre à l'épreuve les fondements éthiques de son activité

mieux se connaître grâce aux APSA

améliorer ses qualités corporelles et psychomotrices en utilisant les APSA

connaître et dépasser ses limites personnelles

apprendre à mieux gérer son stress

s'engager dans une démarche de progrès

s'approprier de manière critique les savoirs

rechercher la détente physique et psychologique en compensation du travail intellectuel par les APSA

Relation aux autres et s'organiser à plusieurs 25%

interagir avec les autres

s'exposer pour animer, organiser des groupes restreints sur des tâches à réaliser

communiquer pour rendre plus efficace la recherche de progrès d'un individu ou/et d'une équipe

être à l'écoute des réactions d'autrui pour satisfaire, si possible, les intérêts personnels et généraux.

s'ouvrir à la contradiction et décider collectivement

Maîtriser les savoir-être 25%

savoir communiquer : savoir écouter, s'exprimer, changer de rôle, travailler en équipe.

savoir créer : s'adapter, inventer, réinventer, innover, imaginer

savoir se situer : dans une norme, dans un projet ou une organisation, savoir critiquer et être critiqué, savoir se remettre en cause.

savoir se responsabiliser : respect des droits et des devoirs, mener un projet à son terme, prendre des

risques calculés, s'engager dans l'action, s'investir.

Autonomie, découverte 25%

aller vers l'autonomie

passer d'une approche ludique, hygiénique et énergétique de cette discipline à une approche formatrice.

découvrir de nouvelles APS

**Bibliographie :**

Plusieurs livres spécialisés sont à disposition des élèves à la bibliothèque. Des sites Internet sont proposés en lien sur le site EPS.

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

L'évaluation fait le point de la participation des élèves, leur progression et de leurs acquisitions motrices. C'est l'occasion d'une réflexion critique de l'élève sur son parcours sportif au regard des objectifs de formation. L'effort d'explicitation des compétences acquises est une condition de réinvestissement des apprentissages et d'une meilleure connaissance de soi.

Notation : 10 pts adaptation des conduites motrices – 2 pts bonus pour la progression – 5 pts communication quantitatives et qualitative – 5 pts prises de responsabilités et investissement

**Public ciblé :**

<b>Mission Entreprise</b>	<b>GMA05-MISSI FISA</b>
<b>Volume horaire total : 0.00 h</b>	<b>10.00 crédits ECTS</b>
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

L'objectif de ce module est de donner aux apprentis une formation professionnelle complémentaire à la formation académique dispensée à l'école. Les périodes en entreprise permettent à l'apprenti d'acquérir des connaissances et compétences qui construisent son expérience professionnelle.

**Contenu :**

Les activités et missions confiées aux apprentis par leur Maître d'Apprentissage varient selon les entreprises mais sont toujours en relation avec le contenu de la formation et préparent progressivement les apprentis à leur futur métier d'ingénieur.

Les compétences transverses développées au fur et à mesure des expériences de terrain (de type soft skills) sont recensées et mesurées selon un référentiel commun, quel que soit le terrain d'alternance.

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

Avoir trouvé un terrain d'alternance

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

En début de semestre au minimum, l'apprenti et son Maître d'Apprentissage définissent les objectifs à atteindre et le travail à réaliser.

Chaque fin de semestre, le Maître d'Apprentissage effectue un bilan des activités et missions confiées et les évalue. Par ailleurs, l'apprenti et son Maître d'Apprentissage mettent à jour le tableau de bord des compétences transverses de l'apprenti.

**Modalités d'évaluation :**

Note de suivi des missions (attribuée par le Maître d'Apprentissage)

**Public ciblé :**

<b>Parcours professionnel et Scolaire</b>	<b>GMA05-PPS FISA</b>
<b>Volume horaire total : 26.00 h</b>	<b>2.00 crédits ECTS</b>
<b>TD : 26.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

Les compétences développées dans le cadre de ce module s'inscrivent dans deux registres :

- savoir rendre compte des activités et missions en entreprise et les valoriser ;
- se construire un parcours personnel cohérent avec ses points forts et attentes professionnelles.

Le livrable de référence de la 3A (Découverte de l'entreprise : oral + rapport) constitue un fil rouge pour ce module. Le rapport s'articule en deux parties : une analyse organisationnelle (présentation de l'entreprise) réalisée au S5, complétée par une analyse technique effectuée durant le S6.

**Contenu :**

Le module PPS du S5 comporte :

- des séances de méthodologie et de communication pour accompagner la rédaction du rapport et la présentation orale (réalisée au cours de la visite en entreprise du tuteur pédagogique) ;
- des séances dédiées aux temps forts du semestre : Journée des Maîtres d'Apprentissage, Forum du Grand Ouest, commission pédagogique, inclusion, ...

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

Les méthodes pédagogiques s'appuient essentiellement sur des méthodes inductives et participatives. Les apprentis travaillent par petits groupes et élaborent des synthèses qu'ils présentent en plénière ensuite, en privilégiant des formats courts et/ou visuels (pitches, affiches, ...).

L'accent est systématiquement sur une approche REX dans une logique de capitalisation.

**Modalités d'évaluation :**

Note d'oral : présentation « Découverte de l'entreprise », réalisée lors de la visite du tuteur pédagogique (oral noté conjointement avec le Maître d'Apprentissage)

**Public ciblé :**

Semestre 5

Parcours Formation Initiale GMA

<b>1</b>	<b>GMA05-1</b>		<b>MECANIQUE &amp; MATERIAUX S5</b>	<b>9.00</b>
	GMA05-MMC	O	Mécanique des milieux continus et élasticité	3.00
	GMA05-MSI	O	Mécanique des solides indéformables	3.00
	ESM05-MAT	O	Matériaux	2.00
	GMA05-TPMAT	O	Travaux pratiques matériaux	1.00
<b>2</b>	<b>GMA05-2</b>		<b>CONCEPTION &amp; PROCEDES S5</b>	<b>6.50</b>
	GMA05-PMI	O	Procédés et méthodes d'industrialisation	4.00
	GMA05-ARSM	O	Analyse et représentation des systèmes mécaniques	2.50
<b>3</b>	<b>GMA05-3</b>		<b>AUTOMATIQUE &amp; MODELISATION S5</b>	<b>7.50</b>
	ESM05-SIG	O	Signaux et Systèmes	2.00
	GMA05-AURES	O	Automates et réseaux locaux industriels	3.00
	ESM05-ANAL	O	Outils d'Analyse pour l'Ingénieur	1.50
	ESM05-MATLAB	O	Initiation à Matlab	1.00
<b>5</b>	<b>HUM05</b>		<b>ENSEIGNEMENTS D'HUMANITE S5</b>	<b>7.00</b>
	HUM05-RISQ	O	Gestion du Risque	1.50
	HUM05-ANGL	O	Anglais S5	2.00
	HUM05-PSH	O	Problématiques d'Ingénierie	2.50
	HUM05-EPS	O	Education physique et sportive S5	1.00
<b>6</b>	<b>HUMF1-ELSA Thea</b>		<b>THEATRE ETUDES</b>	<b>1.00</b>
	HUMF1-THEA	F	Théâtre-Etudes	1.00
<b>10</b>	<b>HUMF1-ELSA Mus</b>		<b>MUSIQUE ETUDES</b>	<b>1.00</b>
	HUMF1-MUS	F	Musique-Etudes	1.00
<b>13</b>	<b>HUMF1-SAMSTA2-4</b>		<b>SAM : Stage 2ème année / 2nd Year Work Placement</b>	<b>4.00</b>
	EII05-STA2-4	F	Stage 2ème année	4.00
	GCU05-STA2-4	F	Stage 2ème année	4.00
	GMA05-STA2-4	F	Stage 2ème année	4.00
	INF05-STA2-4	F	Stage 2e année 4cr	4.00
	ARO05-STA2-4	F	Stage 2ème année	4.00
<b>14</b>	<b>HUMF1-RIE</b>		<b>RIE : Recherche Innovation Entrepreneuriat</b>	<b>1.00</b>
	HUMF1- RI	F	Recherche Innovation	1.00
	HUMF1- IE	F	Innovation Entrepreneuriat	1.00

O : obligatoire ; C = à choix ; F = facultatif

Mécanique des milieux continus et élasticité	GMA05-MMC
Volume horaire total : 42.00 h	3.00 crédits ECTS
CM : 20.00 h, TD : 14.00 h, TP : 8.00 h	
Responsable(s) : RAGNEAU Eric	

**Objectifs, finalités :**

L'objectif principal est l'acquisition des notions essentielles pour la compréhension des lois fondamentales de la Mécanique des Milieux Continus Déformables. Le cours est axé sur une présentation moderne des concepts généraux (cinématique de déformation, lois de conservation et de bilan) . Il débouche naturellement sur des applications classiques en thermo-élasticité et en Résistance des Matériaux (cf. cours du 2ème semestre), tout en ouvrant la voie à l'utilisation de modèles plus élaborés en Thermomécanique des Grandes Transformations.

**Contenu :**

- I Géométrie des déformations
- II Cinématique
- III Lois générales de conservation
- VI Bilan d'énergie et d'entropie
- V Lois générales de comportements thermomécaniques
- Programme détaillé:
  - Géométrie des Déformations
  - Notion intuitive de déformation
  - Gradient de la transformation
  - Transport convectif
  - Tenseurs lagrangien et eulérien des Dilatations et des Déformations
  - Décomposition du Déplacement
  - Hypothèses de linéarisation (H.P.P.)
  - Equations de compatibilité en H.P.P..
  - Cinématique
- Généralisation de la notion de dérivée particulière à des fonctions vectorielles et tensorielles
  - Dérivées particulières d'éléments linéique surfacique et volumique
  - Dérivées particulières d'intégrales
  - Introduction des taux de déformation lagrangien et eulérien
  - Cas particulier des mouvements isochores.
  - Lois générales de conservation
- Conservation de la masse (forme locale et intégrale)
  - Introduction des tenseurs cinétique et dynamique
  - Loi fondamentale de la dynamique
  - Existence du tenseur des contraintes de Cauchy
  - Conséquences sur les lois de bilan de quantité de mouvement et de moment de quantité de mouvement -
- Tenseur des contraintes lagrangien
  - Théorème de l'Energie Cinétique
  - Principe des Puissances Virtuelles.
  - Bilan d'énergie et d'entropie
- Forme intégrale et locale du premier principe de la Thermodynamique
  - Bilan d'énergie interne
  - Notion d'énergie de déformation
  - Second principe de la Thermodynamique
  - Forme locale
  - Notion de dissipation
  - Lois générales de comportement thermomécaniques
- Classification des inconnues
  - rôle du second principe
  - Lois d'état
  - Relation de Gibbs et transformation de Legendre et Frenchel
  - Introduction de la Dissipation
  - Exemples : milieux hyperélastiques, thermoélasticité linéaire.

**Bibliographie :**

Jean COIRIER : Mécanique des Milieux Continus - Concepts de base. DUNOD (1997).

Georges DUVAUT : Mécanique des Milieux Continus. DUNOD (1998).

Paul GERMAIN : Cours de Mécanique des Milieux Continus. MASSON (1973).

D.S. DUGDALE et C. RUIZ : Elasticité à l'usage des Ingénieurs et Physiciens. Edisciences (1973).

**Prérequis :**

En mathématique :

Analyse Mathématique (Analyse vectorielle, problèmes aux dérivées partielles, notions de calcul tensoriel, etc...)

Dans les autres disciplines :

Connaissances assimilées en Mécanique Générale, élasticité plane et

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

Contrôle continu questionnaire lors du TP, évaluation Projet

**Modalités d'évaluation :**

1 DS de 3 heures ; Note de TP (et Note de Projet)

**Public ciblé :**

<b>Mécanique des solides indéformables</b>	<b>GMA05-MSI</b>
<b>Volume horaire total : 34.00 h</b>	<b>3.00 crédits ECTS</b>
<b>TD : 22.00 h, TP : 12.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

**Contenu :**

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

**Public ciblé :**

<b>Matériaux</b>	<b>ESM05-MAT</b>
<b>Volume horaire total : 28.00 h</b>	<b>2.00 crédits ECTS</b>
<b>CM : 14.00 h, TD : 14.00 h</b>	
<b>Responsable(s) : CORNEN Marilyne</b>	

**Objectifs, finalités :**

Aborder la métallurgie par la découverte des alliages ferreux (aciers et fontes), acquérir quelques notions de sidérurgie puis apprendre à prévoir la microstructure d'un matériau à partir de la lecture de son diagramme binaire. Approfondir les connaissances de base en métallurgie via les transformations hors équilibre classiques dans les aciers (diagrammes TTT et TRC), aborder les traitements thermiques des ferreux et enfin étendre l'apprentissage des transformations de phases aux matériaux non ferreux (aluminium, cuivreux, nickel) via de nombreux exemples.

**Contenu :**

- \_ Introduction : quels sont les matériaux ferreux ? domaines d'utilisation.
- \_ Sidérurgie (filières de production de la fonte et de l'acier, produits sidérurgiques)
- \_ L'acier : le matériau et ses grandes familles (non alliés, faiblement alliés, fortement alliés)
- \_ Diagramme binaire Fe-Fe<sub>3</sub>C ; Transformation eutectoïde des aciers
- \_ Microstructures et métallographies associées (hypo, hyper et eutectoïde)
- \_ Les propriétés de l'acier (physiques et mécaniques)
- \_ Les transformations hors d'équilibre appliquées aux aciers : TTT et TRC
- \_ Les aciers inoxydables
- \_ Normes et nuances d'acier (aciers de construction, aciers à outils, aciers du BTP, etc...)
- \_ Traitements thermiques (éventuellement, selon temps dispo)
- \_ Les fontes : les familles (FG et FB)
- \_ Diagramme Fer-Carbone stable
- \_ Les autres familles d'alliages : les cuivreux, les alu, les bases Ni. Les transformations de phase et leurs microstructures associées : transformations eutectique - péritectique- monotectique, transfo à l'état solide (eutectoïde, péritectoïde, monotectoïde, précipitation, mise en ordre, transfo allotropique) => illustration par des métallographies issues des différentes familles d'alliages.

Les TD serviront à appliquer directement les notions vues en cours : rappel du vocabulaire adéquat, interprétation de micrographies optiques ou MEB, lecture des diagrammes binaires, calculs de proportions de phases, utilisation des abaques OTUA, des courbes TTT, TRC, etc.

**Bibliographie :**

- <http://www.construiracier.fr/tout-sur-lacier/>  
 « Précis de métallurgie » J. Barralis et G. Maeder  
 « Métallurgie, du minerai au matériau » J. Philibert, A. Vignes, Y. Bréchet, P. Combrade  
 « Précis des matériaux, de la conception aux contrôles », M. Dequatremare, T. Devers  
 « Aide-mémoire de Sciences des matériaux » M. Dupeux  
 « La microstructure des aciers et des fontes : genèse et interprétation » M. Durand-Charre  
 Techniques de l'ingénieur : M 1 110, M 1 115, TBA 1050, TBA 1054, etc.  
 AFNOR  
 « Atlas des courbes de transformations », IRSID

**Prérequis :**

Notions de thermodynamique et de cristallographie. Savoir aborder un diagramme binaire.

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

1h à 2h par semaine pour se familiariser avec le vocabulaire, très riche, intégrer la lecture des diagrammes binaires à la verticale comme à l'horizontale, s'entraîner à prévoir et dessiner les microstructures attendues en fonction de l'histoire de l'échantillon. Nécessité d'apprendre la lecture de divers diagrammes (notions nouvelles).

**Modalités d'évaluation :**

1 DS 2h

**Public ciblé :**

<b>Travaux pratiques matériaux</b>	<b>GMA05-TPMAT</b>
<b>Volume horaire total : 16.00 h</b>	<b>1.00 crédits ECTS</b>
<b>TP : 16.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

Approfondir les relations microstructures-propriétés et les appliquer aux familles usuelles d'alliages. Comprendre les mécanismes diffusionnels. Acquisition de quelques notions de base en cristallographie et en utilisation des rayons X pour la caractérisation des matériaux.

**Contenu :**

I Diffusion dans les solides

1. Loi de Fick, équations de la diffusion, et résolutions dans des cas simples
2. Coefficients de diffusion - loi d'Arrhénius,
3. Etudes de problèmes de diffusion : carburation, évaporation

II Transformation de phases

1. Solidification : influence des conditions sur les propriétés (germination, ségrégation, phases hors d'équilibre).
2. Limite de solubilité et précipitation : Précipités cohérents et incohérents - Précipitation inter ou intragranulaire.

Rôle sur les

propriétés : exemples des inox, des alliages à durcissement structural ou par précipitation

3. Transformation martensitique et bainitique

Applications aux aciers et alliages à mémoire de forme.

III Traitements thermiques - Influence sur les propriétés mécaniques

Exemples pris dans les familles d'alliages ferreux, d'alliages d'aluminium, alliages cuivreux et alliages de titane

1. Recuit d'homogénéisation, dissolution de précipités.
2. Restauration-recristallisation après écrouissage.
3. Trempe, trempe et revenu (durcissement structural). Comparaison entre aciers et alliages à durcissement structural
4. Trempe martensitique superficielle et traitements thermochimiques superficiels

IV Notions de cristallographie géométrique

1. Réseaux cristallins, noeuds, mailles, motifs, indices de Miller, réseau réciproque.
2. Métaux et réseaux cristallins : réseaux cubiques, hexagonaux. Notions de plans et directions compacts, mécanismes de glissement.

V Les rayons X : leur utilisation dans la caractérisation des matériaux

1. Production des rayons X, application à l'analyse chimique des matériaux par spectrométrie d'émission (microsonde électronique).
2. Absorption : application à la radiographie (détection de défauts), à l'analyse qualitative et quantitative.
3. Fluorescence : définition, utilisation en analyse des matériaux.
4. Diffraction : approche élémentaire d'une caractérisation de la maille cristalline.

Travaux pratiques (4TP de 4 heures)

- Métallographie
- Analyses thermiques (ATS, ATD)
- Essai Jominy (2 aciers)
- Durcissement structural (aluminium cuivre)

**Bibliographie :**

C.S. BARRETT, Structure des Métaux, Dunod, Paris (1957).

TAYLOR, X-Ray Metallography, J. Wiley and Sons Inc., New-York, London (1961)

J.P. EBERHART, Analyse structurale et chimique des matériaux, Dunod, Paris (1997),

A. DE SY, J. VIDTS, Traité de métallurgie structurale théorique et appliquée, Dunod, Paris (1968).

J. PHILIBERT, A. VIGNES, Y. BRECHET, P. COMBRADE, Métallurgie du minerai au matériau, Masson, Paris (1997)

J. BARRALIS, G MAEDER, Précis de métallurgie, Elaboration, structures, propriétés, AFNOR-NATHAN(1997)

Y.ADDA, J. PHILIBERT, La diffusion dans les solides, INSTN (1966)

**Prérequis :**

Notions sur les diagrammes de phases.

Module de préspecialisation Matériaux apprécié.

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

Note de TP

**Public ciblé :**

<b>Procédés et méthodes d'industrialisation</b>	<b>GMA05-PMI</b>
<b>Volume horaire total : 42.00 h</b>	<b>4.00 crédits ECTS</b>
<b>CM : 20.00 h, TD : 22.00 h</b>	
<b>Responsable(s) : SORRE Frederic</b>	

**Objectifs, finalités :**

La démarche d'industrialisation impose de maîtriser des compétences techniques sur les procédés et sur les méthodes industrielles. La connaissance des méthodes et des procédés d'industrialisation doit, d'une part, permettre au futur ingénieur de communiquer et d'interagir avec les différents intervenants dans le processus d'élaboration et d'industrialisation d'un produit, et d'autre part, d'avoir les connaissances minimum des métiers de la production. Ce module a donc pour objectif d'apporter ces connaissances de base.

**Contenu :**

I - Méthodes :

- Défaut géométriques des produits (dimension, position, forme, état de surface)
- Spécifications géométriques des produits (interprétation et vérification)
- Identifications géométriques des surfaces
- Isostatisme (règles et symbolismes)
- Documents de fabrication
- Modélisation vectorielle des machines (Cellule élémentaires d'usinage)
- Architecture des machines à commandes numériques.

II - Procédés :

- Techniques de moulage
- Techniques de forge
- Emboutissage des métaux
- Technique d'usinage (Géométrie, matériaux, usure d'outil, efforts, paramètres)
- Moyens de mesure et de contrôle des spécifications géométriques

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

1 DS de 3 heures

**Public ciblé :**

<b>Analyse et représentation des systèmes mécaniques</b>	<b>GMA05-ARSM</b>
<b>Volume horaire total : 28.00 h</b>	<b>2.50 crédits ECTS</b>
<b>TD : 28.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

**Contenu :**

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

**Public ciblé :**

<b>Signaux et Systèmes</b>	<b>ESM05-SIG</b>
<b>Volume horaire total : 28.00 h</b>	<b>2.00 crédits ECTS</b>
<b>CM : 14.00 h, TD : 14.00 h</b>	
<b>Responsable(s) : KPALMA Kidiyo</b>	

**Objectifs, finalités :**

Présenter et appliquer les outils mathématiques permettant de mieux appréhender l'électronique, l'automatique et le traitement du signal. Les applications sont illustrées sur des exemples simples empruntés à ces disciplines.

Les compétences visées sont:

- > Comprendre le concept d'un signal et savoir le modéliser
- > Comprendre ce qu'est un système et prévoir son comportement vis-à-vis d'un signal d'entrée
- > S'approprier les outils mathématiques nécessaires à l'électronique, l'automatique et le traitement du signal

**Contenu :**

1. Généralités sur les signaux : signaux décrits par des fonctions et signaux décrits par des distributions. Signaux déterministes et signaux aléatoires ; classification des signaux déterministes selon leur dépendance en fonction du temps (signaux à temps continu et signaux à temps discret) et selon leur importance dans la caractérisation des systèmes (signaux tests sinusoïdaux, échelons et impulsions). Notion d'énergie et de puissance.
2. Généralités sur les systèmes : définition ; réponse d'un système et convolution ; mise en équation et équivalence entre systèmes (éléments dissipatifs et éléments réactifs à stockage d'énergie potentielle ou inertielle). Réponse forcée d'un système linéaire soumis à un signal d'entrée sinusoïdal (transformation complexe) ou à un signal d'entrée périodique non sinusoïdal (séries de Fourier).
3. Série de Fourier, transformations de Fourier et de Laplace - Définitions, représentation spectrale d'un signal, propriétés des transformations ; transformées de quelques signaux usuels. Notions de densité spectrale de puissance (dsp), densité spectrale d'énergie (dse). Théorème de Wiener-Kintchine.
4. Réponse d'un système linéaire à une excitation quelconque. Application de la transformée de Laplace à l'étude de la réponse temporelle d'un système linéaire soumis à une excitation quelconque ; Fonction de transfert isomorphe, représentation fréquentielle et étude de stabilité (définition de la stabilité, stabilité d'une fonction de transfert et cartographie de ses pôles ; stabilité des systèmes munis d'une boucle de réaction).

**Bibliographie :**

1. BLOT J., "Electronique linéaire - cours", Chapitre 2, Dunod Université, 1993.
2. BOITE R., NEIRYNCK J., "Traité d'électricité, Théorie des réseaux de Kirchhoff", Georgi.
3. BORNE P., DAUPHIN-TANGUY G., RICHARD J. P., ROTELLA F., ZAMBETTAKIS I., "Automatique, Analyse et régulation des processus industriels", Tome 1, Tecnip.
4. COULON F., "Traité d'électricité, Théorie et traitement des signaux", Georgi.

**Prérequis :**

Aucun

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

Révision des bases mathématiques et approfondissement du cours, préparation des exercices. Pédagogie active : participation à la résolution de problèmes au tableau.

**Modalités d'évaluation :**

Quizz (Moodle) d'une heure sans document au milieu du semestre et examen écrit de 2 heures avec documents à la fin du semestre.

**Public ciblé :**

3EII-3GPM-3GMA

<b>Automates et réseaux locaux industriels</b>	<b>GMA05-AURES</b>
<b>Volume horaire total : 42.00 h</b>	<b>3.00 crédits ECTS</b>
<b>CM : 16.00 h, TD : 10.00 h, TP : 16.00 h</b>	
<b>Responsable(s) : MAURINE Patrick</b>	

**Objectifs, finalités :**

Maîtriser les outils (automates et réseaux locaux industriels) mis en oeuvre pour la commande séquentielle des systèmes automatisés de production.

**Contenu :**

1. Synthèse et optimisation de systèmes logiques séquentiels.
  - Machines de Mealy et machines de Moore.
  - Représentation des systèmes séquentiels.
  - Bascules.
  - Synthèse des systèmes séquentiels synchrones - Méthode de Huffman-Mealy.
2. Automates Programmables Industriels (API)
  - Situation et rôle de l'API au sein d'un Système Automatisé de Production (SAP).
  - Spécificité, structure, fonctionnement d'un API.
  - Périphériques et connectique de l'automate.
  - Langages de programmation des API.
  - Mise en réseau.
3. Grafcet
  - Définitions et normalisation.
  - Eléments de base. Règles de syntaxe et d'évolution. Structures de base et structures particulières.
  - Extension des représentations : macro-étapes.
  - Implantation du grafcet : algorithme et équations équivalentes.
  - Partition et situation d'un grafcet. Forçage des situations.
4. Réseaux Locaux Industriels (RLI)
  - Architecture fonctionnelle des réseaux locaux industriels : modèles CIM et 3-axes.
  - Réseaux de terrain : architecture, modèle OSI (réduit). Réseaux FIP, ASI et PROFIBUS.

**Bibliographie :**

1. GRÉPA, " Le Grafcet ", 2ème édition, 1995, Cépadués
2. CIAME, " Réseaux de terrain ", 1998, Hermès

**Prérequis :**

1. Logique combinatoire
2. Etude et optimisation des systèmes logiques combinatoires

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

1 DS de 2 heures; 1 note de TP

**Public ciblé :**

<b>Outils d'Analyse pour l'Ingénieur</b>	<b>ESM05-ANAL</b>
<b>Volume horaire total : 20.00 h</b>	<b>1.50 crédits ECTS</b>
<b>CM : 10.00 h, TD : 10.00 h</b>	
<b>Responsable(s) : LEY Olivier</b>	

**Objectifs, finalités :**

Calcul intégral - Transformée de Fourier - Analyse complexe

**Contenu :**

1. Calcul intégral :
  - Introduction à l'intégrale de Lebesgue, fonctions intégrables
  - Théorèmes de convergence
  - Intégrales dépendant d'un paramètre
  - Théorème de Fubini
  - Convolution
2. Transformée de Fourier :
  - Transformée de Fourier d'une fonction intégrable
  - Propriétés et inversion
  - Transformée de Fourier d'une fonction de carré intégrable
  - Théorème de Plancherel
3. Analyse complexe :
  - Fonctions holomorphes
  - Séries entières
  - Fonctions exponentielle et logarithmes
  - Intégrale le long d'un chemin
  - Formule de Cauchy
  - Formule des résidus
  - Calcul d'intégrales par la méthode des résidus

**Bibliographie :**

1. M. Bergounioux, Mathématiques pour le traitement du signal, Mathématiques appliquées pour le Master, 2ème édition, Dunod, 2014.
2. W. Rudin, Analyse réelle et complexe, Masson, 1995.

**Prérequis :**

Bases d'analyse réelle de premier cycle

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

30h

**Modalités d'évaluation :**

1 devoir surveillé

**Public ciblé :**

Etudiants de 3ème année

<b>Initiation à Matlab</b>	<b>ESM05-MATLAB</b>
<b>Volume horaire total : 12.00 h</b>	<b>1.00 crédits ECTS</b>
<b>CM : 2.00 h, TP : 10.00 h</b>	
<b>Responsable(s) : PEDESSEAU Laurent</b>	

**Objectifs, finalités :**

- Donner aux élèves le support pédagogique nécessaire à l'utilisation de Matlab pour le calcul matriciel et de Simulink pour la résolution de problème physique.
- Assimiler les concepts de base des scripts et fonctions pour acquérir la maîtrise du logiciel de calcul.
- Utiliser les méthodes fft et ode pour la résolution de différents problèmes de champs, physique des matériaux, mécanique des solides déformables, mécanique des fluides, mécanique quantique, transferts thermiques, électromagnétisme et électronique des semi-conducteurs.

**Contenu :**

Introduction, Généralités, Calcul matriciel, lecture et écriture dans un fichier, introduction à l'étude de problèmes par Simulink.

**Bibliographie :**

- Kelly Bennett: MATLAB Applications for the Practical Engineer. InTech 2014.
- Wikibooks 2012: MATLAB Programming. [http://en.wikibooks.org/wiki/MATLAB\\_Programming](http://en.wikibooks.org/wiki/MATLAB_Programming)
- Subhas Chakravarty: Technology and Engineering Applications of Simulink. InTech 2012

**Prérequis :**

Algèbre, calcul Matriciel, analyse numérique, simulation.

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

10 h de travaux pratiques + 2heures de cours

**Modalités d'évaluation :**

Compte-rendu des TPs.

**Public ciblé :**

<b>Gestion du Risque</b>	<b>HUM05-RISQ</b>
<b>Volume horaire total : 22.00 h</b>	<b>1.50 crédits ECTS</b>
<b>CM : 22.00 h, CM : 22.00 h</b>	
<b>Responsable(s) : GALL Philippe</b>	

**Objectifs, finalités :**

Faire prendre conscience que l'environnement dans lequel évolue un ingénieur est rempli d'incertitudes et de dangers. L'ingénieur doit néanmoins rester maître de ses choix et de ses actes dans des limites définies par le risque acceptable dans un contexte actuel de développement durable et de transition écologique.  
 Comment se situer en tant que scientifique par rapports aux 17 Objectifs de Développement Durable (ODD) et ceux des accords de Paris (2T)?  
 Comprendre la crise écologique.  
 Comprendre les liens entre notre modèle socio-économique et crise écologique.  
 Transformer l'entreprise pour la transition écologique  
 Acquérir les bases de la prévention du risque en particulier pour la santé.  
 S'initier à la prévention des risques professionnels.  
 Comprendre les liens entre travail et santé.  
 Comprendre l'accident de travail.  
 Evaluation des risques professionnels.  
 Application d'une démarche de santé et sécurité au travail.  
 Prise de conscience de l'impact des décisions.  
 Témoignages des professionnels.

**Contenu :**

Développement Durable et Responsabilité Sociétale.

-Module 1 : Comprendre la crise écologique. Comprendre le réchauffement climatique, comprendre l'érosion de la biodiversité, approfondir les enjeux de la crise écologique, la crise écologique : une crise systémique, l'accélération de la crise écologique globale, crise écologique : vers l'effondrement ?

-Module 2 : Comprendre les liens entre notre modèle socio-économique et la crise écologique. L'énergie au cœur de la crise climatique et écologique, un modèle socio-économique construit au détriment des écosystèmes, les grands défis de la transition carbone, les grands défis de la protection de l'écosystème, écologie : la grande oubliée des indicateurs socio-économiques, transition écologique globale : des choix de société.

-Module 3 : Transformer l'entreprise pour la transition écologique. L'entreprise face à sa responsabilité sociale et environnementale, accélérer la transformation durable des entreprises, comprendre et mesurer pour mieux agir en entreprise face à a crise écologique, passer à l'action pour la transition écologique en entreprise, réinventer un modèle d'entreprise durable, vers une rupture des paradigmes économiques ?

Bases en Prévention Santé et Sécurité au Travail.

- Module 1 : S'initier à la prévention des risques professionnels. Les valeurs et les enjeux, l'esprit de la réglementation, les acteurs internes et externes de la prévention en entreprise, les accidents du travail, les maladies liées au travail.

- Module 2 : Comprendre les liens entre travail et santé. Les composantes d'une situation de travail, du travail prescrit à l'activité, les déterminants de l'activité, la variabilité et les aléas, l'activité, un schéma de synthèse, la santé au travail.

- Module 3 : Comprendre l'accident de travail. Les réactions immédiates, la pluricausalité, les faits, l'enquête, le mécanisme de l'accident, l'arbre des causes, de l'analyse à la prévention.

- Module 4 : Participer à l'évaluation des risques professionnels. Pourquoi évaluer les risques professionnels ? s'engager dans une démarche, identifier les risques, analyser les risques, caractériser les risques, rechercher des mesures de prévention, planifier des actions.

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

Aucun

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

Sulitest

MOOC – C3D : Comprendre la crise écologique pour réinventer l'entreprise.

Modules (4) de formation à distance de l'INRS labélisés CTI.

Face à face avec des professionnels

Formation hybride alternant la formation présentielle et la formation distancielle asynchrone avec des quiz de validation.

**Modalités d'évaluation :**

1 note sur 10 est extraite du Sulitest, 4 notes sur 5 des modules INRS et 2 notes sur 10 pour le MOOC (synthétisant 3 quizz et une évaluation)

Un module est validé si sa note finale est supérieure ou égale à 10/20.

\_ Le rattrapage ne concerne que l'élément de module ayant une note inférieure à 10/20. La note du module après rattrapage ne peut en aucun cas excéder 10/20.

\_ La note de rattrapage est prise en compte dans le calcul de la nouvelle note finale du module uniquement si elle améliore cette note.

Un module non validé (Moyenne finale inférieure à 10/20) peut être acquis par compensation à la fin du semestre si la moyenne générale du semestre (moyenne de tous les modules du semestre en cours) est supérieure ou égale à 10/20.

**Public ciblé :**

Etudiants de 3ème année

<b>Anglais S5</b>	<b>HUM05-ANGL</b>
<b>Volume horaire total : 28.00 h</b>	<b>2.00 crédits ECTS</b>
<b>TD : 28.00 h</b>	
<b>Responsable(s) : LE VOT Philippe</b>	

**Objectifs, finalités :**

Améliorer ses capacités à s'exprimer, comprendre et interagir dans des situations de la vie quotidienne, en mettant l'accent plus particulièrement sur la vie professionnelle et sociale.

Objectifs linguistiques :

Obtention ou renforcement du niveau B2 (requis pour la validation du diplôme d'ingénieur et défini par le CECRL )

**Contenu :**

-Approche actionnelle de la langue, apprendre en faisant:

parler et écouter, rédiger un document en mobilisant les capacités à résoudre, construire, démontrer et convaincre.

-Savoir s'exprimer avec précision par une utilisation rigoureuse de la syntaxe et de la phonologie.

Des activités faisant appel à la créativité et la réactivité de l'élève, telles que débats, jeux de rôle, présentations orales individuelles avec support PowerPoint, projets... seront basées sur des sujets d'actualité, scientifique et sociétale.

-Développement de compétences spécifiques en lien avec le monde professionnel :

Rédaction d'e-mails

Anglais technique

Notions d'interculturalité étudiées.

En plus du cours d'anglais, un cours de soutien d'1h30 par semaine (sur 10 semaines) est organisé en petits groupes d'élèves, afin de les aider à se remettre à niveau concernant leurs diverses compétences - compréhension écrite et orale, expression écrite et orale, interaction.

Ce cours est obligatoire pour tous les élèves ayant obtenu un score faible au test de niveau de début d'année et optionnel pour ceux qui en éprouvent le besoin. Il ne donne pas lieu à une évaluation."

**Bibliographie :**

- Dictionnaire Robert et Collins bilingue ou Collins Cobuild unilingue

- English Grammar in Use (Cambridge University Press)

**Prérequis :**

Une bonne maîtrise du programme de STPI est essentielle: B1/B2

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

Les cours ont une durée de deux heures et sont dispensés dans des salles équipées pour la plupart de vidéoprojecteurs et sonorisées. Nous disposons d'un laboratoire de langues de type multimédia ainsi que d'un Centre de Ressources Informatiques afin de pouvoir accueillir les étudiants dans un cadre adapté à un enseignement stimulant.

-Les ressources pédagogiques utilisées sont des articles de presse, des documents audio et vidéo (reportages télévisés, extraits de films ou de séries), Internet est utilisé comme source documentaire.

-Un travail personnel régulier est demandé. L'étudiant se doit d'être curieux et ne pas arrêter sa pratique à la salle de cours.

**Modalités d'évaluation :**

Un examen écrit de 2h en fin de semestre (expression écrite visée) (2/3)

Évaluation de la compréhension orale : une présentation orale individuelle en cours (1/3)

**Public ciblé :**

<b>Problématiques d'Ingénierie</b>	<b>HUM05-PSH</b>
<b>Volume horaire total : 26.00 h</b>	<b>2.50 crédits ECTS</b>
<b>TD : 26.00 h</b>	
<b>Responsable(s) : ECHARD Philippe</b>	

**Objectifs, finalités :**

Mener une réflexion rigoureuse et synthétique sur un thème donné, relatif à un sujet lié aux thématiques du département de spécialité.

Amener les étudiants à prendre conscience des différents domaines d'application et d'intervention de leur spécialité

Objectifs de recherche :

- savoir définir un objet d'étude et y associer une problématique pertinente,
- savoir trouver de l'information pertinente, en mobilisant notamment les ressources disponibles sur Internet : connaissance et utilisation de sites dédiés à leur spécialité
- être capable d'établir une bibliographie scientifique
- sensibiliser aux pièges de la recherche : copier/coller, citations sans références, paraphrase, plagiat...

Objectifs de communication :

- savoir produire des supports et des événements de communication de qualité : rapport écrit, bibliographie, iconographie, glossaire, présentation pwt ou prezi, compte-rendu d'entretiens à caractère professionnel, etc
- maîtriser l'écrit et sensibiliser les étudiants à la maîtrise de l'orthographe grammaticale et lexicale, de la ponctuation, de la mise en page

Objectifs de management

- Savoir gérer un projet collectif : planifier et coordonner les actions pour produire les livrables attendus dans les délais impartis.
- Savoir travailler en équipe : identifier et utiliser les compétences de chacun

**Contenu :**

Les étudiants constituent des équipes et choisissent un sujet d'étude validé par l'enseignant. Leurs recherches documentaires doivent les conduire à la définition d'une problématique et à la rédaction d'un rapport écrit (comprenant 1 note de synthèse de 5 pages + 1 bibliographie commentée + abstract/résumé) conforme aux exigences universitaires.

Apports méthodologiques :

- recherche documentaire, sur Internet notamment. Apprentissage du logiciel ZOTERO
- techniques de brainstorming et cartes heuristiques
- définition d'une problématique
- rédaction d'un rapport écrit de type universitaire, d'une bibliographie
- techniques de gestion de projet

**Bibliographie :**

Mise à disposition en ligne (Moodle) de supports de cours et de références bibliographiques.

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

Alternance de séances de méthodologie et de suivi d'avancement des travaux d'équipes

**Modalités d'évaluation :**

Contrôle continu :

- 1 écrit (rapport comprenant : 1 note de synthèse + 1 bibliographie commentée + abstract/résumé)
- 1 oral (soutenance avec support pwpt ou prezi)

**Public ciblé :**

<b>Education physique et sportive S5</b>	<b>HUM05-EPS</b>
<b>Volume horaire total : 24.00 h</b>	<b>1.00 crédits ECTS</b>
<b>TD : 24.00 h, TD : 24.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

Compétences :

Connaître les APSA, s'y évaluer et progresser

- évaluer son niveau de maîtrise technique
- comprendre le processus d'apprentissage pour mieux se transformer et améliorer sa maîtrise de l'APS
- s'engager authentiquement pour comprendre et analyser les situations, leurs buts, les déterminants des comportements et attitudes dans un contexte donné.
- améliorer ses qualités corporelles et psychomotrices en utilisant les APSA
- s'approprier de manière critique les savoirs
- rechercher la détente physique et psychologique en compensation du travail intellectuel par les APSA

Relation aux autres et s'organiser à plusieurs

- interagir avec les autres
- s'exposer pour animer, organiser des groupes restreints sur des tâches à réaliser
- communiquer pour rendre plus efficace la recherche de progrès d'un individu ou/et d'une équipe
- être à l'écoute des réactions d'autrui pour satisfaire, si possible, les intérêts personnels et généraux.
- s'ouvrir à la contradiction et décider collectivement
- savoir communiquer : savoir écouter, s'exprimer, changer de rôle, travailler en équipe.

Maîtriser les savoir-être

- savoir créer : s'adapter, inventer, réinventer, innover, imaginer
- savoir se situer : dans une norme, dans un projet ou une organisation, savoir critiquer et être critiqué, savoir se remettre en cause.
- savoir se responsabiliser : respect des droits et des devoirs, mener un projet à son terme, prendre des risques calculés, s'engager dans l'action, s'investir.
- se dépasser, connaître et dépasser ses limites personnelles
- mieux se connaître grâce aux APSA
- apprendre à mieux gérer son stress

Autonomie, découverte

- aller vers l'autonomie
  - s'engager dans une démarche de progrès
  - passer d'une approche ludique, hygiénique et énergétique de cette discipline à une approche formatrice.
  - mettre à l'épreuve l'éthique de son activité
- découvrir de nouvelles APS

Objectifs pédagogiques:

Travail en équipe et connaissance de soi, communication, création et responsabilisation  
"managérat"

**Contenu :**

Choix d'un menu de 2 A.P.S

- Escalade (1 pour entrants ou 2) ou Badminton par équipe "managérat"
- Plein air 1 C.O ou kayak ou golf

**Bibliographie :**

Plusieurs livres spécialisés sont à disposition des élèves à la bibliothèque. Des sites Internet sont proposés en lien sur le site EPS.

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

groupes de 24 constitués par menu

7 séances de 2h activité 1, 4 séances de 2h activité 2

le complément du cycle est programmé sur l'autre semestre

**Modalités d'évaluation :**

L'évaluation fait le point de la participation des élèves, leur progression et de leurs acquisitions motrices. C'est l'occasion d'une réflexion critique de l'élève sur son parcours sportif au regard des objectifs de formation. L'effort d'explicitation des compétences acquises est une condition de réinvestissement des apprentissages et d'une meilleure connaissance de soi.

Exemple de Notation : 10 pts adaptation des conduites motrices 5 pts communication quantitatives et qualitative - 5 pts prises de responsabilités et investissement

**Public ciblé :**

<b>Théâtre-Etudes</b>	<b>HUMF1-THEA</b>
<b>Volume horaire total : 27.00 h</b>	<b>1.00 crédits ECTS</b>
<b>TD : 27.00 h</b>	
<b>Responsable(s) : MERIC Stephane</b>	

**Objectifs, finalités :**

Initiation et/ou perfectionnement du jeu théâtral sur un parcours artistique théâtral construit de l'écriture au plateau.

**Contenu :**

En partenariat avec l'ADEC-Maison du théâtre amateur de Rennes, la section "Théâtre-Etudes" s'adresse aux étudiants souhaitant s'initier ou se perfectionner au jeu théâtral et propose des modules de formation avec des artistes professionnels. En phase avec sa programmation annuelle, l'ADEC, en étroite collaboration avec le responsable de la section "Théâtre -Etude" construit un parcours artistique théâtral, de l'écriture au plateau sur quatre semestres successifs avec quatre artistes-intervenants différents.

Le recrutement de la section "Théâtre-Etudes" s'effectue tous les deux ans pour constituer une promotion de 15 étudiants s'inscrivant sur un parcours artistique d'une durée de deux ans. La section "Théâtre -Etudes" est ouverte à tous les élèves ingénieurs, sans prérequis et inscrits à l'INSA de Rennes entre la première et la troisième année. Chaque élève-ingénieur inscrit dans cette section s'engage à suivre la formation proposée sur la durée de deux ans. Une évaluation a lieu à la fin de chaque semestre du parcours par le responsable de la section.

Depuis septembre 2017, une compagnie théâtrale professionnelle, ayant un lien de création et de formation avec l'ADEC, propose un univers artistique à la promotion de l'année en cours. Le travail s'effectue soit autour d'une oeuvre théâtrale soit autour d'un travail original à partir de matériaux (travail d'écriture, travail de montage de textes). De manière générale, le travail de plateau reprend les bases du jeu d'acteur pour aborder les propositions artistiques. En complément de ce parcours, l'ADEC propose deux interventions autour de la découverte de la littérature théâtrale à la bibliothèque de l'ADEC et de l'initiation aux techniques de la lumière et de la régie.

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

pas de prérequis de jeu demandé.

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

Le jeudi après-midi sur le plateau de l'ADEC à Rennes

**Modalités d'évaluation :**

Validation basée sur l'engagement de l'étudiant-e

**Public ciblé :**

étudiant-e inscrit-s entre la première et la troisième année

<b>Musique-Etudes</b>	<b>HUMF1-MUS</b>
Volume horaire total : 25.00 h	1.00 crédits ECTS
TD : 25.00 h	
<b>Responsable(s) : HOLZNER-JACQUES Cecile</b>	

**Objectifs, finalités :**

Compétences ciblées :

- Travailler et communiquer en équipe
- Ouverture culturelle
- Écoute de l'autre
- Gérer son stress
- Prendre confiance en soi

Les élèves ont la possibilité de combiner leurs études et leur passion pour la musique. Au sein de deux formations orchestrales, Jazz et classique, ils continuent la pratique instrumentale et suivent une formation musicale de qualité encadrée par des enseignants du Conservatoire Régional de Rennes. Ils développent à travers la pratique musicale collective des capacités d'écoute, d'adaptation et de collaboration, essentielles à tout travail d'équipe. Ils participent activement à la vie culturelle de l'école et se produisent fréquemment en public. La pratique artistique collective au sein de l'établissement contribue à l'épanouissement personnel des élèves. d'adaptation et de collaboration essentielles à tout travail d'équipe.

**Contenu :**

Cours collectif de 2h par semaine au sein de deux ensembles, JAZZ et classique.

Pratique instrumentale en formation de musique de chambre encadrée.

Participation aux festivals et organisation des événements culturels de l'École.

Plusieurs concerts et représentations dans l'année à l'INSA et à l'extérieur.

**Bibliographie :**

Partitions distribuées en début d'année

**Prérequis :**

Une bonne pratique instrumentale, Études musicales au Conservatoire ou dans une École de Musique, Maîtrise de la lecture

Les admissions dans la filière se font sur dossier et suite à une audition, organisée en début d'année.

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

2 heures de pratique collective par semaine

Formations de musique de chambre, pratique encadrée

Travail personnel en autonomie et en groupe

**Modalités d'évaluation :**

Validation

**Public ciblé :**

Élèves INSA ,Sciences Po , Centrale/Supélec et étudiants extérieur

<b>Stage 2ème année</b>	<b>EII05-STA2-4</b>
<b>Volume horaire total : 240.00 h</b>	<b>4.00 crédits ECTS</b>
<b>DIV : 0.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

**Contenu :**

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

**Public ciblé :**

<b>Stage 2ème année</b>	<b>GCU05-STA2-4</b>
<b>Volume horaire total : 240.00 h</b>	<b>4.00 crédits ECTS</b>
<b>CONF : 0.00 h, DIV : 0.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

**Contenu :**

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

**Public ciblé :**

<b>Stage 2ème année</b>	<b>GMA05-STA2-4</b>
<b>Volume horaire total : 240.00 h</b>	<b>4.00 crédits ECTS</b>
<b>DIV : 0.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

**Contenu :**

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

**Public ciblé :**

<b>Stage 2e année 4cr</b>	<b>INF05-STA2-4</b>
<b>Volume horaire total : 240.00 h</b>	<b>4.00 crédits ECTS</b>
<b>DIV : 0.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

**Contenu :**

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

**Public ciblé :**

<b>Stage 2ème année</b>	<b>ARO05-STA2-4</b>
<b>Volume horaire total : 240.00 h</b>	<b>4.00 crédits ECTS</b>
<b>DIV : 0.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

**Contenu :**

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

**Public ciblé :**

<b>Recherche Innovation</b>	<b>HUMF1- RI</b>
<b>Volume horaire total : 8.00 h</b>	<b>1.00 crédits ECTS</b>
<b>TD : 8.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

Le module a pour objectif de sensibiliser les étudiants de 3ème année au domaine de la recherche.

Compétences visées :

- Découvrir le monde de la recherche
- Comprendre le périmètre et les missions d'un chercheur ou d'un enseignant-chercheur scientifique
- Comprendre ce qu'est la démarche de recherche et l'intégrité scientifique
- Communiquer avec un spécialiste sur son parcours (chercheur ou enseignant-chercheur)
- S'interroger sur son choix d'orientation professionnelle

**Contenu :**

- Les structures de recherche et les statuts des chercheurs et enseignants-chercheurs
- Les financements de la recherche
- Les différences entre innovation et recherche
- L'importance de l'état de l'art et les bases bibliographiques
- Les publications scientifiques et leurs enjeux

**Bibliographie :**

Mise à disposition à la demande.

**Prérequis :**

Aucun

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

Le module est organisé sur le principe de la formation-action. Les étudiants sont incités à individuellement :

- rencontrer un chercheur ou enseignant-chercheur au S5
- et assister à un séminaire de recherche ou une soutenance de thèse (1 à 2 événements au S5)

L'étudiant informe son tuteur de ses démarches et rend compte régulièrement de son avancement.

**Modalités d'évaluation :**

- Un compte-rendu (écrit de 2-3 pages ou montage audio ou vidéo) de l'entretien avec un chercheur ou enseignant-chercheur.
- Un compte-rendu (de 2-3 pages) par événement choisi.

**Public ciblé :**

Etudiants de 3ème année.

Module optionnel.

<b>Innovation Entrepreneuriat</b>	<b>HUMF1- IE</b>
<b>Volume horaire total : 8.00 h</b>	<b>1.00 crédits ECTS</b>
<b>TD : 8.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

Le module se donne comme objectifs de susciter l'esprit d'entreprendre de futurs ingénieurs, de stimuler leur créativité ainsi que leur sens de l'initiative.

Compétences attendues :

- s'ouvrir au processus d'innovation et d'idéation,
- savoir observer et considérer l'existant pour générer des idées nouvelles,
- tirer tout ce que l'on peut du milieu dans lequel on veut insérer son projet,
- savoir convaincre et maîtriser sa communication.

**Contenu :**

Chaque étudiant est suivi par un tuteur.

À l'aide d'une liste d'événements présélectionnés par son tuteur, l'étudiant.e construit son programme d'exploration sur deux semestres et choisit d'assister à 1 à 2 événements au semestre 5.

L'étudiant.e informe son tuteur de ses démarches et rend compte régulièrement de son avancement.

**Bibliographie :**

Mise à disposition à la demande.

**Prérequis :**

Aucun

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

Le module est organisé sur le principe de la formation-action. Les étudiants sont incités à profiter de l'offre événementielle rennaise (dont l'offre INSA) centrée sur les thématiques de l'innovation et de l'entrepreneuriat pour identifier des besoins, des technologies ou des tendances inspirantes.

**Modalités d'évaluation :**

Livable(s) : un compte-rendu écrit par événement choisi par l'étudiant.e

**Public ciblé :**

Semestre 6

Parcours Apprentissage

<b>1</b>	<b>GMA06-01-FISA</b>		<b>MECANIQUE &amp; MATERIAUX FISA S6</b>	<b>6.00</b>
	GMA06-CDM FISA	O	Cinématique et dynamique des mécanismes	2.00
	GMA06-MDF FISA	O	Mécanique des fluides	2.00
	GMA06-RDM FISA	O	Résistance des matériaux	2.00
<b>2</b>	<b>GMA06-02-FISA</b>		<b>CONCEPTION &amp; PROCEDES FISA S6</b>	<b>3.00</b>
	GMA06-DICM FISA	O	Dimensionnement et intégration des composants mécaniques	1.00
	GMA06-MOPI FISA	O	Mise en oeuvre des procédés d'industrialisation	2.00
<b>3</b>	<b>GMA06-03-FISA</b>		<b>AUTOMATIQUE &amp; MODELISATION FISA S6</b>	<b>4.00</b>
	GMA06-AUT FISA	O	Automatique I	2.00
	GMA06-MSMD FISA	O	Modélisation des systèmes mécaniques discrets	1.00
	GMA06-EDP FISA	O	Equations aux dérivées partielles	1.00
<b>4</b>	<b>GMA06-04-FISA</b>		<b>HUMANITES FISA S6</b>	<b>5.00</b>
	GMA06-ANGL FISA	O	Anglais	2.00
	GMA06-AMEL FISA	O	Gestion de Production et Amélioration continue	1.00
	GMA06-COMPT FISA	O	Comptabilité Finance Contrôle de Gestion	1.00
	GMA06-EPS FISA	O	Education Physique et Sportive	1.00
<b>5</b>	<b>GMA06-05-FISA</b>		<b>EXPERIENCE PROFESSIONNELLE FISA S6</b>	<b>12.00</b>
	GMA06-MISSI FISA	O	Mission Entreprise	10.00
	GMA06-PPS FISA	O	Parcours professionnel et Scolaire	2.00

O : obligatoire ; C = à choix ; F = facultatif

<b>Cinématique et dynamique des mécanismes</b>	<b>GMA06-CDM FISA</b>
<b>Volume horaire total : 42.00 h</b>	<b>2.00 crédits ECTS</b>
<b>TA : 8.00 h, TA : 8.00 h, TD : 18.00 h, TD : 18.00 h, TP : 16.00 h, TP : 16.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

Méthodes et principes généraux d'étude des mécanismes qui présentent des approches systématisées pour le calcul des systèmes mécaniques à partir de conditions données.

**Contenu :**

Cinématique et dynamique des mécanismes

- Analyse structural des mécanismes. Analyse des positions singulières des mécanismes
- Mécanismes à structure particulière (mécanisme de Bennet, mécanisme spatial sphérique à quatre barres, mécanisme de Sarrus).
- Analyse cinématique des mécanismes spatiaux. Méthode de transformation de coordonnées : méthode " Denavit-Hartenberg "
- Analyse cinématique des mécanismes à chaîne fermée. Mécanismes à cames : principales lois de mouvement avec leurs caractéristiques types.
- Exemple de profilage d'une came avec un récepteur élastique. Cinématique des mécanismes articulés à engrenage.
- Mécanisme de Watt.
- Synthèse géométrique des mécanismes. Problème de Burmister. Synthèse d'un mécanisme polyarticulé, générateur de fonction pour trois, quatre et cinq positions données (méthode polynomiale)
- Problème de la reproduction approximative d'un mouvement donné (approximation par la valeur moyenne quadratique et la minimisation de la valeur maximale : approximation de Chébichev)
- Synthèse des mécanismes avec des conditions supplémentaires (l'angle de transmission, etc.)
- Equations de Newton-Euler. Principe de d'Alambert et calcul des efforts dans les liaisons de mécanismes : Méthode matricielle. Groupes d'Assur : simplification des calculs par la matrice de taille réduite.
- Equation de Lagrange. Exemples des systèmes industriels et différentes applications.
- Equation de mouvement des mécanismes à un degré de liberté (une forme simplifiée de l'équation de Lagrange).
- Moment moteur : calcul et minimisation. Système de décharge des éléments de mécanismes.

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

Applications linéaires, matrices  
Equations différentielles  
Méthodes d'approximation (VMQ, Tchebichev, etc.)

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

1 devoir surveillé de 2H, note de TP

**Public ciblé :**

<b>Mécanique des fluides</b>	<b>GMA06-MDF FISA</b>
<b>Volume horaire total : 42.00 h</b>	<b>2.00 crédits ECTS</b>
<b>TA : 8.00 h, TA : 8.00 h, TD : 22.00 h, TD : 22.00 h, TP : 12.00 h, TP : 12.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

**Contenu :**

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

**Public ciblé :**

<b>Résistance des matériaux</b>	<b>GMA06-RDM FISA</b>
<b>Volume horaire total : 42.00 h</b>	<b>2.00 crédits ECTS</b>
<b>TA : 8.00 h, TA : 8.00 h, TD : 22.00 h, TD : 22.00 h, TP : 12.00 h, TP : 12.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

**Contenu :**

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

**Public ciblé :**

<b>Dimensionnement et intégration des composants mécaniques</b>	<b>GMA06-DICM FISA</b>
<b>Volume horaire total : 28.00 h</b>	<b>1.00 crédits ECTS</b>
<b>TA : 6.00 h, TD : 22.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

- Analyser un schéma technologique
- Concevoir et intégrer des liaisons technologiques dans un système
- Mettre en œuvre une méthodologie de conception en CAO à partir du contexte fonctionnel d'un système, Intégrer les contraintes liées aux procédés de fabrication d'une pièce mécanique

**Contenu :**

1. Conception d'un guidage par roulement à partir d'un schéma technologique
  - \_ Choix des composants
    - Choix et mise en œuvre d'une solution de montage
    - Calcul de la durée de vie
2. Dimensionnement de liaisons complètes (par obstacle et par assemblage vissé)
  - Choix de composants et intégration
3. Dimensionnement d'engrenages
  - Vérifier la tenue des dentures d'un engrenage
  - Analyser le fonctionnement et déterminer les caractéristiques d'un train épicycloïdal
4. Modélisation numérique sur CATIA V5
  - Tables de paramétrage et création de catalogues de pièces
  - Mise en place d'un "squelette"
  - Mé Découverte d'un atelier orienté « métier »

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

**Public ciblé :**

<b>Mise en oeuvre des procédés d'industrialisation</b>	<b>GMA06-MOPI FISA</b>
<b>Volume horaire total : 42.00 h</b>	<b>2.00 crédits ECTS</b>
<b>TA : 8.00 h, TD : 18.00 h, TP : 16.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

**Contenu :**

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

**Public ciblé :**

<b>Automatique I</b>	<b>GMA06-AUT FISA</b>
<b>Volume horaire total : 40.00 h</b>	<b>2.00 crédits ECTS</b>
<b>TA : 8.00 h, TD : 20.00 h, TP : 12.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

L'automatique est une science qui traite de la modélisation, de l'analyse, de l'identification et de la commande des systèmes dynamiques. L'objectif de ce cours est de donner aux étudiants une bonne connaissance des méthodes classiques pour :

- Modéliser et identifier un système à partir d'une représentation temporelle ou fréquentielle ;
- Analyser son comportement temporel et fréquentiel en boucle ouverte et en boucle fermée ;
- Synthétiser des lois de commande analogique sous forme polynomiale ou d'état.

Ce cours se limite aux systèmes à temps continus (espace de la transformée de Laplace). Les systèmes à temps discret (espace de la transformée en Z) font l'objet d'un autre cours

**Contenu :**

- Définitions - Domaines d'application -Bref historique ; - Modèles simples et méthodes graphiques d'identification : modèles du premier ordre, du deuxième ordre, d'ordre n, retard-premier ordre (Broïda), modèle de Ziegler-Nichols, modèle de Strejc ; - Systèmes asservis - structure et représentation : la notion de boucle fermée, intérêt et schéma général, représentation graphique des fonctions de transfert en boucle ouverte et en boucle fermée, diagrammes de Bode, abaque de Black-Nichols ; - Stabilité et précision des systèmes bouclés : critères de stabilité de Routh-Hurwitz et de Nyquist, marges de stabilité, précisions statique et dynamique, indices de performance, robustesse et sensibilité ; - Spécifications temporelles et fréquentielles - Relations entre les comportements temporels et fréquentiels ; - Effets de l'ajout de pôles et de zéros à une fonction de transfert, étude des pôles dominants ; - Régulation et asservissement - Les actions Proportionnelle, Intégrale et Dérivée - Correction par anticipation - Avance et Retard de phase – Corrections tachymétriques ; - Méthodes de conception des correcteurs : semi-empirique, Naslin, Bode, Nyquist, Black-Nichols, lieu des pôles (Evans), commande avec modèle interne, prédicteur de Smith ; - Introduction aux systèmes non-linéaires : méthodes du plan de phase et du premier harmonique, influence de non-linéarités de type seuil, saturation...  
 - Analyse des systèmes dynamiques dans l'espace d'état ; - Modèles d'état : concept d'état, propriétés des équations d'état, conversion état-transfert ; - Commande par retour d'état : représentation d'état continue, commandabilité, observabilité, décomposition canonique, commande modale des systèmes monovariables, placement de pôles dans le cas multivariable.

**Bibliographie :**

- RIVOIRE M., FERRIER J.-L., 1992, " Cours d'automatique - tome 2 : asservissement, régulation et commande analogique ", Eyrolles. - KUO Benjamin C., 1995, " Automatic control systems ", Prentice Hall International Editions. - DE LARMINAT Ph., 1993, " Automatique, commande des systèmes linéaires ", Hermès. - BORNE P. et al., "Analyse et régulation des processus industriels", Tome 1, Régulation continue, Technip (Paris), - JAUME D., 1989, « Applications du formalisme d'état à la commande des systèmes continus », Eyrolles. - GILLE J.-C., CLIQUE M., 1990, « Systèmes linéaires - Equations d'état », Eyrolles

**Prérequis :**

Module Signaux et Systèmes

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

Apprentissage du cours, préparation des travaux dirigés et pratiques

**Modalités d'évaluation :**

Un examen écrit de 1 heure sans document au cours du semestre et un examen écrit de 2 heures avec documents à la fin du semestre.

**Public ciblé :**

<b>Modélisation des systèmes mécaniques discrets</b>	<b>GMA06-MSMD FISA</b>
<b>Volume horaire total : 24.00 h</b>	<b>1.00 crédits ECTS</b>
<b>TA : 2.00 h, TD : 14.00 h, TP : 8.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

**Contenu :**

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

**Public ciblé :**

<b>Equations aux dérivées partielles</b>	<b>GMA06-EDP FISA</b>
<b>Volume horaire total : 28.00 h</b>	<b>1.00 crédits ECTS</b>
<b>TA : 6.00 h, TD : 22.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

**Contenu :**

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

**Public ciblé :**

<b>Anglais</b>	<b>GMA06-ANGL FISA</b>
<b>Volume horaire total : 22.00 h</b>	<b>2.00 crédits ECTS</b>
<b>TD : 22.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

**Contenu :**

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

**Public ciblé :**

<b>Gestion de Production et Amélioration continue</b>	<b>GMA06-AMEL FISA</b>
<b>Volume horaire total : 24.00 h</b>	<b>1.00 crédits ECTS</b>
<b>TA : 4.00 h, TD : 20.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

**Contenu :**

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

**Public ciblé :**

<b>Comptabilité Finance Contrôle de Gestion</b>	<b>GMA06-COMPT FISA</b>
<b>Volume horaire total : 24.00 h</b>	<b>1.00 crédits ECTS</b>
<b>TA : 4.00 h, TD : 20.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

**Contenu :**

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

**Public ciblé :**

<b>Education Physique et Sportive</b>	<b>GMA06-EPS FISA</b>
<b>Volume horaire total : 20.00 h</b>	<b>1.00 crédits ECTS</b>
<b>TD : 20.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

**Contenu :**

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

**Public ciblé :**

<b>Mission Entreprise</b>	<b>GMA06-MISSI FISA</b>
<b>Volume horaire total : 0.00 h</b>	<b>10.00 crédits ECTS</b>
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

**Contenu :**

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

**Public ciblé :**

<b>Parcours professionnel et Scolaire</b>	<b>GMA06-PPS FISA</b>
<b>Volume horaire total : 6.00 h</b>	<b>2.00 crédits ECTS</b>
<b>TD : 6.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

**Contenu :**

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

**Public ciblé :**

**Semestre 6**

**Parcours Formation Initiale GMA**

<b>1</b>	<b>GMA06-1</b>		<b>MECANIQUE &amp; MATERIAUX S6</b>	<b>9.00</b>
	GMA06-CDM	O	Cinématique et dynamique des mécanismes	3.00
	GMA06-MDF	O	Mécanique des fluides	3.00
	GMA06-RDM	O	Résistance des matériaux	3.00
<b>2</b>	<b>GMA06-2</b>		<b>CONCEPTION &amp; PROCEDES S6</b>	<b>7.00</b>
	GMA06-DICM	O	Dimensionnement et intégration des composants mécaniques	2.00
	GMA06-PCO	O	Projet de conception	2.00
	GMA06-MOPI	O	Mise en oeuvre des procédés d'industrialisation	3.00
<b>3</b>	<b>GMA06-3</b>		<b>AUTOMATIQUE &amp; MODELISATION S6</b>	<b>7.00</b>
	ESM06-AUTO	O	Automatique	3.00
	GMA06-MSMD	O	Modélisation des systèmes mécaniques discrets	2.00
	GMA06-EDP	O	Equations aux dérivées partielles	2.00
<b>5</b>	<b>HUM06</b>		<b>ENSEIGNEMENTS D'HUMANITE S6</b>	<b>7.00</b>
	HUM06-IMO	C	Introduction au management opérationnel	1.50
	HUM06-IND	C	Introduction au Numérique Durable	1.50
	HUM06-ANGL	O	Anglais S6	2.00
	HUM06-SIM	O	Simulation de Gestion	1.50
	HUM06-EPS	O	Education physique et sportive S6	1.00
	HUM06-PPI	O	Projet Personnel Individualisé S6	1.00

O : obligatoire ; C = à choix ; F = facultatif

<b>Cinématique et dynamique des mécanismes</b>	<b>GMA06-CDM</b>
<b>Volume horaire total : 42.00 h</b>	<b>3.00 crédits ECTS</b>
<b>CM : 16.00 h, TD : 10.00 h, TP : 16.00 h</b>	
<b>Responsable(s) : ARAKELYAN Vigen</b>	

**Objectifs, finalités :**

Méthodes et principes généraux d'étude des mécanismes qui présentent des approches systématisées pour le calcul des systèmes mécaniques à partir de conditions données.

**Contenu :**

Cinématique et dynamique des mécanismes

- Analyse structural des mécanismes. Analyse des positions singulières des mécanismes
- Mécanismes à structure particulière (mécanisme de Bennet, mécanisme spatial sphérique à quatre barres, mécanisme de Sarrus).
- Analyse cinématique des mécanismes spatiaux. Méthode de transformation de coordonnées : méthode " Denavit-Hartenberg "
- Analyse cinématique des mécanismes à chaîne fermée. Mécanismes à cames : principales lois de mouvement avec leurs caractéristiques types.
- Exemple de profilage d'une came avec un récepteur élastique. Cinématique des mécanismes articulés à engrenage. Mécanisme de Watt.
- Synthèse géométrique des mécanismes. Problème de Burmister. Synthèse d'un mécanisme polyarticulé, générateur de fonction pour trois, quatre et cinq positions données (méthode polynomiale)
- Problème de la reproduction approximative d'un mouvement donné (approximation par la valeur moyenne quadratique et la minimisation de la valeur maximale : approximation de Chébichev)
- Synthèse des mécanismes avec des conditions supplémentaires (l'angle de transmission, etc.)
- Equations de Newton-Euler. Principe de d'Alambert et calcul des efforts dans les liaisons de mécanismes : méthode matricielle. Groupes d'Assur : simplification des calculs par la matrice de taille réduite.
- Equation de Lagrange. Exemples des systèmes industriels et différentes applications.
- Equation de mouvement des mécanismes à un degré de liberté (une forme simplifiée de l'équation de Lagrange).
- Moment moteur : calcul et minimisation. Système de décharge des éléments de mécanismes.

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

Applications linéaires, matrices  
Equations différentielles  
Méthodes d'approximation (VMQ, Tchebichev, etc.)

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

1 devoirs surveillés de 2 heures; note de TP

**Public ciblé :**

<b>Mécanique des fluides</b>	<b>GMA06-MDF</b>
<b>Volume horaire total : 42.00 h</b>	<b>3.00 crédits ECTS</b>
<b>CM : 16.00 h, TD : 14.00 h, TP : 12.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

**Contenu :**

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

**Public ciblé :**

<b>Résistance des matériaux</b>	<b>GMA06-RDM</b>
<b>Volume horaire total : 56.00 h</b>	<b>3.00 crédits ECTS</b>
<b>CM : 22.00 h, TD : 22.00 h, TP : 12.00 h</b>	
<b>Responsable(s) : RAGNEAU Eric</b>	

**Objectifs, finalités :**

Dans le prolongement du cours de Mécanique des Milieux Continus (cf. semestre 5), les simplifications classiques de la théorie des poutres et les bases expérimentales de la Résistance des Matériaux donnent à ce cours une orientation plus pragmatique, débouchant sur la maîtrise des outils de base pour le calcul et la conception de pièces en Mécanique.

**Contenu :**

- Rappel des principaux résultats de la théorie de l'élasticité applicable aux poutres 3D
- Généralités sur la théorie des poutres (hypothèses fondamentales)
- Contraintes et déformations dues à l'effort normal et au moment fléchissant (flexion pure, flexion simple, flexion composée, flexion déviée,...)
- Contraintes et déformations dues à l'effort tranchant (sections pleines, sections minces : flux de cisaillement, centre de torsion,...)
- Théorèmes généraux pour le calcul des déplacements et des rotations des poutres à plan moyen (application des théorèmes énergétiques vus en Mécanique des Milieux Continus, équation de NAVIER-BRESSE)
- Méthode générale de résolution des poutres et systèmes de poutres hyperstatiques
- Poutres droites isostatiques
- Poutres droites hyperstatiques à une travée

**Bibliographie :**

M. KERGUIGNAS, G. CAIGNAERT : Résistance des Matériaux. DUNOD (1997).  
 M. ALBIGES : Résistance des Matériaux Appliquée. DUNOD.  
 J. COURBON : Résistance des Matériaux. DUNOD (1971).

**Prérequis :**

Mécanique Générale et en Mécanique des Milieux Continus

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

1 DS de 3 heures ; Note de TP

**Public ciblé :**

<b>Dimensionnement et intégration des composants mécaniques</b>	<b>GMA06-DICM</b>
<b>Volume horaire total : 28.00 h</b>	<b>2.00 crédits ECTS</b>
<b>TD : 28.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

**Contenu :**

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

**Public ciblé :**

<b>Projet de conception</b>	<b>GMA06-PCO</b>
<b>Volume horaire total : 24.00 h</b>	<b>2.00 crédits ECTS</b>
<b>TP : 24.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

**Contenu :**

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

**Public ciblé :**

Mise en oeuvre des procédés d'industrialisation	GMA06-MOPI
Volume horaire total : 42.00 h	3.00 crédits ECTS
CM : 12.00 h, TD : 14.00 h, TP : 16.00 h	
Responsable(s) : SOHIER Christophe	

**Objectifs, finalités :**

La démarche d'industrialisation impose de maîtriser des compétences techniques sur les procédés et sur les méthodes industrielles. La mise en oeuvre expérimentale de procédés et leur mise en oeuvre en travaux pratiques permet de mettre en évidence les problématiques et les conséquences que cela implique sur la qualité, les performances et le coût du produit.

**Contenu :**

I - Méthodes :

- Cotation de fabrication
- Gamme de fabrication
- Modélisation des défauts du processus de fabrication
- Réalisation d'outillage
- Usinage de formes gauches

II - Procédés :

- Techniques d'obtention spécifique (électroérosion, découpe jet d'eau...)
- Usinage grande vitesse
- Prototypage rapide
- Techniques de soudage

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

Module " Procédés et méthodes d'industrialisation "

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

10 heures

**Modalités d'évaluation :**

1 DS de 3 heures; Note de TP

**Public ciblé :**

<b>Automatique</b>	<b>ESM06-AUTO</b>
<b>Volume horaire total : 40.00 h</b>	<b>3.00 crédits ECTS</b>
<b>CM : 14.00 h, TD : 14.00 h, TP : 12.00 h</b>	
<b>Responsable(s) : GUEGAN Sylvain</b>	

**Objectifs, finalités :**

L'automatique est une science qui traite de la modélisation, de l'analyse, de l'identification et de la commande des systèmes dynamiques.

L'objectifs de ce cours est de donner aux étudiants une bonne connaissance des méthodes classiques pour : - Modéliser et identifier un système à partir d'une représentation temporelle ou fréquentielle ; - Analyser son comportement temporel et fréquentiel en boucle ouverte et en boucle fermée ; - Synthétiser des lois de commande analogique sous forme polynomiale ou d'état.

Ce cours se limite aux systèmes à temps continus (espace de la transformée de Laplace). Les systèmes à temps discret (espace de la transformée en Z) font l'objet d'un autre cours.

**Contenu :**

- Définitions - Domaines d'application -Bref historique ;

- Modèles simples et méthodes graphiques d'identification : modèles du premier ordre, du deuxième ordre, d'ordre n, retard-premier ordre (Broïda), modèle de Ziegler-Nichols, modèle de Strejc ; - Systèmes asservis - structure et représentation : la notion de boucle fermée, intérêt et schéma général, représentation graphique des fonctions de transfert en boucle ouverte et en boucle fermée, diagrammes de Bode, abaque de Black-Nichols ; - Stabilité et précision des systèmes bouclés : critères de stabilité de Routh-Hurwitz et de Nyquist, marges de stabilité, précisions statique et dynamique, indices de performance, robustesse et sensibilité ; - Spécifications temporelles et fréquentielles - Relations entre les comportements temporels et fréquentiels ; - Effets de l'ajout de pôles et de zéros à une fonction de transfert, étude des pôles dominants ; - Régulation et asservissement - Les actions Proportionnelle, Intégrale et Dérivée - Correction par anticipation - Avance et Retard de phase - Corrections tachymétriques ; - Méthodes de conception des correcteurs : semi-empirique, Naslin, Bode, Nyquist, Black-Nichols, lieu des pôles (Evans), commande avec modèle interne, prédicteur de Smith ; - Introduction aux systèmes non-linéaires : méthodes du plan de phase et du premier harmonique, influence de non-linéarités de type seuil, saturation...

- Analyse des systèmes dynamiques dans l'espace d'état ; - Modèles d'état : concept d'état, propriétés des équations d'état, conversion état-transfert ; - Commande par retour d'état : représentation d'état continue, commandabilité, observabilité, décomposition canonique, commande modale des systèmes monovariables, placement de pôles dans le cas multivariable.

**Bibliographie :**

- RIVOIRE M., FERRIER J.-L., 1992, " Cours d'automatique - tome 2 : asservissement, régulation et commande analogique ", Eyrolles. - KUO Benjamin C., 1995, " Automatic control systems ", Prentice Hall International Editions. - DE LARMINAT Ph., 1993, " Automatique, commande des systèmes linéaires ", Hermès. - BORNE P. et al., "Analyse et régulation des processus industriels", Tome 1, Régulation continue, Technip (Paris), - JAUME D., 1989, « Applications du formalisme d'état à la commande des systèmes continus », Eyrolles. - GILLE J.-C., CLIQUE M., 1990, « Systèmes linéaires - Equations d'état », Eyrolles.

**Prérequis :**

Signaux et Systèmes (ESM05-SIG)

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

Apprentissage du cours, préparation des travaux dirigés et pratiques.

**Modalités d'évaluation :**

Un examen écrit de 1 heure sans document au cours du semestre et un examen écrit de 2 heures avec documents à la fin du semestre.

**Public ciblé :**

3EII - 3SGM - 3GMA

<b>Modélisation des systèmes mécaniques discrets</b>	<b>GMA06-MSMD</b>
<b>Volume horaire total : 24.00 h</b>	<b>2.00 crédits ECTS</b>
<b>CM : 4.00 h, TD : 12.00 h, TP : 8.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

**Contenu :**

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

**Public ciblé :**

<b>Equations aux dérivées partielles</b>	<b>GMA06-EDP</b>
<b>Volume horaire total : 28.00 h</b>	<b>2.00 crédits ECTS</b>
<b>CM : 14.00 h, TD : 14.00 h</b>	
<b>Responsable(s) : LEY Olivier</b>	

**Objectifs, finalités :**

Introduire, à partir de modèles physiques, les principaux types d'équations aux dérivées partielles et donner des méthodes de résolution exactes ou approchées.

**Contenu :**

1. Lois de conservation " de base " en dimension 1 : Etude de l'équation d'advection.
2. Système de lois de conservation : mouvement d'un fluide dans un tube. Etude de l'équation des ondes en dimension 1.
3. Phénomènes de diffusion : équation de type Fourier. Méthodes de résolution par analyse de Fourier.
4. Problèmes stationnaires : équations de type Poisson. Analyse des conditions aux limites. Exemples simples de méthodes de résolution.

**Bibliographie :**

"Partial Differential Equations - Modeling, Analysis, Computation"  
 R.M. MATTHEIJ, S.W. RIENSTRA, J.H. TEN THIJE BLOONKKAMP  
 SIAM Monographs on Math. Modelling (2005)

**Prérequis :**

- Systèmes d' Equations différentielles.
- Analyse élémentaire des fonctions de plusieurs variables
- Séries de Fourier

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

12 h.

**Modalités d'évaluation :**

1 DS de 2 heures

**Public ciblé :**

<b>Introduction au management opérationnel</b>	<b>HUM06-IMO</b>
<b>Volume horaire total : 24.00 h</b>	<b>1.50 crédits ECTS</b>
<b>CM : 10.00 h, TD : 10.00 h, TP : 4.00 h</b>	
<b>Responsable(s) : SORRE Frederic</b>	

**Objectifs, finalités :**

L'entreprise dans son champ d'application doit adopter des méthodes associées à des outils, lui permettant de gérer la création de valeur. Ce module est une introduction à la notion de management opérationnel (gestion de production, gestion de qualité, démarche d'amélioration continue). Ce module doit permettre aux étudiants d'acquérir une vision globale et systémique de l'organisation d'une entreprise.

**Contenu :**

I - INTRODUCTION :

I - INTRODUCTION :

But d'une entreprise, évolution du contexte socio-économique, Excellence opérationnelle, analyse typologique, notion de flux et processus.

II - LE PROGRES PERMANENT :

Notion de gaspillage, les outils basiques, les démarches de résolution de problèmes, la gestion des équipements.

III - LA PLANIFICATION ET LE PILOTAGE DES FLUX :

La planification des besoins en composants, principes du MRP2 (PIC, PDP, CBN), ajustement charge - capacité, Concept d'ERP.

IV – LA PLANIFICATION DANS UN MONDE VUCA : Présentation de la méthodologie DDMRP.

V - LA GESTION OPERATIONNELLE :

Gestion des opérations, Théorie des contraintes, Méthodes kanban

VI - NOTION DE QUALITE :

les outils de la qualité, Maitrise statistique des procédés

**Bibliographie :**

Gestion de la production - Blondel - DUNOD

La gestion de production - Bénassy - HERMES

Contrôle de la qualité - Jaupi - DUNOD

Lean Management - Hohmann - Eyrolles

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

1 Devoir Surveillé de 02h00 - contrôle continu de TP

**Public ciblé :**

Etudiants de 3ème année

<b>Introduction au Numérique Durable</b>	<b>HUM06-IND</b>
<b>Volume horaire total : 21.00 h</b>	<b>1.50 crédits ECTS</b>
<b>CM : 10.00 h, TA : 5.00 h, TD : 6.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

**Contenu :**

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

**Public ciblé :**

<b>Anglais S6</b>	<b>HUM06-ANGL</b>
<b>Volume horaire total : 28.00 h</b>	<b>2.00 crédits ECTS</b>
<b>TD : 28.00 h</b>	
<b>Responsable(s) : LE VOT Philippe</b>	

**Objectifs, finalités :**

Améliorer ses capacités à s'exprimer, comprendre et interagir dans des situations de la vie quotidienne, en mettant l'accent plus particulièrement sur la vie professionnelle et sociale.

Objectifs linguistiques :

Obtention ou renforcement du niveau B2 (requis pour la validation du diplôme d'ingénieur et défini par le CECRL )

**Contenu :**

-Approche actionnelle de la langue, apprendre en faisant:

parler et écouter, rédiger un document en mobilisant les capacités à résoudre, construire, démontrer et convaincre.

-Savoir s'exprimer avec précision par une utilisation rigoureuse de la syntaxe et de la phonologie.

Des activités faisant appel à la créativité et la réactivité de l'élève, telles que débats, jeux de rôle, présentations orales individuelles avec support PowerPoint, projets... seront basées sur des sujets d'actualité, scientifique et sociétale.

-Développement de compétences spécifiques en lien avec le monde professionnel :

- Rédaction d'e-mails
- Anglais du téléphone
- Anglais technique
- Notions d'interculturalité

**Bibliographie :**

- Dictionnaire Robert et Collins bilingue ou Collins Cobuild unilingue
- English Grammar in Use (Cambridge University Press)

**Prérequis :**

Une bonne maîtrise du programme de STPI est essentielle: B1/B2

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

Les cours ont une durée de deux heures et sont dispensés dans des salles équipées pour la plupart de vidéoprojecteurs et sonorisées. Nous disposons d'un laboratoire de langues de type multimédia ainsi que d'un Centre de Ressources Informatiques afin de pouvoir accueillir les étudiants dans un cadre adapté à un enseignement stimulant.

-Les ressources pédagogiques utilisées sont des articles de presse, des documents audio et vidéo (reportages télévisés, extraits de films ou de séries), Internet est utilisé comme source documentaire.

-Un travail personnel régulier est demandé. L'étudiant se doit d'être curieux et ne pas arrêter sa pratique à la salle de cours.

**Modalités d'évaluation :**

Un examen écrit de 2h (50%)

Une présentation orale individuelle (50%)

**Public ciblé :**

<b>Simulation de Gestion</b>	<b>HUM06-SIM</b>
<b>Volume horaire total : 16.00 h</b>	<b>1.50 crédits ECTS</b>
<b>TD : 16.00 h</b>	
<b>Responsable(s) : GOURRET Fanny</b>	

**Objectifs, finalités :**

Le module vise à sensibiliser les étudiants à la complexité et l'interdépendance des décisions stratégiques et opérationnelles d'une entreprise.

Principaux acquis de formation (learning outcomes) :

- comprendre l'information marketing et financière,
- savoir mobiliser des outils d'analyse spécifiques ainsi que le vocabulaire associé,
- travailler en équipe : prendre collectivement des décisions et produire des livrables dans les délais impartis.

**Contenu :**

Placés en situation de gestion grâce à un serious game, les étudiants, managers virtuels d'entreprises sur un marché concurrentiel, gèrent le développement d'une activité innovante. La simulation de gestion permet de développer des compétences dans les domaines suivants :

- mesure et analyse de la performance économique et financière,
- ciblage et positionnement marketing,
- analyse stratégique à long terme.

**Bibliographie :**

Mise à disposition en ligne (Moodle) de supports de cours et de références bibliographiques.

**Prérequis :**

Aucun

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

Méthode inductive et participative, privilégiant l'autonomie des élèves et leur capacité à décider collectivement

**Modalités d'évaluation :**

Contrôle continu

**Public ciblé :**

<b>Education physique et sportive S6</b>	<b>HUM06-EPS</b>
<b>Volume horaire total : 24.00 h</b>	<b>1.00 crédits ECTS</b>
<b>TD : 24.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

Compétences :

Connaître les APSA, s'y évaluer et progresser

- évaluer son niveau de maîtrise technique
- comprendre le processus d'apprentissage pour mieux se transformer et améliorer sa maîtrise de l'APS
- s'engager authentiquement pour comprendre et analyser les situations, leurs buts, les déterminants des comportements et attitudes dans un contexte donné.
- améliorer ses qualités corporelles et psychomotrices en utilisant les APSA
- s'approprier de manière critique les savoirs
- rechercher la détente physique et psychologique en compensation du travail intellectuel par les APSA

Relation aux autres et s'organiser à plusieurs

- interagir avec les autres
- s'exposer pour animer, organiser des groupes restreints sur des tâches à réaliser
- communiquer pour rendre plus efficace la recherche de progrès d'un individu ou/et d'une équipe
- être à l'écoute des réactions d'autrui pour satisfaire, si possible, les intérêts personnels et généraux.
- s'ouvrir à la contradiction et décider collectivement
- savoir communiquer : savoir écouter, s'exprimer, changer de rôle, travailler en équipe.

Maîtriser les savoir-être

- savoir créer : s'adapter, inventer, réinventer, innover, imaginer
- savoir se situer : dans une norme, dans un projet ou une organisation, savoir critiquer et être critiqué, savoir se remettre en cause.
- savoir se responsabiliser : respect des droits et des devoirs, mener un projet à son terme, prendre des risques calculés, s'engager dans l'action, s'investir.
- se dépasser, connaître et dépasser ses limites personnelles
- mieux se connaître grâce aux APSA
- apprendre à mieux gérer son stress

Autonomie, découverte

- aller vers l'autonomie
  - s'engager dans une démarche de progrès  
passer d'une approche ludique, hygiénique et énergétique de cette discipline à une approche formatrice.
  - mettre à l'épreuve l'éthique de son activité
- découvrir de nouvelles APS

Objectifs:

INTEGRATION dans l'école, dans le groupe

Rappel des savoir faire moteurs

Travail en équipe et connaissance de soi, communication, création et responsabilisation

**Contenu :**

Programme: promo entière

Pratique et connaissances des rôles socio-moteurs qu'impliquent les stratégies d'attaque et de défense collectives." rôle d'entraîneur, rôle d'arbitre, managéral, coaching.."

(Connaître les règlements, s'impliquer, diriger, prendre des décisions et communiquer, gérer l'échauffement, mise en place de situations d'apprentissage...)

Savoir se situer dans un groupe et tenir compte des autres dans le projet collectif.

**Bibliographie :**

Plusieurs livres spécialisés sont à disposition des élèves à la bibliothèque. Des sites Internet sont proposés en lien sur le site EPS.

**Prérequis :****Organisation, méthodes pédagogiques :**

groupes constitués par menu

7 séances de 2h activité 1, 4 séances de 2h activité 2

le complément du cycle est programmé sur l'autre semestre

**Modalités d'évaluation :**

L'évaluation fait le point de la participation des élèves, leur progression et de leurs acquisitions motrices. C'est l'occasion d'une réflexion critique de l'élève sur son parcours sportif au regard des objectifs de formation. L'effort d'explicitation des compétences acquises est une condition de réinvestissement des apprentissages et d'une meilleure connaissance de soi. \_Exemple de Notation : 10 pts adaptation des conduites motrices 5 pts communication quantitatives et qualitative - 5 pts prises de responsabilités et investissement

**Public ciblé :**

<b>Projet Personnel Individualisé S6</b>	<b>HUM06-PPI</b>
<b>Volume horaire total : 6.00 h</b>	<b>1.00 crédits ECTS</b>
<b>TD : 6.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

Le PPI a pour objectif d'entraîner les élèves à l'entretien d'embauche par des professionnels des ressources humaines.

**Contenu :**

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

Savoir rédiger un CV et une lettre de motivation.

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

La structure du module est la suivante :

Première séance PPI 3AN- Groupe de 24 à 28 étudiants

-L'entretien de recrutement vu du RH : objectifs, attentes, déroulement des entretiens, etc..

Deuxième séance PPI 3AN-Groupe de 12 à 14 étudiants

- Comment bien se préparer à un entretien?

Tests

Bande annonce

Troisième séance PPI 3AN-Groupe de 4 ou 5 étudiants

-- Simulation d'un entretien d'embauche

Les intervenants de ce module PPI 3AN sont des professionnels des Ressources Humaines

-Consultant en Ressources Humaines dans des cabinets de recrutement

- Responsable des Ressources Humaines en entreprise

**Modalités d'évaluation :**

Une note sera donnée par l'intervenant (e)

**Public ciblé :**

A tous les étudiants de 3ème année

**Semestre 7**

**Parcours Apprentissage**

<b>1</b>	<b>GMA07-1 FISA</b>		<b>MECANIQUE &amp; MATERIAUX FISA S7</b>	<b>5.00</b>
	GMA07-MNEF FISA	O	Méthodes numériques et éléments finis	2.00
	GMA07-RDM2 FISA	O	RDM2:Torsion & Calcul de structures	3.00
<b>2</b>	<b>GMA07-2 FISA</b>		<b>CONCEPTION &amp; PROCEDES FISA S7</b>	<b>4.00</b>
	GMA07-CMAO2 FISA	O	Conception mécanique assistée par ordinateur 2	2.00
	GMA07-PUIS FISA	O	Transmission de puissance	2.00
<b>3</b>	<b>GMA07-3 FISA</b>		<b>AUTOMATIQUE &amp; MODELISATION FISA S7</b>	<b>3.00</b>
	GMA07-AUTO2 FISA	O	Automatique 2	2.00
	GMA07-EEP FISA	O	Electrotechnique et électronique de puissance	1.00
<b>4</b>	<b>GMA07-4 FISA</b>		<b>INDUSTRIALISATION FISA S7</b>	<b>2.00</b>
	GMA07-PRIND FISA	O	Projet d'industrialisation	2.00
<b>5</b>	<b>GMA07-5 FISA</b>		<b>HUMANITES FISA S7</b>	<b>5.00</b>
	GMA07-ANGL FISA	O	Anglais	2.00
	GMA07-EPS FISA	O	Education Physique et Sportive	1.00
	GMA07-EI FISA	O	Entreprendre et Innover	2.00
<b>6</b>	<b>GMA07-6 FISA</b>		<b>EXPERIENCE PROFESSIONNELLE FISA S7</b>	<b>11.00</b>
	GMA07-MISSI FISA	O	Mission Entreprise	10.00
	GMA07-PPS FISA	O	Parcours Professionnel et Scolaire	1.00

O : obligatoire ; C = à choix ; F = facultatif

<b>Méthodes numériques et éléments finis</b>	<b>GMA07-MNEF FISA</b>
<b>Volume horaire total : 8.00 h</b>	<b>2.00 crédits ECTS</b>
<b>TA : 8.00 h, TD : 34.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

**Contenu :**

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

**Public ciblé :**

<b>RDM2:Torsion &amp; Calcul de structures</b>	<b>GMA07-RDM2 FISA</b>
<b>Volume horaire total : 50.00 h</b>	<b>3.00 crédits ECTS</b>
<b>TA : 10.00 h, TD : 28.00 h, TP : 12.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

**Contenu :**

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

**Public ciblé :**

<b>Conception mécanique assistée par ordinateur 2</b>	<b>GMA07-CMAO2 FISA</b>
<b>Volume horaire total : 42.00 h</b>	<b>2.00 crédits ECTS</b>
<b>TA : 8.00 h, TD : 22.00 h, TP : 12.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

**Contenu :**

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

**Public ciblé :**

<b>Transmission de puissance</b>	<b>GMA07-PUIS FISA</b>
<b>Volume horaire total : 56.00 h</b>	<b>2.00 crédits ECTS</b>
<b>TA : 10.00 h, TD : 30.00 h, TP : 16.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

**Contenu :**

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

**Public ciblé :**

<b>Automatique 2</b>	<b>GMA07-AUTO2 FISA</b>
<b>Volume horaire total : 56.00 h</b>	<b>2.00 crédits ECTS</b>
<b>TA : 10.00 h, TD : 30.00 h, TP : 16.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

**Contenu :**

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

**Public ciblé :**

<b>Electrotechnique et électronique de puissance</b>	<b>GMA07-EEP FISA</b>
<b>Volume horaire total : 36.00 h</b>	<b>1.00 crédits ECTS</b>
<b>TA : 8.00 h, TD : 20.00 h, TP : 8.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

**Contenu :**

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

**Public ciblé :**

<b>Projet d'industrialisation</b>	<b>GMA07-PRIND FISA</b>
<b>Volume horaire total : 42.00 h</b>	<b>2.00 crédits ECTS</b>
<b>TA : 8.00 h, TD : 14.00 h, TP : 20.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

**Contenu :**

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

**Public ciblé :**

<b>Anglais</b>	<b>GMA07-ANGL FISA</b>
<b>Volume horaire total : 26.00 h</b>	<b>2.00 crédits ECTS</b>
<b>TA : 4.00 h, TD : 22.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

**Contenu :**

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

**Public ciblé :**

<b>Education Physique et Sportive</b>	<b>GMA07-EPS FISA</b>
<b>Volume horaire total : 24.00 h</b>	<b>1.00 crédits ECTS</b>
<b>TD : 24.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

**Contenu :**

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

**Public ciblé :**

<b>Entreprendre et Innover</b>	<b>GMA07-EI FISA</b>
<b>Volume horaire total : 48.00 h</b>	<b>2.00 crédits ECTS</b>
<b>TA : 8.00 h, TD : 40.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

**Contenu :**

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

**Public ciblé :**

<b>Mission Entreprise</b>	<b>GMA07-MISSI FISA</b>
<b>Volume horaire total : 10.00 h</b>	<b>10.00 crédits ECTS</b>
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

**Contenu :**

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

**Public ciblé :**

<b>Parcours Professionnel et Scolaire</b>	<b>GMA07-PPS FISA</b>
<b>Volume horaire total : 14.00 h</b>	<b>1.00 crédits ECTS</b>
<b>TD : 14.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

**Contenu :**

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

**Public ciblé :**

**Semestre 7**

**Parcours Formation Initiale GMA**

<b>1</b>	<b>GMA07-1</b>		<b>MECANIQUE &amp; MATERIAUX S7</b>	<b>7.00</b>
	GMA07-MNEF	O	Méthodes numériques et éléments finis	3.00
	GMA07-RDM2	O	RDM2:Torsion & Calcul de structures	4.00
<b>2</b>	<b>GMA07-2</b>		<b>CONCEPTION &amp; PROCEDES S7</b>	<b>7.00</b>
	GMA07-PUIS	O	Transmission de puissance	4.00
	GMA07-CMAO	O	Conception mécanique assistée par ordinateur 2	3.00
<b>3</b>	<b>GMA07-3</b>		<b>AUTOMATIQUE &amp; MODELISATION S7</b>	<b>6.00</b>
	GMA07-AUTO2	O	Automatique 2	4.00
	GMA07-EEP	O	Electrotechnique et électronique de puissance	2.00
<b>4</b>	<b>GMA07-4</b>		<b>INDUSTRIALISATION</b>	<b>4.00</b>
	GMA07-PRIND	O	Projet d'industrialisation	4.00
<b>5</b>	<b>HUM07</b>		<b>ENSEIGNEMENTS D'HUMANITES S7</b>	<b>6.00</b>
	HUM07-ANGL	O	Anglais S7	2.00
	HUM07-EI	C	Entreprendre et Innover	3.00
	HUM07-IE	C	Innovation et Entrepreneuriat (RIE)	3.00
	HUM07-EPS	O	Education Physique et Sportive S7	1.00
<b>9</b>	<b>HUMF1-ELSA Thea</b>		<b>THEATRE ETUDES</b>	<b>1.00</b>
	HUMF1-THEA	F	Théâtre-Etudes	1.00
<b>10</b>	<b>HUMF1-ELSA Mus</b>		<b>MUSIQUE ETUDES</b>	<b>1.00</b>
	HUMF1-MUS	F	Musique-Etudes	1.00

O : obligatoire ; C = à choix ; F = facultatif

<b>Méthodes numériques et éléments finis</b>	<b>GMA07-MNEF</b>
<b>Volume horaire total : 42.00 h</b>	<b>3.00 crédits ECTS</b>
<b>CM : 20.00 h, TD : 22.00 h</b>	
<b>Responsable(s) : RAGNEAU Eric</b>	

**Objectifs, finalités :**

- Donner aux élèves le support pédagogique nécessaire à la compréhension de la méthode, et des algorithmes mis en jeu dans un code de calcul aux éléments finis.
- Assimiler les concepts base de la M.E.F. pour acquérir la maîtrise d'un logiciel de calcul.
- Utiliser la méthode pour la résolution de différents problèmes de champs, en Mécanique des Solides Déformables et en Transfert Thermiques.
- Appliquer les différentes formulation à des problèmes concrets, à l'aide du logiciel Cast3M.

**Contenu :**

- Introduction - Généralités
- Notions et rappels sur les outils de base de l'Analyse Numérique :
- Interpolation, Approximation.
- Résolution numérique des systèmes d'équations linéaires.
- Techniques d'intégration numérique.
- Résolution des équations aux dérivées partielles.
- Problème aux limites : Méthodes des Eléments Finis
- Rappel sur la formulation variationnelle d'un problème aux limites.
- Formulation matricielle de la méthode en élasticité plane
- Fonction d'interpolation des éléments plans- Généralisation dans l'espace
- Eléments isoparamétriques courbes - Problème d'intégration numérique
- Eléments spécifiques : poutres, plaques minces, plaques épaisses, coques
- Généralisation de la méthode à des problèmes de Transferts Thermiques

**Bibliographie :**

Zienkiewicz : La méthode des Eléments finis. Edisciences  
 Gallagher : Introduction au calcul par Eléments Finis. Editions Pluralis  
 Batoz, Dhatt : Modélisation des structures par éléments finis. Editions Hermès  
 K. J. Bathe : Finite Element Procedures in Engineering Analysis. Prentice et Hall

**Prérequis :**

Connaissances de base en Mécanique des Milieux continus

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

2 heures par semaine

**Modalités d'évaluation :**

Examen écrit de 3 heures à la fin du semestre - note de travaux dirigés.

**Public ciblé :**

<b>RDM2:Torsion &amp; Calcul de structures</b>	<b>GMA07-RDM2</b>
<b>Volume horaire total : 56.00 h</b>	<b>4.00 crédits ECTS</b>
<b>CM : 22.00 h, TD : 22.00 h, TP : 12.00 h</b>	
<b>Responsable(s) : RAGNEAU Eric</b>	

**Objectifs, finalités :**

Dans le prolongement du module RdM I de 3ème année, ce module a pour objectif d'apporter les connaissances nécessaires au dimensionnement de poutres en torsion, à l'étude des systèmes de poutre et à la modélisation des plaques.

**Contenu :**

- Torsion :
- Torsion de Saint Venant
- Théorie générale
- Théorie de Bredt (profils minces fermés)
- Analogie de la membrane
- Torsion non uniforme
- Théorie de Vlassov (faible distorsion)
- Théorèmes généraux pour le calcul des déplacements et des rotations des poutres à plan moyen
- Application des théorèmes énergétiques vus en Mécanique des Milieux Continus
- Equation de NAVIER-BRESSE
- Méthode générale de résolution des poutres et systèmes de poutres hyperstatiques
- Treillis
- Portiques, arcs et systèmes de poutres.
- Théorie des plaques
- Plaques minces # théorie de Kirchhoff
- Plaques épaisses # théorie de Mindlin

**Bibliographie :**

M. KERGUIGNAS, G. CAIGNAERT : Résistance des Matériaux. DUNOD (1997).  
 M. ALBIGES : Résistance des Matériaux Appliquée. DUNOD.  
 J. COURBON : Résistance des Matériaux. DUNOD (1971).

**Prérequis :**

Connaissances de base en Mécanique des Milieux continus

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

2 heures par semaine

**Modalités d'évaluation :**

Examen écrit de 3 heures à la fin du semestre - note de comptes rendus de travaux pratiques.

**Public ciblé :**

<b>Transmission de puissance</b>	<b>GMA07-PUIS</b>
<b>Volume horaire total : 56.00 h</b>	<b>4.00 crédits ECTS</b>
<b>CM : 16.00 h, TD : 24.00 h, TP : 16.00 h</b>	
<b>Responsable(s) : GUINES Dominique</b>	

**Objectifs, finalités :**

Eléments de choix d'une technologie de transmission de puissance. Dimensionnement des composants d'une ligne de transmission de puissance. Aspect énergétiques. Rendement.

**Contenu :**

1. Transmission de puissance mécanique
  - 1.1 Transmission de puissance par engrenages et trains d'engrenages
    - i. Efforts sur les dentures, les arbres et les paliers
    - ii. Résistance à la pression superficielle
    - iii. Résistance à la rupture
    - iv. Facteurs d'influence
    - v. Méthode de dimensionnement ISO
    - vi. Rendement dans les engrenages et trains d'engrenages
  - 1.2 Transmission de puissance par liens flexibles
    - i. Chaînes
    - ii. Courroies
  - 1.3 Eléments d'accouplement homocinétiques
    - i. Etude cinématique et dynamique
    - ii. Dispositions constructives
  - 1.4 Dimensionnement d'arbres
  - 1.5 Embrayages, coupleurs, convertisseur, roues libres, freins
    - i. Dispositions constructives
    - ii. Dimensionnement des embrayages à friction
    - iii. Etude d'une phase de freinage : aspect énergétique
2. Transmission de puissance hydraulique
  - 2.1 Les circuits hydrauliques et ses composants
    - i. Rappels théoriques
    - ii. Moteurs, turbines, compresseurs et pompes
    - iii. Les distributeurs
    - iv. Les vérins
    - v. Les limiteurs de pression
    - vi. Les limiteurs de débit
    - vii. Les accumulateurs
  - 2.2 Hydraulique proportionnelle
  - 2.3 Problèmes courants : dimensionnement et choix de composants
3. Etudes de cas

**Bibliographie :**

Conception des circuits hydrauliques, Labonville  
 Technologie d'hydraulique industrielle, Portelli  
 Mécanismes hydrauliques et pneumatiques, Faisandier

**Prérequis :**

GMA05-TCONS

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

45h

**Modalités d'évaluation :**

- 1 Devoir Surveillé de 3 heures
- 1 Evaluation de Travaux Pratiques

**Public ciblé :**

<b>Conception mécanique assistée par ordinateur 2</b>	<b>GMA07-CMAO</b>
<b>Volume horaire total : 42.00 h</b>	<b>3.00 crédits ECTS</b>
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

**Contenu :**

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

**Public ciblé :**

<b>Automatique 2</b>	<b>GMA07-AUTO2</b>
<b>Volume horaire total : 56.00 h</b>	<b>4.00 crédits ECTS</b>
<b>CM : 22.00 h, TD : 18.00 h, TP : 16.00 h</b>	
<b>Responsable(s) : LE BRETON Ronan</b>	

**Objectifs, finalités :**

Le concept d'état pour modéliser les systèmes dynamiques. Résolution des équations d'état. Etude de la stabilité, de la commandabilité et de l'observabilité des systèmes. Commande analogique ou numérique des systèmes dynamiques multivariables. Synthèse des dispositifs de commande par retour d'état reconstruit.

**Contenu :**

Analyse des systèmes dynamiques dans l'espace d'état  
 Modèles d'état : concept d'état, propriétés des équations d'état, conversion état-transfert, conversion transfert-état, équivalence des modèles d'état - Résolution des équations d'état : solution de l'équation d'état, modes propres du système libre, calcul symbolique ou numérique de la matrice de transition, intégration numérique des équations d'état, équations d'état discrètes d'un système échantillonné (bloqueur d'ordre zéro et échantillonneur idéal) - Stabilité des systèmes : stabilité vis-à-vis des conditions initiales, stabilité Entrée Bornée - Sortie Bornée, stabilité des systèmes linéaires invariants - Commandabilité et observabilité : décomposition canonique en sous-systèmes commandables et observables, formes canoniques monovariées.  
 Commande analogique ou numérique dans l'espace d'état  
 Commande par retour d'état : commande modale des systèmes monovariées, placement de pôles dans le cas multivariable, système stabilisable, système détectable - Reconstructeurs d'état : reconstructeurs par simulation et observation, reconstructeurs complets, reconstructeurs réduits - Commande par retour d'état reconstruit : modèle du système, principe de séparation, principe du rejet asymptotique, analyse du régulateur, modalités pratiques du placement des pôles.

**Bibliographie :**

JAUME D., 1989, « Applications du formalisme d'état à la commande des systèmes continus », Eyrolles.  
 JAUME D., THELLIEZ S., VERGE M., 1991, « Commande des systèmes dynamiques par ordinateur », Eyrolles.  
 KUO Benjamin C., 1995, « Automatic control systems », Prentice Hall International Editions.  
 DE LARMINAT Ph., 1993, « Automatique, commande des systèmes linéaires », Hermès.  
 GILLE J.-C., CLIQUE M., 1990, « Systèmes linéaires - Equations d'état », Eyrolles.

**Prérequis :**

GMA05-SISYS; GMA05-AUT1

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

Apprentissage du cours - Préparation des exercices, des problèmes et des travaux pratiques (3 heures par semaine)

**Modalités d'évaluation :**

Examen écrit de 3 heures à la fin du semestre - note de comptes rendus de travaux pratiques.

**Public ciblé :**

<b>Electrotechnique et électronique de puissance</b>	<b>GMA07-EEP</b>
<b>Volume horaire total : 36.00 h</b>	<b>2.00 crédits ECTS</b>
<b>CM : 14.00 h, TD : 14.00 h, TP : 8.00 h</b>	
<b>Responsable(s) : GUEGAN Sylvain</b>	

**Objectifs, finalités :**

Etude des notions fondamentales de l'électrotechnique afin de maîtriser le fonctionnement des machines électriques, leurs alimentations, leurs modélisations et leurs commandes.

**Contenu :**

- Circuits monophasés et triphasés : Méthodes d'analyse. Puissance active et puissance réactive. Mesure de puissance.
- Circuits magnétiques et inductance : Rappel d'électromagnétisme. Circuit magnétique. Inductance et circuits couplés.
- Transformateurs : Transformateurs de puissance monophasé et triphasé.
- Conversion de l'énergie électrique : Principe de la conversion de l'énergie électrique. Composants de puissance: diode, thyristor, transistor bipolaire, MOSFET, IGBT. Montages convertisseurs de base : alternatif, continu ; alternatif. Applications des convertisseurs.
- Généralités sur les machines électriques : Rappel des principes. Présentation des divers types de machine (application et tendances dans les processus industriels). Généralités sur la constitution et le dimensionnement des machines, sur les matériaux utilisés. Équilibre et stabilité d'un entraînement. Caractéristiques couple-vitesse des charges entraînées usuelles. Caractéristiques et limites thermiques.
- Machine à courant continu : Principe et constitution. Fonctionnement à vide et en charge. Commutation. Étude des génératrices et des moteurs à courant continu. Procédés de variation de vitesse. Machines spéciales. Moteurs à aimants permanents, moteurs à commutation électronique. Introduction à la commande électronique. Modélisation en régime transitoire. Fonction de transfert.
- Machine asynchrone : Principe et constitution. Glissement. Schémas équivalents. Essais. Bilan de puissance. Couple. Caractéristique couples ; vitesse. Procédés de démarrage et de variation de vitesse. Classes de moteurs asynchrones. Choix des moteurs. Fonctionnement en génératrice. Moteur asynchrone monophasé.
- Machines synchrones : Principe et constitution. Divers types d'alternateurs. Fonctionnement à vide et en charge. Couple et stabilité. Démarrage. Compensateur synchrone. Machine à réluctance. Régimes transitoires. Moteurs pas à pas. Transformation de Park et de Concordia.

**Bibliographie :**

- R. MERAT et al., "Génie électrotechnique", Etapes références, Nathan, 1997.
- G. GRELLET, G. CLERC, "Actionneurs électriques : principes - modèles - commandes", Eyrolles, 2000.
- M. MARTY, D. DIXNEUF, D. GARCIA GILABERT, "Principes d'électrotechnique", Sciences Sup, Dunod, 2005.

**Prérequis :**

Bases de l'électronique et de l'électromagnétisme

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

30 heures

**Modalités d'évaluation :**

- Un devoir surveillé de synthèse de 2 heures.
- Une évaluation en Travaux Pratiques.

**Public ciblé :**

<b>Projet d'industrialisation</b>	<b>GMA07-PRIND</b>
<b>Volume horaire total : 42.00 h</b>	<b>4.00 crédits ECTS</b>
<b>CM : 2.00 h, TD : 20.00 h, TP : 20.00 h</b>	
<b>Responsable(s) : SOHIER Christophe</b>	

**Objectifs, finalités :**

La démarche de projet privilégie une situation active et concrète permettant à l'étudiant de compléter sa formation, de construire des démarches, d'utiliser les connaissances acquises et d'en acquérir des nouvelles dans les domaines liés aux deux champs de compétences : techniques et organisationnelle, afin de devenir un véritable acteur de projet. L'objectif du module est donc de placer l'étudiant dans les situations suivantes :

- Résoudre des problèmes techniques relatifs aux procédés
- Avoir une vision globale du processus
- Agir sur l'outil de production

**Contenu :**

A partir du cahier des charges d'un produit, mettre en place les différentes phases d'industrialisation. Le déroulement du projet comporte trois phases principales, la conception et la mise au point du processus de d'industrialisation et la phase de production. La décomposition en étapes permet d'identifier clairement les relations et les contraintes entre les différentes phases et les ressources du processus d'industrialisation d'un produit. Les contraintes financières font parties intégrante de la démarche du projet, par l'établissement d'un devis d'industrialisation.

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

GMA05-PMI et GMA06-MOPI

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

20 heures

**Modalités d'évaluation :**

Contrôle continu, soutenance et rapport

**Public ciblé :**

<b>Anglais S7</b>	<b>HUM07-ANGL</b>
<b>Volume horaire total : 28.00 h</b>	<b>2.00 crédits ECTS</b>
<b>TD : 28.00 h</b>	
<b>Responsable(s) : RANNOU Isabelle</b>	

**Objectifs, finalités :**

Acquisition des outils linguistiques nécessaires au travail en entreprise. Atteindre le niveau requis (B2) pour la délivrance du diplôme.

**Contenu :**

- Approche actionnelle de la langue, apprendre en faisant: parler et écouter, rédiger un document en mobilisant les capacités à résoudre, construire, démontrer et convaincre.
- Savoir s'exprimer avec précision par une utilisation rigoureuse de la syntaxe et de la phonologie. Des activités faisant appel à la créativité et la réactivité de l'élève, telles que débats, jeux de rôle, présentations orales individuelles avec support PowerPoint, projets... seront basées sur des sujets d'actualité, scientifique et sociétale.
- Rédaction de lettres et CV
- Structures syntaxiques propres à l'anglais scientifique
- Découverte du monde du travail dans un contexte international
- Préparation au TOEIC (2d semestre : cours spécifique « TOEIC Booster »)

**Bibliographie :**

- Oxford Advanced Learners' Dictionary
- English Grammar in Use (Cambridge University Press)

**Prérequis :**

Cours d'anglais de 1ère , 2ème et 3ème années ou équivalent.

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

Les cours ont une durée de deux heures et sont dispensés dans des salles équipées pour la plupart de vidéoprojecteurs et sonorisées. Nous disposons d'un laboratoire de langues de type multimédia ainsi que d'un Centre de Ressources Informatiques afin de pouvoir accueillir les étudiants dans un cadre adapté à un enseignement stimulant.

- Les ressources pédagogiques utilisées sont des articles de presse, des documents audio et vidéo (reportages télévisés, extraits de films ou de séries), Internet est utilisé comme source documentaire.
- Un travail personnel régulier est demandé. L'étudiant se doit d'être curieux et ne pas arrêter sa pratique à la salle de cours.

**Modalités d'évaluation :**

Un examen écrit de 2 h

**Public ciblé :**

<b>Entreprendre et Innover</b>	<b>HUM07-EI</b>
<b>Volume horaire total : 48.00 h</b>	<b>3.00 crédits ECTS</b>
<b>CM : 24.00 h, TD : 24.00 h</b>	
<b>Responsable(s) : GOURRET Fanny</b>	

**Objectifs, finalités :**

Le module se donne comme objectifs de stimuler la créativité, le sens de l'initiative et l'ouverture d'esprit de futurs ingénieurs à travers l'élaboration d'un projet entrepreneurial innovant. Ce module transversal réunit des élèves issus des différentes spécialités.

Principaux « learning outcomes » :

- savoir faire preuve de créativité et d'initiative,
- savoir convaincre en s'appropriant les techniques analyses, la logique et le vocabulaire spécifique au monde des affaires,
- faire preuve de sens critique afin d'identifier les facteurs clés de succès comme les risques d'un projet innovant,
- connaître les acteurs des réseaux d'aide à la création d'entreprise et de soutien à l'innovation technologique, économique ou sociétale.

**Contenu :**

Les principaux thèmes abordés sont :

- Les principaux thèmes abordés sont :
- les techniques de créativité ;
- le process d'un projet innovant : définition du besoin et de l'offre innovante (état de l'art et positionnement produit), étude de marché et plan commercial, stratégie et plan opérationnel, business plan, valorisation économique des projets
- les aspects juridiques : enjeux de la propriété industrielle (brevets, marques, modèles), droit des sociétés, droit du contrat
- les aspects fiscaux : fiscalité des entreprises innovantes
- prévisionnel financier : compte de résultat prévisionnel, plan de financement.

**Bibliographie :**

Mise à disposition par les intervenants de supports de cours et de références bibliographiques.

**Prérequis :**

Module Simulation de Gestion du S6

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

Une large part du module est organisée sur le principe de la formation-action : les étudiants, élaborent pas à pas un dossier de développement de produit et/ou service (intrapreneuriat) ou de création d'entreprise (entrepreneuriat). En amont, les étudiants auront suivi des séances de créativité centrées sur des tendances ou enjeux de société identifiés au préalable par l'équipe pédagogique.

Au cours de la formation, les étudiants recueillent les informations et les conseils nécessaires pour monter un plan d'affaires à travers des cours/TD. Les étudiants sont également épaulés par des tuteurs qui les poussent à s'interroger sur la pertinence et la validité de leur travail. Les groupes d'étudiants seront incités à participer à des concours/challenges d'innovation et de création d'entreprises.

**Modalités d'évaluation :**

Soutenance orale et livrable écrit

**Public ciblé :**

<b>Innovation et Entrepreneuriat (RIE)</b>	<b>HUM07-IE</b>
<b>Volume horaire total : 54.00 h</b>	<b>3.00 crédits ECTS</b>
<b>TD : 54.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

**Contenu :**

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

**Public ciblé :**

<b>Education Physique et Sportive S7</b>	<b>HUM07-EPS</b>
<b>Volume horaire total : 24.00 h</b>	<b>1.00 crédits ECTS</b>
<b>TD : 24.00 h</b>	
<b>Responsable(s) : LE LAGADEC Pierre</b>	

**Objectifs, finalités :**

Compétences :

Connaître les APSA, s'y évaluer et progresser

évaluer son niveau de maîtrise technique

comprendre le processus d'apprentissage pour mieux se transformer et améliorer sa maîtrise de l'APS

s'engager authentiquement pour comprendre et analyser les situations, leurs buts, les déterminants des comportements et attitudes dans un contexte donné.

améliorer ses qualités corporelles et psychomotrices en utilisant les APSA

s'approprier de manière critique les savoirs

rechercher la détente physique et psychologique en compensation du travail intellectuel par les APSA

Relation aux autres et s'organiser à plusieurs

interagir avec les autres

s'exposer pour animer, organiser des groupes restreints sur des tâches à réaliser

communiquer pour rendre plus efficace la recherche de progrès d'un individu ou/et d'une équipe

être à l'écoute des réactions d'autrui pour satisfaire, si possible, les intérêts personnels et généraux.

s'ouvrir à la contradiction et décider collectivement

savoir communiquer : savoir écouter, s'exprimer, changer de rôle, travailler en équipe.

Maîtriser les savoir-être

savoir créer : s'adapter, inventer, réinventer, innover, imaginer

savoir se situer : dans une norme, dans un projet ou une organisation, savoir critiquer et être critiqué, savoir se remettre en cause.

savoir se responsabiliser : respect des droits et des devoirs, mener un projet à son terme, prendre des

risques calculés, s'engager dans l'action, s'investir.

se dépasser, connaître et dépasser ses limites personnelles

mieux se connaître grâce aux APSA

apprendre à mieux gérer son stress

Autonomie, découverte

aller vers l'autonomie

s'engager dans une démarche de progrès

passer d'une approche ludique, hygiénique et énergétique de cette discipline à une approche formatrice.

mettre à l'épreuve l'éthique de son activité

découvrir de nouvelles APS

Objectifs pédagogiques : TRAVAIL EN EQUIPE et MANAGEMENT

\*communication \*création \*responsabilisation \*connaissance de soi \*managérat \*autonomie

**Contenu :**

Programme: promo entière

Approfondissement et affinement des rôles socio-moteurs qu'impliquent les stratégies d'attaque et de défense collectives." rôle d'entraîneur, rôle d'arbitre, managérat, coaching.."

(Connaître les règlements, s'impliquer, diriger, prendre des décisions et communiquer, gérer léchauffement, mise en place de situations d'apprentissage)

Management sur le terrain sportif.

Savoir se situer dans un groupe et tenir compte des autres dans le projet collectif.

**Bibliographie :**

Plusieurs livres spécialisés sont à disposition des élèves à la bibliothèque. Des sites Internet sont proposés en lien sur le site EPS.

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

Groupes constitués par menu

7 séances de 2h activité 1, 4 séances de 2h activité 2

le complément du cycle est programmé sur l'autre semestre

**Modalités d'évaluation :**

L'évaluation fait le point de la participation des élèves, leur progression et de leurs acquisitions motrices. C'est l'occasion d'une réflexion critique de l'élève sur son parcours sportif au regard des objectifs de formation. L'effort d'explicitation des compétences acquises est une condition de réinvestissement des apprentissages et d'une meilleure connaissance de soi.

Exemple de Notation : 10 pts adaptation des conduites motrices 5 pts communication quantitatives et qualitative - 5 pts prises de responsabilités et investissement.

**Public ciblé :**

<b>Théâtre-Etudes</b>	<b>HUMF1-THEA</b>
<b>Volume horaire total : 27.00 h</b>	<b>1.00 crédits ECTS</b>
<b>TD : 27.00 h</b>	
<b>Responsable(s) : MERIC Stephane</b>	

**Objectifs, finalités :**

Initiation et/ou perfectionnement du jeu théâtral sur un parcours artistique théâtral construit de l'écriture au plateau.

**Contenu :**

En partenariat avec l'ADEC-Maison du théâtre amateur de Rennes, la section "Théâtre-Etudes" s'adresse aux étudiants souhaitant s'initier ou se perfectionner au jeu théâtral et propose des modules de formation avec des artistes professionnels. En phase avec sa programmation annuelle, l'ADEC, en étroite collaboration avec le responsable de la section "Théâtre -Etude" construit un parcours artistique théâtral, de l'écriture au plateau sur quatre semestres successifs avec quatre artistes-intervenants différents.

Le recrutement de la section "Théâtre-Etudes" s'effectue tous les deux ans pour constituer une promotion de 15 étudiants s'inscrivant sur un parcours artistique d'une durée de deux ans. La section "Théâtre -Etudes" est ouverte à tous les élèves ingénieurs, sans prérequis et inscrits à l'INSA de Rennes entre la première et la troisième année. Chaque élève-ingénieur inscrit dans cette section s'engage à suivre la formation proposée sur la durée de deux ans. Une évaluation a lieu à la fin de chaque semestre du parcours par le responsable de la section.

Depuis septembre 2017, une compagnie théâtrale professionnelle, ayant un lien de création et de formation avec l'ADEC, propose un univers artistique à la promotion de l'année en cours. Le travail s'effectue soit autour d'une oeuvre théâtrale soit autour d'un travail original à partir de matériaux (travail d'écriture, travail de montage de textes). De manière générale, le travail de plateau reprend les bases du jeu d'acteur pour aborder les propositions artistiques. En complément de ce parcours, l'ADEC propose deux interventions autour de la découverte de la littérature théâtrale à la bibliothèque de l'ADEC et de l'initiation aux techniques de la lumière et de la régie.

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

pas de prérequis de jeu demandé.

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

Le jeudi après-midi sur le plateau de l'ADEC à Rennes

**Modalités d'évaluation :**

Validation basée sur l'engagement de l'étudiant-e

**Public ciblé :**

étudiant-e inscrit-s entre la première et la troisième année

<b>Musique-Etudes</b>	<b>HUMF1-MUS</b>
<b>Volume horaire total : 25.00 h</b>	<b>1.00 crédits ECTS</b>
<b>TD : 25.00 h</b>	
<b>Responsable(s) : HOLZNER-JACQUES Cecile</b>	

**Objectifs, finalités :**

Compétences ciblées :

- Travailler et communiquer en équipe
- Ouverture culturelle
- Écoute de l'autre
- Gérer son stress
- Prendre confiance en soi

Les élèves ont la possibilité de combiner leurs études et leur passion pour la musique. Au sein de deux formations orchestrales, Jazz et classique, ils continuent la pratique instrumentale et suivent une formation musicale de qualité encadrée par des enseignants du Conservatoire Régional de Rennes. Ils développent à travers la pratique musicale collective des capacités d'écoute, d'adaptation et de collaboration, essentielles à tout travail d'équipe. Ils participent activement à la vie culturelle de l'école et se produisent fréquemment en public. La pratique artistique collective au sein de l'établissement contribue à l'épanouissement personnel des élèves. d'adaptation et de collaboration essentielles à tout travail d'équipe.

**Contenu :**

Cours collectif de 2h par semaine au sein de deux ensembles, JAZZ et classique.

Pratique instrumentale en formation de musique de chambre encadrée.

Participation aux festivals et organisation des événements culturels de l'École.

Plusieurs concerts et représentations dans l'année à l'INSA et à l'extérieur.

**Bibliographie :**

Partitions distribuées en début d'année

**Prérequis :**

Une bonne pratique instrumentale, Études musicales au Conservatoire ou dans une École de Musique, Maîtrise de la lecture

Les admissions dans la filière se font sur dossier et suite à une audition, organisée en début d'année.

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

2 heures de pratique collective par semaine

Formations de musique de chambre, pratique encadrée

Travail personnel en autonomie et en groupe

**Modalités d'évaluation :**

Validation

**Public ciblé :**

Élèves INSA ,Sciences Po , Centrale/Supélec et étudiants extérieur

**Semestre 8**

**Parcours Apprentissage**

<b>1</b>	<b>GMA08-1 FISA</b>		<b>MECANIQUE &amp; MATERIAUX FISA S8</b>	<b>5.00</b>
	GMA08-CMAT FISA	O	Comportement mécanique des matériaux	3.00
	GMA08-COMP FISA	O	Mécanique des matériaux composites	2.00
<b>2</b>	<b>GMA08-2 FISA</b>		<b>CONCEPTION &amp; PROCEDES FISA S8</b>	<b>3.00</b>
	GMA08-ACV FISA	O	Eco Conception Analyse cycle de vie	1.00
	GMA08-PROD FISA	O	Productique & Qualité	2.00
<b>3</b>	<b>GMA08-3 FISA</b>		<b>AUTOMATIQUE &amp; MODELISATION FISA S8</b>	<b>3.00</b>
	GMA08-MOROB FISA	O	Modélisation des robots	2.00
	GMA08-MECTRO FISA	O	Projet Mécatronique	1.00
<b>4</b>	<b>GMA08-4 FISA</b>		<b>HUMANITES FISA S8</b>	<b>5.00</b>
	GMA08-ANGL FISA	O	Anglais	2.00
	GMA08-EPS FISA	O	EPS	1.00
	GMA08-GP FISA	O	Gestion de projet	1.00
	GMA08-SHES1 FISA	O	SHES1	1.00
<b>5</b>	<b>GMA08-5 FISA</b>		<b>EXPERIENCE PROFESSIONNELLE FISA S8</b>	<b>14.00</b>
	GMA08-MISSI FISA	O	Mission en Entreprise	13.00
	GMA08-PPS FISA	O	Parcours Professionnel et Scolaire	1.00

O : obligatoire ; C = à choix ; F = facultatif

<b>Comportement mécanique des matériaux</b>	<b>GMA08-CMAT FISA</b>
<b>Volume horaire total : 56.00 h</b>	<b>3.00 crédits ECTS</b>
<b>TA : 10.00 h, TD : 38.00 h, TP : 8.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

Introduire les principaux modèles de comportement rhéologiques des matériaux solides. Présentation des différents essais de caractérisation mécanique. Méthodologie de choix et contrôle des matériaux

**Contenu :**

1. FORMULATION GENERALE DES LOIS DE COMPORTEMENT
  - 1.1. GRANDES CLASSES DE COMPORTEMENT
  - 1.2. FORMULATION GENERALE DES LOIS DE COMPORTEMENT
2. PRINCIPAUX MODELES DE COMPORTEMENT RHEOLOGIQUE DES MATERIAUX SOLIDES ET ESSAIS DE CARACTERISATION ASSOCIES
  - 2.1. ELASTICITE (RAPPELS)
  - 2.2. ELASTOPLASTICITE
    - 2.2.1. Aspects phénoménologiques (limite d'élasticité, écrouissage isotrope, écrouissage cinématique linéaire, critères de plasticité, fonction de charge)
    - 2.2.2. Mécanisme physique de la plasticité
    - 2.2.3. Formulation rhéologique du comportement plastique
      - 2.2.3.1. Critères de plasticité (isotropes, anisotropes)
      - 2.2.3.2. Lois d'écoulement plastique et d'écrouissage
      - 2.2.3.3. Principe du travail plastique maximal (règle de normalité, règle de convexité)
      - 2.2.3.4. Modèles particuliers
        - 2.2.3.4.1. écrouissage isotrope : modèle de Prandtl-Reuss
        - 2.2.3.4.2. écrouissage cinématique linéaire : modèle de Prager
        - 2.2.3.4.3. écrouissage cinématique non linéaire : modèle de Prager
    - 2.3. ELASTO-VISCO-PLASTICITE
      - 2.3.1. Résultats expérimentaux caractéristiques (fluage, influence de la vitesse de chargement, relaxation, restauration)
      - 2.3.2. Mécanismes physiques responsables de viscoplasticité
      - 2.3.3. Modèles mécaniques de viscoplasticité
3. PRINCIPAUX MODELES DE DEGRADATION DES MATERIAUX SOLIDES ET ESSAIS DE CARACTERISATION ASSOCIES
  - 3.1. INTRODUCTION
  - 3.2. MECANISMES PHYSIQUES D'ENDOMMAGEMENT & RUPTURE
    - 3.2.1. Les mécanismes d'endommagement
    - 3.2.2. Les différents type de rupture : fragile, ductile, par fatigue
    - 3.2.3. Les modes de rupture
  - 3.3. NOTION DE MECANIQUE DE L'ENDOMMAGEMENT
    - 3.3.1. Contrainte effective, module endommagé
    - 3.3.2. Lois d'évolution
    - 3.3.3. Endommagement et plasticité
  - 3.4. ENDOMMAGEMENT PAR FATIGUE
    - 3.4.1. Fatigue à grand nombre de cycle, fatigue oligocyclique
    - 3.4.2. Essais de Wöhler, Limite d'endurance
    - 3.4.3. Diagrammes d'endurance
  - 3.5. RUPTURE
    - 3.5.1. Mécanique élastique de la rupture
      - 3.5.1.1. Facteurs d'intensité de contraintes
      - 3.5.1.2. Taux de restitution d'énergie
      - 3.5.1.3. Essais de fissuration
    - 3.5.2. Mécanique élasto-plastique de la rupture
4. CHOIX DE MATERIAUX
  - 4.1. INTRODUCTION
  - 4.2. DIAGRAMME DE PROPRIETES
  - 4.3. INDICES DE PERFORMANCE
  - 4.4. CONCEPTION MULTI-CONSTRAINTES ET MULTI-OBJECTIFS

#### 4.5. ETUDE DE CAS

#### 5. CONTROLES NON DESTRUCTIFS

Présentation des différentes techniques : ressuage, magnétoscopie, ultrasons, radiographie X, courants de Foucault.

#### **Bibliographie :**

Mécanique des matériaux solides, J. Lemaitre et J.L. Chaboche  
Comportement des matériaux, A. Pineau, D. François et A. Zaoui  
Matériaux, Vol. 1 & 2, M.F. Ashby  
Fracture mechanics, Anderson

#### **Prérequis :**

Cours de Mécanique des Milieux Continus

#### **Organisation, méthodes pédagogiques :**

#### **Modalités d'évaluation :**

1 Devoir Surveillé de 3 heures  
1 Evaluation des Travaux Pratiques

#### **Public ciblé :**

<b>Mécanique des matériaux composites</b>	<b>GMA08-COMP FISA</b>
<b>Volume horaire total : 28.00 h</b>	<b>2.00 crédits ECTS</b>
<b>TA : 6.00 h, TD : 14.00 h, TP : 8.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

Il s'agit de donner aux élèves les connaissances de base pour aborder la conception d'éléments structuraux en Matériau composite. La 1ère partie du cours est consacrée à la formulation mathématique du comportement thermomécanique de ces matériaux : anisotropie, homogénéisation, critères de rupture. Elle permet d'aborder le pré-dimensionnement de sections composites (poutre ou plaque). La 2ème partie porte sur les aspects liés à la mise en œuvre et aux technologies de fabrication

**Contenu :**

1ère partie

- Introduction
- Formulation du comportement d'un milieu élastique anistrophe - rappels
- Anisotropie complète
- Orthotropie
- Isotropie transverse
- Formulation mécanique des critères de rupture pour les matériaux anisotropes
- Critère de Hill-Tsai
- Critère de Wu
- Techniques d'homogénéisation
- Constantes thermo-élastiques d'un composite uni-directionnel
- Comportement thermo-élastique d'un pli dans une direction quelconque
- Formulation matricielle du comportement d'un stratifié
- Prédimensionnement et vérification du stratifié par rapport aux critères de rupture

2ème partie

- Présentation générale
- Définition générale d'un composite, les renforts, les matrices, les semi-produits
- Procédés de fabrication
- Procédés par moulage sans presse, procédés par moulage sous pressions, procédés de transformation en continu, procédés de fabrication des formes de révolution, étude comparative
- Domaines d'application
- Analyse fonctionnelle, conception de pièces composites, le marché des composites
- Les matériaux sandwich
- L'effet sandwich, constituants, analyse mécanique, applications

**Bibliographie :**

pratiques.

Bibliographie

Daniel Gay - Matériaux Composites 3ème édition. Hermès Editeur.

Jean-Marie Berthelot - Matériaux Composites : comportement mécanique et analyse des structures. Editions Masson, Paris 1996.

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

Examen écrit de 2 heures à la fin du semestre - note de comptes rendus de travaux pratiques

**Public ciblé :**

<b>Eco Conception Analyse cycle de vie</b>	<b>GMA08-ACV FISA</b>
<b>Volume horaire total : 8.00 h</b>	<b>1.00 crédits ECTS</b>
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

**Contenu :**

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

**Public ciblé :**

<b>Productique &amp; Qualité</b>	<b>GMA08-PROD FISA</b>
<b>Volume horaire total : 28.00 h</b>	<b>2.00 crédits ECTS</b>
<b>TA : 6.00 h, TD : 18.00 h, TP : 4.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

Fabriquer au moindre coût des produits de qualité, adaptés aux désirs des consommateurs, et mis à leur disposition dans un délai raisonnable résume les impératifs actuels des entreprises. La démarche d'industrialisation impose donc de maîtriser des compétences transversales relatives aux modes d'organisation, de gestion de la production, de la qualité et de communication.

**Contenu :**

I- Méthodologie expérimentale :

- . Introduction
- . Vocabulaire et démarche d'étude
- . Outils de calcul
- . Criblage
- . Matrices d'expériences usuelles
- . Analyse des résultats
- . Validation du modèle
- . Méthode Taguchi

II- Productique

- . Analyse du système de mesure
- . Ordonnancement en ateliers spécialisés
- . Lignes de fabrication
- . ERP
- . Mettre en place une démarche Lean

**Bibliographie :**

P. Souvay La statistique : outil de la qualité

Recueil des normes ISO 9000

G. et M.C. Sado, De l'expérimentation à l'assurance qualité - Afnor Technique

Jacques Goupy, Introduction aux plans d'expériences - Dunod

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

Examen écrit de 2 heures à la fin du semestre

**Public ciblé :**

<b>Modélisation des robots</b>	<b>GMA08-MOROB FISA</b>
<b>Volume horaire total : 42.00 h</b>	<b>2.00 crédits ECTS</b>
<b>TA : 8.00 h, TD : 18.00 h, TP : 16.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

Maîtriser les méthodes et les outils de base qui sont nécessaires à la modélisation des robots-manipulateurs à chaîne ouverte simple.

**Contenu :**

Modélisation des robots-manipulateurs à chaîne ouverte simple.

- Terminologie et définitions générales.
- Matrices de transformation entre vecteurs, repères et torseurs.
- Modèles géométriques direct et inverse.
- Modèles cinématiques direct et inverse.
- Etudes des singularités.
- Analyse de l'espace de travail.
- Analyse de la manipulabilité.
- Transfert des vitesses et des efforts.
- Equilibre statique.

**Bibliographie :**

KHALIL W., DOMBRE E., 1999, « Modélisation, identification et commande des robots », Hermès.

**Prérequis :**

Calcul matriciel

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

Examen écrit de 2 heures à la fin du semestre, note de comptes rendus de travaux pratiques.

**Public ciblé :**

<b>Projet Mécatronique</b>	<b>GMA08-MECTRO FISA</b>
<b>Volume horaire total : 22.00 h</b>	<b>1.00 crédits ECTS</b>
<b>TA : 2.00 h, TD : 6.00 h, TP : 14.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

Cette UE a pour objectif l'étude et la mise en œuvre d'un système mécatronique avec une vue d'ensemble. Une confrontation entre les modèles de dimensionnement, simulation multiphysique et des résultats expérimentaux est visée.

**Contenu :**

Étude d'un système du point de vue de sa chaîne d'énergie et de sa chaîne d'information :

- Chaîne d'Énergie : vérification du dimensionnement des actionneurs (aspects thermiques notamment) et des éléments de transmissions de puissance.
- Chaîne d'information : conception des algorithmes de contrôle (Machines à état + contrôle-commande) et analyse de l'instrumentation.

Modélisation du système à travers la mise en œuvre d'une simulation multiphysique de la chaîne d'énergie du système (distributeurs, actionneurs, transmission de puissance) et de sa partie contrôle. L'objectif est de comparer les différentes approches pour questionner les hypothèses et valider les résultats des divers modèles (conception et dimensionnement). La simulation multiphysique sert également à évaluer le système du point de vue de la consommation d'énergie (puissance).

Mise en œuvre expérimentale et comparaisons avec les résultats de simulation pour valider le cahier des charges.

**Bibliographie :**

- \_ Documentation technique fournisseurs + documentation logiciels (Matlab/Simulink/Simscape) Techniques de l'ingénieur
- AFZALI Mansour. La simulation numérique : un outil pour les innovations technologiques [Doc. AG 450]. 2022
- SIGRIST Jean-François. La simulation numérique - Pratiques et enjeux d'innovation [Doc. AG 452]. 2021
- DEVALAN Pierre. Simulation numérique dans le processus de conception de systèmes mécaniques [Doc. BM5013]. 2009
- Ivan LIEBGOTT. Modélisation et Simulation des systèmes multi-physiques avec MATLAB – Simulink pour l'étudiant et l'ingénieur (4ème ed.) 2020

**Prérequis :**

Dynamique multi-corps (GMA05-MSI-FISA, GMA06-CDM-FISA, GMA06-MSMD-FISA), Transmission de puissance (GMA07-PUIS-FISA) , Motorisation électrique et distributeur (GMA07-EEP-FISA), Machine à états (GMA05-AURES-FISA), Traitement du signal (GMA05-SIG-FISA), Contrôle commande (GM06-AUTO-FISA, GMA07-AUTO2-FISA)

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

Cette UE est sous forme d'un projet de synthèse de différents enseignements du département. Son déroulement est découpé ainsi :

- 1 séance (Cours-TD) de présentation du projet + apport sur la modélisation multiphysique ;
- 2 séances (Cours-TD) sur le dimensionnement de la chaîne d'énergie ;
- 4 séances (TP/Projet) mise en œuvre de la simulation multiphysique, essais sur le système réel et la création des différentes analyses comparatives.

**Modalités d'évaluation :**

Note finale de projet (rapport et/ou soutenance)

**Public ciblé :**

<b>Anglais</b>	<b>GMA08-ANGL FISA</b>
<b>Volume horaire total : 24.00 h</b>	<b>2.00 crédits ECTS</b>
<b>TA : 4.00 h, TD : 20.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

Objectifs généraux

Améliorer ses capacités de compréhension et d'expression en anglais, comprendre et interagir avec des interlocuteurs anglophones dans des situations de la vie quotidienne aussi bien dans le contexte professionnel que personnel

Objectifs linguistiques :

Obtention ou renforcement du niveau B2 au minimum (requis pour la validation du diplôme d'ingénieur et défini par le CECRL). L'apprenti(e) doit obtenir un score au TOEIC au minimum égal à 800 pour valider le diplôme.

**Contenu :**

- Développement d'une base solide de vocabulaire dont une partie axée sur le TOEIC : les élèves devront apprendre plusieurs listes en cours d'année
- Entraînement à l'expression orale afin de développer la capacité des apprentis à s'exprimer efficacement et à transmettre un message clair en anglais (projet de groupe avec une pièce de théâtre à monter et à jouer devant un public sur le semestre)
- Entraînement à la compréhension orale et écrite à partir de vidéos, documents audio, textes, articles authentiques
- Entraînement à l'expression écrite
- Révision des bases de grammaire incontournables
- Développement de la culture générale UK/US des apprentis à travers l'étude de sujets d'actualité mais aussi d'éléments historique/sociaux/culturels

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

Une bonne maîtrise du programme du secondaire est un minimum: B1/B2

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

- Les cours ont une durée de deux heures et sont dispensés dans des salles équipées de vidéoprojecteurs et sonorisées.
- Les ressources pédagogiques utilisées sont des articles de presse, des documents audio et vidéo (reportages télévisés, extraits de films ou de séries, podcasts), Internet est utilisé comme source documentaire.
- Un travail personnel régulier est demandé. L'étudiant se doit d'être curieux et ne pas arrêter sa pratique à la salle de cours.
- Chaque élève dispose d'un accès à la plateforme e-learning 'PrePMyFuture', dont l'objectif et les exercices sont dirigés vers le TOEIC.

**Modalités d'évaluation :**

Evaluation en contrôle continu.

**Public ciblé :**

<b>EPS</b>	<b>GMA08-EPS FISA</b>
<b>Volume horaire total : 16.00 h</b>	<b>1.00 crédits ECTS</b>
<b>TD : 16.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

Adaptation de la motricité, et de l'affectivité dans un milieu incertain

Préservation de l'intégrité physique.

Travail essentiellement en binôme ou équipe réduite et connaissance de soi, communication, création et responsabilisation, managérat.

Management du couple risque sécurité.

**Contenu :**

**PROGRAMME :**

Escalade ou Badminton par équipe "managérat"  
 Plein nature C.O ou kayak  
 Plein air golf

**COMPETENCES :**

Connaître les APSA, s'y évaluer et progresser 25%

se dépasser

évaluer son niveau de maîtrise technique

comprendre le processus d'apprentissage pour mieux se transformer et améliorer sa maîtrise de l'APS

s'engager authentiquement pour comprendre et analyser les situations, leurs buts, les déterminants des comportements et attitudes dans un contexte donné.

mettre à l'épreuve les fondements éthiques de son activité

mieux se connaître grâce aux APSA

améliorer ses qualités corporelles et psychomotrices en utilisant les APSA

connaître et dépasser ses limites personnelles

apprendre à mieux gérer son stress

s'engager dans une démarche de progrès

s'approprier de manière critique les savoirs

rechercher la détente physique et psychologique en compensation du travail intellectuel par les APSA

Relation aux autres et s'organiser à plusieurs 25%

interagir avec les autres

s'exposer pour animer, organiser des groupes restreints sur des tâches à réaliser

communiquer pour rendre plus efficace la recherche de progrès d'un individu ou/et d'une équipe

être à l'écoute des réactions d'autrui pour satisfaire, si possible, les intérêts personnels et généraux.

s'ouvrir à la contradiction et décider collectivement

Maîtriser les savoir-être 25%

savoir communiquer : savoir écouter, s'exprimer, changer de rôle, travailler en équipe.

savoir créer : s'adapter, inventer, réinventer, innover, imaginer

savoir se situer : dans une norme, dans un projet ou une organisation, savoir critiquer et être critiqué, savoir se remettre en cause.

savoir se responsabiliser : respect des droits et des devoirs, mener un projet à son terme, prendre des

risques calculés, s'engager dans l'action, s'investir.

Autonomie, découverte 25%

aller vers l'autonomie

passer d'une approche ludique, hygiénique et énergétique de cette discipline à une approche formatrice.

découvrir de nouvelles APS

**Bibliographie :**

Plusieurs livres spécialisés sont à disposition des élèves à la bibliothèque. Des sites Internet sont proposés en lien sur le site EPS.

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

L'évaluation fait le point de la participation des élèves, leur progression et de leurs acquisitions motrices. C'est l'occasion d'une réflexion critique de l'élève sur son parcours sportif au regard des objectifs de formation. L'effort d'explicitation des compétences acquises est une condition de réinvestissement des apprentissages et d'une meilleure connaissance de soi.

Notation : 10 pts adaptation des conduites motrices – 2 pts bonus pour la progression – 5 pts communication quantitatives et qualitative – 5 pts prises de responsabilités et investissement

**Public ciblé :**

<b>Gestion de projet</b>	<b>GMA08-GP FISA</b>
<b>Volume horaire total : 14.00 h</b>	<b>1.00 crédits ECTS</b>
<b>TA : 2.00 h, TD : 12.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

L'objectif de cet EC est que les apprentis s'approprient les concepts et outils de la gestion de projet.

**Contenu :**

Le contenu s'articule autour des 3 grandes phases de la gestion de projet :

- structuration et planification : WBS, PERT, GANTT, matrice RACI, analyse des risques
- pilotage : outils collaboratifs, outils de suivi d'avancement
- clôture et capitalisation : analyse des incidents, valorisation du coût, REX

**Bibliographie :**

Moodle de l'EC

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

Organisation :

- 12h de cours-TD
- 2h en autonomie

**Modalités d'évaluation :**

**Public ciblé :**

<b>SHES1</b>	<b>GMA08-SHES1 FISA</b>
<b>Volume horaire total : 16.00 h</b>	<b>1.00 crédits ECTS</b>
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

L'objectif de ce cours est relativement simple : aborder des thématiques propres à l'ingénierie (et en particulier aux futur.e.s ingénieur.e.s de Génie Mécanique & Automatique) selon une double approche :

- Géopolitique
- Environnementale et sociale

Car beaucoup de ces thématiques mêlent, souvent inextricablement, les problématiques propres à ces 2 domaines que sont d'une part les modalités d'exercice des pouvoirs sur les territoires et d'autre part les conséquences de l'activité humaine sur les milieux naturels et humains.

**Contenu :**

- Séance 1 : table ronde ; échanges sur la géopolitique et les enjeux environnementaux selon 3 temps :
  - o Sujets d'actualité
  - o Dimension personnelle de l'étudiant dans sa relation à la géographie et au voyage - itinéraires de mobilité internationale
  - o Présentation du cours : explications, état des lieux sur MOODLE, constitution des groupes de travail selon 2 types d'exercice.
- Séance 2 : présentations développées (enseignant) de quelques problématiques. Choix des sujets par les groupes d'étudiants.
- Séance 3 : présentations développées (enseignant) de quelques problématiques
- Séance 4 : recherches documentaires sur les sujets
- Séance 5 : présentations successives des 6 sujets (jeudi 25 mai 2023)
- Séance 6 : Ateliers d'écriture sur les scenarii
- Séance 7 : Ateliers d'écriture sur les scenarii + restitutions

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

7 séances de 2 heures

**Modalités d'évaluation :**

Les 2 types de travail seront évalués sur 20 (chacun)

**Public ciblé :**

<b>Mission en Entreprise</b>	<b>GMA08-MISSI FISA</b>
<b>Volume horaire total : 12.00 h</b>	<b>13.00 crédits ECTS</b>
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

L'objectif de ce module est de donner aux apprentis une formation professionnelle complémentaire à la formation académique dispensée à l'école. Les périodes en entreprise permettent à l'apprenti d'acquérir des connaissances et compétences qui construisent son expérience professionnelle.

**Contenu :**

Les activités et missions confiées aux apprentis par leur Maître d'Apprentissage varient selon les entreprises mais sont toujours en relation avec le contenu de la formation et préparent progressivement les apprentis à leur futur métier d'ingénieur.

Les compétences transverses développées au fur et à mesure des expériences de terrain (de type soft skills) sont recensées et mesurées selon un référentiel commun, quel que soit le terrain d'alternance.

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

Avoir trouvé un terrain d'alternance

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

En début de semestre au minimum, l'apprenti et son Maître d'Apprentissage définissent les objectifs à atteindre et le travail à réaliser.

Chaque fin de semestre, le Maître d'Apprentissage effectue un bilan des activités et missions confiées et les évalue. Par ailleurs, l'apprenti et son Maître d'Apprentissage mettent à jour le tableau de bord des compétences transverses de l'apprenti.

**Modalités d'évaluation :**

Note de suivi des missions (attribuée par le Maître d'Apprentissage)

**Public ciblé :**

<b>Parcours Professionnel et Scolaire</b>	<b>GMA08-PPS FISA</b>
<b>Volume horaire total : 1.00 h</b>	<b>1.00 crédits ECTS</b>
<b>TD : 6.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

Les compétences développées dans le cadre de ce module s'inscrivent dans deux registres :

- savoir rendre compte des activités et missions en entreprise et les valoriser ;
- se construire un parcours personnel cohérent avec ses points forts et attentes professionnelles.

Le livrable de référence de la 3A (Découverte de l'entreprise : oral + rapport) constitue un fil rouge pour ce module. Le rapport s'articule en deux parties : une analyse organisationnelle (présentation de l'entreprise) réalisée au S5, complétée par une analyse technique effectuée durant le S6.

**Contenu :**

Le module PPS du S5 comporte :

- des séances de méthodologie et de communication pour accompagner la rédaction du rapport et la présentation orale (réalisée au cours de la visite en entreprise du tuteur pédagogique) ;
- des séances dédiées aux temps forts du semestre : Journée des Maîtres d'Apprentissage, Forum du Grand Ouest, commission pédagogique, inclusion, ...

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

Les méthodes pédagogiques s'appuient essentiellement sur des méthodes inductives et participatives. Les apprentis travaillent par petits groupes et élaborent des synthèses qu'ils présentent en plénière ensuite, en privilégiant des formats courts et/ou visuels (pitches, affiches, ...).

L'accent est systématiquement sur une approche REX dans une logique de capitalisation.

**Modalités d'évaluation :**

Note d'oral : présentation « Découverte de l'entreprise », réalisée lors de la visite du tuteur pédagogique (oral noté conjointement avec le Maître d'Apprentissage)

**Public ciblé :**

**Semestre 8**

**Parcours Formation Initiale GMA**

<b>1</b>	<b>GMA08-1</b>		<b>MECANIQUE &amp; MATERIAUX S8</b>	<b>5.00</b>
	GMA08-CMAT	O	Comportement mécanique des matériaux	3.00
	GMA08-COMP	O	Mécanique des matériaux composites	2.00
<b>2</b>	<b>GMA08-2</b>		<b>CONCEPTION &amp; PROCEDES S8</b>	<b>6.00</b>
	GMA08-PRCONS	O	Projet de construction	3.00
	GMA08-PROD	O	Productique & Qualité	2.00
	GMA08-ACV	O	Eco Conception Analyse cycle de vie	1.00
<b>3</b>	<b>GMA08-3</b>		<b>AUTOMATIQUE &amp; MODELISATION S8</b>	<b>5.00</b>
	GMA08-MECTRO	O	Projet Mécatronique	2.00
	GMA08-MOROB	O	Modélisation des robots	3.00
<b>4</b>	<b>GMA08-STAGE</b>		<b>STAGE</b>	<b>8.00</b>
	GMA08-STAGE	O	Stage 4 GMA	8.00
<b>5</b>	<b>HUM08</b>		<b>ENSEIGNEMENTS D'HUMANITE S8</b>	<b>6.00</b>
	HUM08-ANGL	O	Anglais S8	2.00
	HUM08-TEJS	C	THEMES ECONOMIQUES JURIDIQUES ET SOCIAUX	1.00
	HUM08-SHES1	O	Ingénieur et Société - M1	1.00
	HUM08-SHES2	C	Ingénieur et Société - M2	1.00
	HUM08-EPS	O	Education Physique et Sportive S8	1.00
	HUM08-IE	C	Innovation et Entrepreneuriat (RIE)	2.00
<b>6</b>	<b>HUMF2-ELSA Mus</b>		<b>MUSIQUE ETUDES</b>	<b>1.00</b>
	HUMF2-MUS	C	Musique-Études	1.00

O : obligatoire ; C = à choix ; F = facultatif

<b>Comportement mécanique des matériaux</b>	<b>GMA08-CMAT</b>
<b>Volume horaire total : 56.00 h</b>	<b>3.00 crédits ECTS</b>
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

**Contenu :**

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

**Public ciblé :**

<b>Mécanique des matériaux composites</b>	<b>GMA08-COMP</b>
<b>Volume horaire total : 28.00 h</b>	<b>2.00 crédits ECTS</b>
<b>CM : 12.00 h, TD : 8.00 h, TP : 8.00 h</b>	
<b>Responsable(s) : RAGNEAU Eric</b>	

**Objectifs, finalités :**

Il s'agit de donner aux élèves les connaissances de base pour aborder la conception d'éléments structuraux en matériau composite. La 1ère partie du cours est consacrée à la formulation mathématique du comportement thermomécanique de ces matériaux : anisotropie, homogénéisation, critères de rupture. Elle permet d'aborder le pré-dimensionnement de sections composites (poutre ou plaque). La 2ème partie porte sur les aspects liés à la mise en oeuvre et aux technologies de fabrication.

**Contenu :**

1ère partie

- Introduction
- Formulation du comportement d'un milieu élastique anistrophe - rappels
- Anisotropie complète
- Orthotropie
- Isotropie transverse
- Formulation mécanique des critères de rupture pour les matériaux anisotropes
- Critère de Hill-Tsai
- Critère de Wu
- Techniques d'homogénéisation
- Constantes thermo-élastiques d'un composite uni-directionnel
- Comportement thermo-élastique d'un pli dans une direction quelconque
- Formulation matricielle du comportement d'un stratifié
- Prédimensionnement et vérification du stratifié par rapport aux critères de rupture

2ème partie

- Présentation générale
- Définition générale d'un composite, les renforts, les matrices, les semi-produits
- Procédés de fabrication
- Procédés par moulage sans presse, procédés par moulage sous pressions, procédés de transformation en continu, procédés de fabrication des formes de révolution, étude comparative
- Domaines d'application
- Analyse fonctionnelle, conception de pièces composites, le marché des composites
- Les matériaux sandwich
- L'effet sandwich, constituants, analyse mécanique, applications

**Bibliographie :**

Daniel Gay - Matériaux Composites 3ème édition. Hermès Editeur.

Jean-Marie Berthelot - Matériaux Composites : comportement mécanique et analyse des structures. Editions Masson, Paris 1996.

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

2 heures par semaine

**Modalités d'évaluation :**

Examen écrit de 2 heures à la fin du semestre - note de comptes rendus de travaux pratiques.

**Public ciblé :**

<b>Projet de construction</b>	<b>GMA08-PRCONS</b>
<b>Volume horaire total : 56.00 h</b>	<b>3.00 crédits ECTS</b>
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

**Contenu :**

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

**Public ciblé :**

<b>Productique &amp; Qualité</b>	<b>GMA08-PROD</b>
<b>Volume horaire total : 28.00 h</b>	<b>2.00 crédits ECTS</b>
<b>CM : 14.00 h, TD : 14.00 h</b>	
<b>Responsable(s) : SORRE Frederic</b>	

**Objectifs, finalités :**

Fabriquer au moindre coût des produits de qualité, adaptés aux désirs des consommateurs, et mis à leur disposition dans un délais raisonnables résume les impératifs actuels des entreprises. La démarche d'industrialisation impose donc de maîtriser des compétences transversales relatives aux modes d'organisation, de gestion de la production, de la qualité et de communication.

**Contenu :**

I- Méthodologie expérimentale :

- . Introduction
- . Vocabulaire et démarche d'étude
- . Outils de calcul
- . Criblage
- . Matrices d'expériences usuelles
- . Analyse des résultats
- . Validation du modèle
- . Méthode Taguchi

II- Productique

- . Analyse du système de mesure
- . Ordonnancement en ateliers spécialisés
- . Lignes de fabrication
- . ERP
- . Mettre en place une démarche Lean

**Bibliographie :**

P. Souvay La statistique : outil de la qualité

Recueil des normes ISO 9000

G. et M.C. Sado, De l'expérimentation à l'assurance qualité - Afnor Technique

Jacques Goupy, Introduction aux plans d'expériences - Dunod

**Prérequis :**

TCM06-ISIP

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

1h par semaine

**Modalités d'évaluation :**

Examen écrit de 2 heures à la fin du semestre

**Public ciblé :**

<b>Eco Conception Analyse cycle de vie</b>	<b>GMA08-ACV</b>
<b>Volume horaire total : 8.00 h</b>	<b>1.00 crédits ECTS</b>
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

**Contenu :**

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

**Public ciblé :**

<b>Projet Mécatronique</b>	<b>GMA08-MECTRO</b>
<b>Volume horaire total : 42.00 h</b>	<b>2.00 crédits ECTS</b>
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

**Contenu :**

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

**Public ciblé :**

<b>Modélisation des robots</b>	<b>GMA08-MOROB</b>
<b>Volume horaire total : 42.00 h</b>	<b>3.00 crédits ECTS</b>
<b>CM : 16.00 h, TD : 10.00 h, TP : 16.00 h</b>	<b>support en anglais</b>
<b>Responsable(s) : MAURINE Patrick</b>	

**Objectifs, finalités :**

Maîtriser les méthodes et les outils de base qui sont nécessaires à la modélisation des robots-manipulateurs à chaîne ouverte simple.

**Contenu :**

Modélisation des robots-manipulateurs à chaîne ouverte simple.

- Terminologie et définitions générales.
- Matrices de transformation entre vecteurs, repères et torseurs.
- Modèles géométriques direct et inverse.
- Modèles cinématiques direct et inverse.
- Etudes des singularités.
- Analyse de l'espace de travail.
- Analyse de la manipulabilité.
- Transfert des vitesses et des efforts.
- Equilibre statique.

**Bibliographie :**

KHALIL W., DOMBRE E., 1999, « Modélisation, identification et commande des robots », Hermès.

**Prérequis :**

Calcul matriciel

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

2 heures par semaine

**Modalités d'évaluation :**

Examen écrit de 2 heures à la fin du semestre  
 - note de comptes rendus de travaux pratiques.

**Public ciblé :**

<b>Stage 4 GMA</b>	<b>GMA08-STAGE</b>
<b>Volume horaire total : 240.00 h</b>	<b>8.00 crédits ECTS</b>
<b>TP : 1.00 h</b>	<b>support et cours en anglais</b>
<b>Responsable(s) : GAVRUS Adinel</b>	

**Objectifs, finalités :**

Entre la fin de la 3ème année et le début de la 5ème année, au moins un Stage Industriel doit être réalisé ; il doit permettre à l'élève d'acquérir une expérience pratique dans un environnement professionnel en développant son aptitude à la communication, au travail en équipe et en accroissant ses capacités d'observation et d'intégration. Un 2ème stage du même type est fortement conseillé. Tous les stages font l'objet d'une convention et peuvent se dérouler dans un établissement public ou privé. Ils doivent se terminer impérativement avant la reprise des cours de l'année scolaire en cours. Durée du stage : 8 semaines minimum pendant les congés d'été Lieu : Entreprise obligatoire

**Contenu :**

Le Stage effectué en fin de 3ième année doit permettre de prendre contact avec le milieu professionnel connexe aux disciplines

du GMA. Il s'agit d'un stage d'exécution et de connaissance de l'Entreprise qui devra permettre à l'étudiant :

- d'avoir une approche globale d'une entreprise
- d'analyser son poste de travail
- de replacer cette expérience en entreprise dans une perspective de formation et de se situer par rapport à elle
- d'établir une analyse des domaines techniques, sociaux et de sécurité du travail.

Le Stage effectué en fin de 4ième année a essentiellement pour but la mise en application synthétique de ses connaissances

dans le domaine de la spécialité GMA. Il s'agit d'un stage technique. Il devra permettre à l'étudiant :

- de résoudre des projets techniques, soit en études/recherche, soit en gestion de production/industrialisation,
- d'établir une analyse des domaines techniques, du déroulement d'un projet, du management, du fonctionnement pratique et économique de l'entreprise

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

Il appartient à chaque étudiant de rechercher par ses propres moyens une entreprise d'accueil. Il est vivement conseillé que le sujet du stage soit en rapport avec les domaines du GMA. Le stage ne peut débuter sans qu'une convention ne soit préalablement signée entre l'entreprise et l'INSA. Avant d'établir cette convention, un sujet de stage clairement défini doit être proposé pour accord au responsable stage du département.

**Modalités d'évaluation :**

Pour valider le Stage Industriel, les critères suivants seront analysés par le jury :

- Appréciation et avis de l'entreprise
- Avis des enseignants

Les différents points précédents devront être validés. Le stage peut être partiellement validé. Dans ce cas, le jury peut

demande l'ajournement du Stage Industriel. En cas de non acceptation du travail ou du rendu, le jury pourra demander des compléments d'information, une nouvelle rédaction des travaux écrits, un nouveau sujet de Stage Industriel dans la même, voire dans une entreprise différente.

**Public ciblé :**

<b>Anglais S8</b>	<b>HUM08-ANGL</b>
<b>Volume horaire total : 24.00 h</b>	<b>2.00 crédits ECTS</b>
<b>TD : 24.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

Acquisition des outils linguistiques nécessaires au travail en entreprise. Atteindre le niveau requis (B2) pour la délivrance du diplôme.

**Contenu :**

- Approche actionnelle de la langue, apprendre en faisant: parler et écouter, rédiger un document en mobilisant les capacités à résoudre, construire, démontrer et convaincre.
- Savoir s'exprimer avec précision par une utilisation rigoureuse de la syntaxe et de la phonologie. Des activités faisant appel à la créativité et la réactivité de l'élève, telles que débats, jeux de rôle, présentations orales individuelles avec support PowerPoint, projets... seront basées sur des sujets d'actualité, scientifique et sociétale.
- Rédaction de lettres et CV
- Structures syntaxiques propres à l'anglais scientifique
- Découverte du monde du travail dans un contexte international
- Préparation au TOEIC. En plus un cours spécifique « TOEIC Booster » est proposé sur la base du volontariat.

**Bibliographie :**

- Oxford Advanced learners' Dictionary
- English Grammar in Use (Cambridge University Press)

**Prérequis :**

Cours d'anglais de 1ère, 2ème et 3ème années ou équivalent.

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

Les cours ont une durée de deux heures et sont dispensés dans des salles équipées pour la plupart de vidéoprojecteurs et sonorisées. Nous disposons d'un laboratoire de langues de type multimédia ainsi que d'un Centre de Ressources Informatiques afin de pouvoir accueillir les étudiants dans un cadre adapté à un enseignement stimulant.

- Les ressources pédagogiques utilisées sont des articles de presse, des documents audio et vidéo (reportages télévisés, extraits de films ou de séries), Internet est utilisé comme source documentaire.
- Un travail personnel régulier est demandé. L'étudiant se doit d'être curieux et ne pas arrêter sa pratique à la salle de cours.

**Modalités d'évaluation :**

Le TOEIC  
 Une interrogation orale : durée 15 minutes

**Public ciblé :**

<b>THEMES ECONOMIQUES JURIDIQUES ET SOCIAUX</b>	<b>HUM08-TEJS</b>
<b>Volume horaire total : 10.00 h</b>	<b>1.00 crédits ECTS</b>
<b>TD : 10.00 h</b>	
<b>Responsable(s) : GOURRET Fanny</b>	

**Objectifs, finalités :**

Le module se donne comme objectif principal de sensibiliser les étudiants à des enjeux économiques, juridiques et sociaux.

Principaux « learning outcomes » :

- avoir des clés de lecture de sujets d'actualité économique, juridique et sociale,
- comprendre les logiques et les mécanismes mis en œuvre,
- exercer sa curiosité et son esprit critique.

**Contenu :**

Les thèmes abordés pourront varier en fonction des intervenants et de l'actualité, néanmoins une attention sera portée à deux sujets en particulier : le système financier et monétaire (pôle MSM), le changement climatique (pôle STIC).

**Bibliographie :**

Mise à disposition par les intervenants de supports de présentation et de références bibliographiques.

**Prérequis :**

Aucun

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

Cours/Conférences/TD ou mini-projets

Références à des enjeux d'actualité avec des supports variés (articles de presse, vidéos, MOOCs, etc.)

**Modalités d'évaluation :**

Contrôle continu

**Public ciblé :**

<b>Ingénieur et Société - M1</b>	<b>HUM08-SHES1</b>
<b>Volume horaire total : 14.00 h</b>	<b>1.00 crédits ECTS</b>
<b>TD : 14.00 h</b>	
<b>Responsable(s) : ECHARD Philippe</b>	

**Objectifs, finalités :**

Actuellement 6 cours sont proposés ; chaque département doit en choisir 2 pour le S8 :

**Contenu :**

1- Géopolitique (Philippe Echard)

Ce cours a pour objectif d'appréhender les problématiques internationales à travers quelques enjeux contemporains. Le fil rouge du cours est constitué par la thématique de la frontière

2- Rencontres professionnelles d'Ingénierie de Spécialité – RPIS (Philippe Echard)

Permettre aux élèves-ingénieurs de rencontrer des professionnels sur des thématiques de spécialité

Organiser un événement de type professionnel : atelier, rencontres, table ronde, entretiens

Participer au rayonnement d'un département de spécialité au niveau local, régional et national

3- Epistémologie et activités scientifiques actuelles (Hélène Prigent)

Découverte de l'Histoire des Sciences appliquée à chaque département de spécialité.

Acquisition d'une meilleure connaissance du domaine de spécialité

4- Ingénierie et citoyenneté (Hélène Prigent)

Comprendre ce qu'est un ingénieur citoyen, respectueux des enjeux sociétaux contemporains : développement durable, responsabilité sociale des cadres et pratique citoyenne des sciences et des techniques.

5- Communication d'entreprise (Chrystèle Garnier)

Techniques de communication écrite et orale des milieux professionnels – Communication non verbale – Gestion du temps – Se connaître soi-même

6- Pour un Ingénieur Ethique et Durable – PIED (Thierry Merle)

Sensibiliser les étudiants aux enjeux disciplinaires, à leurs implications morales, philosophiques, sociales et politiques

**Bibliographie :**

Mise à disposition en ligne de supports de cours et de références bibliographiques

**Prérequis :**

Aucun

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

cours et interventions extérieures

**Modalités d'évaluation :**

Contrôle continu

**Public ciblé :**

<b>Ingénieur et Société - M2</b>	<b>HUM08-SHES2</b>
<b>Volume horaire total : 14.00 h</b>	<b>1.00 crédits ECTS</b>
<b>CM : 14.00 h</b>	
<b>Responsable(s) : ECHARD Philippe</b>	

**Objectifs, finalités :**

Actuellement 6 cours sont proposés ; chaque département doit en choisir 2 pour le S8

**Contenu :**

1- Géopolitique (Philippe Echard)

Ce cours a pour objectif d'appréhender les problématiques internationales à travers quelques enjeux contemporains. Le fil rouge du cours est constitué par la thématique de la frontière

2- Rencontres professionnelles d'Ingénierie de Spécialité – RPIS (Philippe Echard)

Permettre aux élèves-ingénieurs de rencontrer des professionnels sur des thématiques de spécialité

Organiser un événement de type professionnel : atelier, rencontres, table ronde, entretiens

Participer au rayonnement d'un département de spécialité au niveau local, régional et national

3- Epistémologie et activités scientifiques actuelles (Hélène Prigent)

Découverte de l'Histoire des Sciences appliquée à chaque département de spécialité.

Acquisition d'une meilleure connaissance du domaine de spécialité

4- Ingénierie et citoyenneté (Hélène Prigent)

Comprendre ce qu'est un ingénieur citoyen, respectueux des enjeux sociétaux contemporains : développement durable, responsabilité sociale des cadres et pratique citoyenne des sciences et des techniques.

5- Communication d'entreprise (Chrystèle Garnier)

Techniques de communication écrite et orale des milieux professionnels – Communication non verbale – Gestion du temps – Se connaître soi-même

6- Pour un Ingénieur Ethique et Durable – PIED (Thierry Merle)

Sensibiliser les étudiants aux enjeux disciplinaires, à leurs implications morales, philosophiques, sociales et politiques

**Bibliographie :**

Mise à disposition en ligne de supports de cours et de références bibliographiques

**Prérequis :**

Aucun

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

cours et interventions extérieures

**Modalités d'évaluation :**

Contrôle continu

**Public ciblé :**

<b>Education Physique et Sportive S8</b>	<b>HUM08-EPS</b>
<b>Volume horaire total : 20.00 h</b>	<b>1.00 crédits ECTS</b>
<b>TD : 20.00 h, TD : 20.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

Compétences :

Connaître les APSA, s'y évaluer et progresser

évaluer son niveau de maîtrise technique

comprendre le processus d'apprentissage pour mieux se transformer et améliorer sa maîtrise de l'APS

s'engager authentiquement pour comprendre et analyser les situations, leurs buts, les déterminants des comportements et attitudes dans un contexte donné.

améliorer ses qualités corporelles et psychomotrices en utilisant les APSA

s'approprier de manière critique les savoirs

rechercher la détente physique et psychologique en compensation du travail intellectuel par les APSA

Relation aux autres et s'organiser à plusieurs

interagir avec les autres

s'exposer pour animer, organiser des groupes restreints sur des tâches à réaliser

communiquer pour rendre plus efficace la recherche de progrès d'un individu ou/et d'une équipe

être à l'écoute des réactions d'autrui pour satisfaire, si possible, les intérêts personnels et généraux.

s'ouvrir à la contradiction et décider collectivement

savoir communiquer : savoir écouter, s'exprimer, changer de rôle, travailler en équipe.

Maîtriser les savoir-être

savoir créer : s'adapter, inventer, réinventer, innover, imaginer

savoir se situer : dans une norme, dans un projet ou une organisation, savoir critiquer et être critiqué, savoir se remettre en cause.

savoir se responsabiliser : respect des droits et des devoirs, mener un projet à son terme, prendre des

risques calculés, s'engager dans l'action, s'investir.

se dépasser, connaître et dépasser ses limites personnelles

mieux se connaître grâce aux APSA

apprendre à mieux gérer son stress

Autonomie, découverte

aller vers l'autonomie

s'engager dans une démarche de progrès

passer d'une approche ludique, hygiénique et énergétique de cette discipline à une approche formatrice.

mettre à l'épreuve l'éthique de son activité

découvrir de nouvelles APS

Objectifs pédagogiques:

Adaptation de la motricité, et de l'affectivité dans un milieu incertain

Préservation de l'intégrité physique.

Travail essentiellement en binôme ou équipe réduite et connaissance de soi, communication, création et responsabilisation, managérat.

Management du couple risque sécurité.

**Contenu :**

Escalade ou Badminton par équipe "managérat"

Plein nature C.O ou kayak

Plein air golf

**Bibliographie :**

Plusieurs livres spécialisés sont à disposition des élèves à la bibliothèque. Des sites Internet sont proposés en lien sur le site EPS.

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

Ggroupes constitués par menu  
7 séances de 2h activité 1, 4 séances de 2h activité 2  
le complément du cycle est programmé sur l'autre semestre

**Modalités d'évaluation :**

L'évaluation fait le point de la participation des élèves, leur progression et de leurs acquisitions motrices. C'est l'occasion d'une réflexion critique de l'élève sur son parcours sportif au regard des objectifs de formation. L'effort d'explicitation des compétences acquises est une condition de réinvestissement des apprentissages et d'une meilleure connaissance de soi.

Exemple de Notation : 10 pts adaptation des conduites motrices 5 pts communication quantitatives et qualitative - 5 pts prises de responsabilités et investissement

**Public ciblé :**

<b>Innovation et Entrepreneuriat (RIE)</b>	<b>HUM08-IE</b>
<b>Volume horaire total : 48.00 h</b>	<b>2.00 crédits ECTS</b>
<b>TD : 48.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

**Contenu :**

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

**Public ciblé :**

<b>Musique-Etudes</b>	<b>HUMF2-MUS</b>
<b>Volume horaire total : 25.00 h</b>	<b>1.00 crédits ECTS</b>
<b>TD : 25.00 h, TD : 25.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

Compétences ciblées :

- Travailler et communiquer en équipe
- Ouverture culturelle
- Écoute de l'autre
- Gérer son stress
- Prendre confiance en soi

Les élèves ont la possibilité de combiner leurs études et leur passion pour la musique. Au sein de deux formations orchestrales, Jazz et classique, ils continuent la pratique instrumentale et suivent une formation musicale de qualité encadrée par des enseignants du Conservatoire Régional de Rennes. Ils développent à travers la pratique musicale collective des capacités d'écoute, d'adaptation et de collaboration, essentielles à tout travail d'équipe. Ils participent activement à la vie culturelle de l'école et se produisent fréquemment en public. La pratique artistique collective au sein de l'établissement contribue à l'épanouissement personnel des élèves. d'adaptation et de collaboration essentielles à tout travail d'équipe.

**Contenu :**

Cours collectif de 2h par semaine au sein de deux ensembles, JAZZ et classique.  
 Pratique instrumentale en formation de musique de chambre encadrée.  
 Participation aux festivals et organisation des événements culturels de l'École.  
 Plusieurs concerts et représentations dans l'année à l'INSA et à l'extérieur.

**Bibliographie :**

Partitions distribuées en début d'année

**Prérequis :**

Une bonne pratique instrumentale, Études musicales au Conservatoire ou dans une École de Musique, Maîtrise de la lecture  
 Les admissions dans la filière se font sur dossier et suite à une audition, organisée en début d'année.

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

2 heures de pratique collective par semaine  
 Formations de musique de chambre, pratique encadrée  
 Travail personnel en autonomie et en groupe

**Modalités d'évaluation :**

Validation

**Public ciblé :**

Élèves INSA ,Sciences Po , Centrale/Supélec et étudiants extérieur

**Semestre 9**

**Parcours Apprentissage**

<b>1</b>	<b>GMA09-1 FISA</b>		<b>MECANIQUE &amp; MATERIAUX FISA S9</b>	<b>4.00</b>
	GMA09-MFORM FISA	O	Mécanique de la mise en forme de matériaux	3.00
	GMA09-CMP FISA	O	Céramiques et métallurgie des poudres	1.00
<b>2</b>	<b>GMA09-2 FISA</b>		<b>AUTOMATIQUE &amp; MODELISATION FISA S9</b>	<b>4.00</b>
	GMA09-SYSME FISA	O	Systèmes mécaniques	2.00
	GMA09-COMOP FISA	O	Commande optimale	2.00
<b>3</b>	<b>GMA09-3 FISA</b>		<b>OUVERTURE FISA</b>	<b>5.00</b>
	GMA09-INGAS FISA	O	Ingénierie d'assemblage	1.00
	GMA09-VATR FISA	O	Validation de trajectoires	1.00
	GMA09-CORO FISA	O	Conception robuste	1.00
	GMA09-INITR FISA	O	Initiation à la Recherche	2.00
<b>4</b>	<b>GMA09-4 FISA</b>		<b>HUMANITES FISA S9</b>	<b>2.00</b>
	GMA09-ANGL FISA	O	Anglais	2.00
<b>5</b>	<b>GMA09-5 FISA</b>		<b>EXPERIENCE PROFESSIONNELLE FISA S9</b>	<b>15.00</b>
	GMA09-MISSI FISA	O	Mission en Entreprise	14.00
	GMA09-PPS FISA	O	Parcours Professionnel et Scolaire	1.00

O : obligatoire ; C = à choix ; F = facultatif

<b>Mécanique de la mise en forme de matériaux</b>	<b>GMA09-MFORM FISA</b>
<b>Volume horaire total : 60.00 h</b>	<b>3.00 crédits ECTS</b>
<b>TA : 12.00 h, TD : 40.00 h, TP : 8.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

Analyse de la structure métallurgique des matériaux métalliques, couplage micro-macro et structure; comportement, introduction à la plasticité des matériaux, formulation des lois rhéologiques et tribologiques, dépouillement des essais mécaniques et description des principaux procédés de mise en forme des métaux.

**Contenu :**

- Mécanismes physiques de durcissement
- Dislocations : concept, dynamique, structures
- Microstructures, Textures
- Applications aux propriétés des matériaux industriels
- Elasto-visco-plasticité, critères de plasticité, anisotropie
- Métallurgie de la mise en forme
- Rhéologie de la mise en forme
- Tribologie de la mise en forme
- Mise en forme des métaux
- Analyse Inverse

Détails :

1ère PARTIE

- Transition d'échelle
- Mécanismes de durcissement
- Dislocations : concept, dynamique, structures, dipôles
- Stades d'écroutissage des métaux et des solutions solides
- Textures
- Applications et propriétés de matériaux industriels

2ème PARTIE

I PRISE EN COMPTE DU COMPORTEMENT ELASTO-VISCO-PLASTIQUE DES MATERIAUX DANS LA SIMULATION DES OPERATIONS DE MISE EN FORME :

- Rappel de mécanique des milieux continus
- Critères de plasticité et lois d'écoulement associées
- Modèles Analogiques / lois de comportement uniaxiales
- Elasto-Plasticité et Elasto-Viscoplasticité
- Comportement Elasto-Plastique et Formulation Incrémentale
- Comportement Viscoplastique et Formulation Variationnelle

3ème PARTIE

II APPLICATIONS A LA MISE EN FORME DES METAUX

- Introduction sur les procédés de mise en forme
- Structure des métaux et alliages
- Rhéologie en grandes déformations
- Tests mécaniques et dépouillement (traction, torsion, compression)
- Tribologie de la mise en forme
- Rôle du frottement dans les procédés de mise en forme
- Tests de frottement
- Procédés Industriels : Forgeage, Laminage, Emboutissage, Extrusion, Usinage
- Simulations numériques et estimation des sollicitations thermo-mécaniques

III ETUDE DU COMPORTEMENT RHEOLOGIQUE PAR ANALYSE INVERSE

**Bibliographie :**

- [1] J. PHILIBERT A. VIGNES Y. BRECHET P. COMBRADE « Métallurgie du minerai au matériau » Ed Masson 1998
- [2] D. FRANCOIS, A. PINEAU, A. ZAOUI, « Comportement mécanique des matériaux », Tome1, Hermes, 1995  
 PHILIBERT, VIGNES, BRECHET, COMBRE, " Métallurgie du minerai au matériau ", Masson,
- [3] J-M. HAUDIN, F. MONTHEILLET ²Notions Fondamentales sur les Matériaux², Ed. S.N.P.M.D., Paris, 1989.
- [4] M. BELLET, J-L. CHENOT, L. FOURMENT, E. MASSONI, P. MONTMITONNET ²Séminaire de Plasticité : Eléments Finis et Mise en Forme des Métaux ², Ed. Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris, Sophia Antipolis, 1994. 10/01/2020 Page 3 / 26
- [5] M. RAPPAZ, M. BELLET, M. DEVILLE ²Modélisation Numérique en Science et Génie des Matériaux², Ed. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 1998.

**Prérequis :**

Cours de Mécanique des Milieux Continus et de Comportement mécanique des matériaux

**Organisation, méthodes pédagogiques :****Modalités d'évaluation :**

Examen écrit de 2 heures à la fin du semestre, note de comptes rendus de travaux pratiques.

**Public ciblé :**

<b>Céramiques et métallurgie des poudres</b>	<b>GMA09-CMP FISA</b>
<b>Volume horaire total : 12.00 h</b>	<b>1.00 crédits ECTS</b>
<b>TA : 2.00 h, TD : 10.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

Structure des céramiques et description des principaux procédés industriels de mise en œuvre.

**Contenu :**

**I PRESENTATION DES CERAMIQUES**

- Nature des liaisons chimiques, classification des céramiques, exemples d'applications
- Microstructure des céramiques traditionnelles et techniques
- Diagrammes binaires et ternaires relatifs aux céramiques industrielles

**II MISE EN FORME DES CERAMIQUES**

- Mise en forme par frittage
- Mécanismes du frittage
- Procédés d'élaboration industriels

**III PROPRIETES MECANIKES ET THERMIQUES DES CERAMIQUES**

- Traction, compression, flexion, dureté, ténacité
- Mécanismes du fluage
- Résistance aux chocs thermiques

**Bibliographie :**

W.D. KINGERY, H.K. BOWEN, DR UHLMANN, Introduction to Ceramics, John Wiley & Sons, New-York (1976), ISBN 0.471.47860.1

J.L. CHERMANT, Caractérisation des poudres et des céramiques, Hermès, Paris (1992), ISBN 2.86601.307.7

L.L. HENCH, R.W. GOULD, Characterization of Ceramics, M. Dekker Inc, New-York (1971), ISBN 0.8247.1302.8

**Prérequis :**

Cours de Mécanique des Milieux Continus et de Comportement mécanique des matériaux

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

Examen écrit de 2 heures à la fin du semestre.

**Public ciblé :**

<b>Systèmes mécaniques</b>	<b>GMA09-SYSME FISA</b>
<b>Volume horaire total : 24.00 h</b>	<b>2.00 crédits ECTS</b>
<b>TA : 4.00 h, TD : 20.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

Pour concevoir et réaliser des machines modernes, il apparaît nécessaire de former des ingénieurs aux concepts et techniques de la mécanique des systèmes complexes. L'objet du cours est d'aborder les méthodes et principes généraux d'étude des systèmes multicorps rigides articulés. Dans les deux dernières décennies, la recherche en mécanique des systèmes a largement contribué au développement de nouvelles méthodologies analytiques. Ce cours est créé sur la base de ces nouvelles méthodes et il permet aux étudiants de parfaire leurs connaissances dans le domaine de la mécanique des systèmes. Toutes les méthodes sont illustrées par de nombreuses applications industrielles.

**Contenu :**

Description des systèmes par graphes. Singularités de position : cinématique (méthode de Gosselin-Angeles) et dynamique. Analyse cinématique des mécanismes spatiaux à chaîne cinématique fermée par la méthode de Denavit-Hartenberg. Synthèse des systèmes multicorps articulés : Problème de Burmester et problème de la reproduction approximative d'un mouvement donné (méthode de Roth-Gupta). Synthèse dynamique des systèmes multicorps. Moment moteur et méthodes d'optimisation. Equilibrage optimale des systèmes complexes sur la base de l'approximation de Tchébichev. Dynamique des systèmes multicorps à chaîne cinématique fermée et à plusieurs degrés de liberté. Approches mécatroniques dans l'étude des systèmes mécaniques.

**Bibliographie :**

1. L.W. Tsai. Mechanism Design. CRC Press, 2001, 311p.
2. H. Dresig., F. Holzweiser. Maschinendynamik. Springer, 2004, 526p.
3. O. Bottema, B. Roth. Theoretical Mechanics. Dover Publications, New York, 1990, 558p.

**Prérequis :****Organisation, méthodes pédagogiques :****Modalités d'évaluation :**

Examen écrit de 2 heures à la fin du semestre.

**Public ciblé :**

<b>Commande optimale</b>	<b>GMA09-COMOP FISA</b>
<b>Volume horaire total : 24.00 h</b>	<b>2.00 crédits ECTS</b>
<b>TA : 2.00 h, TD : 12.00 h, TP : 8.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

Le problème de la commande optimale des systèmes dynamiques qui recouvre quantité de problèmes pratiques : commande à énergie minimale, commande en temps minimal, etc... Etude de la commande L.Q. (Linéaire Quadratique). Introduction à la robustesse : commandes L.Q.G. (Linéaire Quadratique Gaussien); H2 et H $\infty$

**Contenu :**

- Les apports mathématiques à la commande optimale
- Calcul des variations
- Principe du maximum
- Programmation dynamique
- Commande optimale des systèmes linéaires
- Compléments sur la théorie de Lyapunov
- Optimisation quadratique des systèmes continus
- Régulateur stationnaire continu -
- Optimisation quadratique des systèmes discrets
- Régulateur stationnaire discret
- Intérêt et robustesse de la commande linéaire quadratique.
- Commande L.Q.G., H2 et H $\infty$

**Bibliographie :**

KWAKERNAAK H. SIVAN R., 1972, « Linear optimal control systems », John Wiley 1 Sons, Inc.  
 THOMAS Y., 1992 « Signaux et systèmes linéaires » 1991, Masson  
 DE LARMINAT Ph. 1993, « Automatique, commande des systèmes linéaires », Hermès.

**Prérequis :**

Signaux et Systèmes, Automatique I et II

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

Apprentissage du cours - Préparation des exercices, des problèmes et des travaux pratiques (2 heures par semaine)

**Modalités d'évaluation :**

Examen écrit de 3 heures avec notes de cours et photocopiés à la fin du semestre, 2 comptes rendus de travaux Pratiques

**Public ciblé :**

<b>Ingénierie d'assemblage</b>	<b>GMA09-INGAS FISA</b>
<b>Volume horaire total : 8.00 h</b>	<b>1.00 crédits ECTS</b>
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

**Contenu :**

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

**Public ciblé :**

<b>Validation de trajectoires</b>	<b>GMA09-VATR FISA</b>
<b>Volume horaire total : 8.00 h</b>	<b>1.00 crédits ECTS</b>
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

**Contenu :**

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

**Public ciblé :**

<b>Conception robuste</b>	<b>GMA09-CORO FISA</b>
<b>Volume horaire total : 24.00 h</b>	<b>1.00 crédits ECTS</b>
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

**Contenu :**

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

**Public ciblé :**

<b>Initiation à la Recherche</b>	<b>GMA09-INTR FISA</b>
<b>Volume horaire total : 8.00 h</b>	<b>2.00 crédits ECTS</b>
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

**Contenu :**

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

**Public ciblé :**

<b>Anglais</b>	<b>GMA09-ANGL FISA</b>
<b>Volume horaire total : 24.00 h</b>	<b>2.00 crédits ECTS</b>
<b>TA : 4.00 h, TD : 16.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

Objectifs généraux

Atteindre le niveau minimum requis par la CTI et par l'école pour l'obtention du diplôme : B2, par l'obtention de 800 points minimum au test TOEIC.

Objectifs linguistiques :

Obtention ou renforcement du niveau B2 par la préparation au TOEIC, test axé principalement sur le contexte professionnel international

**Contenu :**

Préparation intensive au test TOEIC, principalement axée sur la compréhension orale et la compréhension écrite et la langue professionnelle

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

Entraînement au TOEIC : exercices concrets et tests 'blancs' corrigés en classe.

**Modalités d'évaluation :**

Evaluation en continu.

**Public ciblé :**

<b>Mission en Entreprise</b>	<b>GMA09-MISSI FISA</b>
<b>Volume horaire total : 24.00 h</b>	<b>14.00 crédits ECTS</b>
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

L'objectif de ce module est de donner aux apprentis une formation professionnelle complémentaire à la formation académique dispensée à l'école. Les périodes en entreprise permettent à l'apprenti d'acquérir des connaissances et compétences qui construisent son expérience professionnelle.

**Contenu :**

Les activités et missions confiées aux apprentis par leur Maître d'Apprentissage varient selon les entreprises mais sont toujours en relation avec le contenu de la formation et préparent progressivement les apprentis à leur futur métier d'ingénieur.

Les compétences transverses développées au fur et à mesure des expériences de terrain (de type soft skills) sont recensées et mesurées selon un référentiel commun, quel que soit le terrain d'alternance.

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

Avoir trouvé un terrain d'alternance

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

En début de semestre au minimum, l'apprenti et son Maître d'Apprentissage définissent les objectifs à atteindre et le travail à réaliser.

Chaque fin de semestre, le Maître d'Apprentissage effectue un bilan des activités et missions confiées et les évalue. Par ailleurs, l'apprenti et son Maître d'Apprentissage mettent à jour le tableau de bord des compétences transverses de l'apprenti.

**Modalités d'évaluation :**

Note de suivi des missions (attribuée par le Maître d'Apprentissage)

**Public ciblé :**

<b>Parcours Professionnel et Scolaire</b>	<b>GMA09-PPS FISA</b>
<b>Volume horaire total : 8.00 h</b>	<b>1.00 crédits ECTS</b>
<b>TD : 8.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

Les compétences développées dans le cadre de ce module s'inscrivent dans deux registres :

- savoir rendre compte des activités et missions en entreprise et les valoriser ;
- se construire un parcours personnel cohérent avec ses points forts et attentes professionnelles.

Le livrable de référence de la 3A (Découverte de l'entreprise : oral + rapport) constitue un fil rouge pour ce module. Le rapport s'articule en deux parties : une analyse organisationnelle (présentation de l'entreprise) réalisée au S5, complétée par une analyse technique effectuée durant le S6.

**Contenu :**

Le module PPS du S5 comporte :

- des séances de méthodologie et de communication pour accompagner la rédaction du rapport et la présentation orale (réalisée au cours de la visite en entreprise du tuteur pédagogique) ;
- des séances dédiées aux temps forts du semestre : Journée des Maîtres d'Apprentissage, Forum du Grand Ouest, commission pédagogique, inclusion, ...

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

Les méthodes pédagogiques s'appuient essentiellement sur des méthodes inductives et participatives. Les apprentis travaillent par petits groupes et élaborent des synthèses qu'ils présentent en plénière ensuite, en privilégiant des formats courts et/ou visuels (pitches, affiches, L'accent est systématiquement sur une approche REX dans une logique de capitalisation.

**Modalités d'évaluation :**

Note d'oral : présentation « Découverte de l'entreprise », réalisée lors de la visite du tuteur pédagogique (oral noté conjointement avec le Maître d'Apprentissage)

**Public ciblé :**

**Semestre 9**

**Parcours Contrat Pro**

<b>1</b>	<b>GMA09-1</b>		<b>MECANIQUE &amp; MATERIAUX S9</b>	<b>7.50</b>
	GMA09-MECAFORM	O	Mécanique de la mise en forme de matériaux	4.50
	GMA09-CMP	O	Céramiques et métallurgie des poudres	1.00
	GMA09-MNEF	O	Méthodes numériques : éléments finis non linéaires	2.00
<b>2</b>	<b>GMA09-2</b>		<b>AUTOMATIQUE &amp; MODELISATION S9</b>	<b>6.00</b>
	GMA09-ROBOT	O	Robotique	2.00
	GMA09-SYSME	O	Systèmes mécaniques	2.00
	GMA09-COMOP	O	Commande optimale	2.00
<b>3</b>	<b>GMA09-3</b>		<b>OUVERTURE</b>	<b>11.00</b>
	GMA09-CORO	C	Conception robuste	2.00
	GMA09-INGAS	C	Ingénierie d'assemblage	2.00
	GMA09-VATR	C	Validation de trajectoires	2.00
	GMA09-PI	O	Projet Industriel	7.00
	GMA09-ANNUM	C	Analyse numérique pour ingénieur	2.00
<b>4</b>	<b>HUM09-GMA-CP</b>		<b>ENSEIGNEMENTS D'HUMANITE S9</b>	<b>3.50</b>
	HUM09-ANGL-CONV	C	Anglais / Conversation English	1.50
	HUM09-ANGL-TOEIC	C	Anglais / TOEIC	1.50
	HUM09-PM-A	C	Parcours de management A	2.00

O : obligatoire ; C = à choix ; F = facultatif

Mécanique de la mise en forme de matériaux	GMA09-MECAFORM
Volume horaire total : 60.00 h	4.50 crédits ECTS
CM : 34.00 h, PR : 2.00 h, TD : 16.00 h, TP : 8.00 h	
Responsable(s) : GAVRUS Adinel	

**Objectifs, finalités :**

Analyse de la structure métallurgique des matériaux métalliques, couplage micro-macro et structure; comportement, introduction à la plasticité des matériaux, formulation des lois rhéologiques et tribologiques, dépouillement des essais mécaniques et description des principales procédés de mise en forme des métaux.

**Contenu :**

- Mécanismes physiques de durcissement
- Dislocations : concept, dynamique, structures
- Microstructures, Textures
- Applications aux propriétés des matériaux industriels
- Elasto-visco-plasticité, critères de plasticité, anisotropie
- Métallurgie de la mise en forme
- Rhéologie de la mise en forme
- Tribologie de la mise en forme
- Mise en forme des métaux
- Analyse Inverse

Détails :

1ère PARTIE

- Transition d'échelle
- Mécanismes de durcissement
- Dislocations : concept, dynamique, structures, dipôles
- Stades d'écrouissage des métaux et des solutions solides
- Textures
- Applications et propriétés de matériaux industriels

2ème PARTIE

I PRISE EN COMPTE DU COMPORTEMENT ELASTO-VISCO-PLASTIQUE DES MATERIAUX DANS LA SIMULATION DES OPERATIONS DE MISE EN FORME :

- Rappel de mécanique des milieux continus
- Critères de plasticité et lois d'écoulement associées
- Modèles Analogiques / lois de comportement uniaxiales
- Elasto-Plasticité et Elasto-Viscoplasticité
- Comportement Elasto-Plastique et Formulation Incrémentale
- Comportement Viscoplastique et Formulation Variationnelle

3ème PARTIE

II APPLICATIONS A LA MISE EN FORME DES METAUX

- Introduction sur les procédés de mise en forme
- Structure des métaux et alliages
- Rhéologie en grandes déformations
- Tests mécaniques et dépouillement (traction, torsion, compression)
- Tribologie de la mise en forme
- Rôle du frottement dans les procédés de mise en forme
- Tests de frottement
- Procédés Industriels : Forgeage, Laminage, Emboutissage, Extrusion, Usinage
- Simulations numériques et estimation des sollicitations thermo-mécaniques

III ETUDE DU COMPORTEMENT RHEOLOGIQUE PAR ANALYSE INVERSE

**Bibliographie :**

- [1] J. PHILIBERT A. VIGNES Y. BRECHET P. COMBRADE « Métallurgie du minerai au matériau » Ed Masson 1998
- [2] D. FRANCOIS, A. PINEAU, A. ZAOUI, « Comportement mécanique des matériaux », Tome1, Hermes, 1995  
PHILIBERT, VIGNES, BRECHET, COMBRE, " Métallurgie du minerai au matériau ", Masson,
- [3] J-M. HAUDIN, F. MONTHEILLET ²Notions Fondamentales sur les Matériaux², Ed. S.N.P.M.D., Paris, 1989.
- [4] M. BELLET, J-L. CHENOT, L. FOURMENT, E. MASSONI, P. MONTMITONNET ²Séminaire de Plasticité : Eléments Finis et Mise en Forme des Métaux ², Ed. Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris, Sophia Antipolis, 1994.

[5] M. RAPPAZ, M. BELLET, M. DEVILLE <sup>2</sup>Modélisation Numérique en Science et Génie des Matériaux<sup>2</sup>, Ed. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 1998.

**Prérequis :**

GMA05-MMC  
GMA08-CMAT

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

1 heures par semaine

**Modalités d'évaluation :**

Examen écrit de 2 heures à la fin du semestre  
-note de comptes rendus de travaux pratiques.

**Public ciblé :**

<b>Céramiques et métallurgie des poudres</b>	<b>GMA09-CMP</b>
<b>Volume horaire total : 12.00 h</b>	<b>1.00 crédits ECTS</b>
<b>Responsable(s) : GLORIANThierry</b>	

**Objectifs, finalités :**

Analyse de la structure physico-chimique des matériaux non-métalliques, la compréhension de l'interdépendance structure; comportement, thermo-plasticité des polymères, hyper élasticité des élastomères, structure des céramiques et description des principaux procédés industriels de mise en oeuvre.

**Contenu :**

- Physico-chimie des polymères
- Couplage Structure ; Comportement Rhéologique
- Lois rhéologiques des polymères à l'état fondu
- Thermique des matériaux plastiques
- Mise en forme des polymères à l'état fondu
- Lois de comportement à l'état solide
- Comportement des élastomères
- Mise en oeuvre des élastomères
- Définition, généralités et classification des céramiques
- Exemples de céramiques simples ou complexes
- Mise en forme des céramiques : frittage
- Comportements mécanique et thermique des céramiques

Détails :

1ère PARTIE

I APPLICATIONS A LA MISE EN OEUVRE DES POLYMERES

- Introduction sur la transformation des polymères
- Structure physico-chimique des polymères
- Compréhension de l'interdépendance Structure - Comportement
- Comportement rhéologique des polymères à l'état fondu
- Thermo-mécanique des polymères
- Procédés Industriels : Calandrage, Injection, Extrusion
- Estimation des sollicitations thermo-mécaniques

II COMPORTEMENT RHEOLOGIQUE DE POLYMERES SOLIDES

2ème PARTIE

I APPLICATIONS A LA MISE EN OEUVRE DES ELASTOMERES

- Structure physico-chimique des élastomères
- Compréhension de l'interdépendance Structure - Comportement
- Procédés Industriels

3ème PARTIE

I PRESENTATION DES CERAMIQUES

- Nature des liaisons chimiques, classification des céramiques, exemples d'applications
- Microstructure des céramiques traditionnelles et techniques
- Diagrammes binaires et ternaires relatifs aux céramiques industrielles

II MISE EN FORME DES CERAMIQUES

- Mise en forme par frittage
- Mécanismes du frittage
- Procédés d'élaboration industriel

III PROPRIETES MECANIQUES ET THERMIQUES DES CERAMIQUES

- Traction, compression, flexion, dureté, ténacité
- Mécanismes du fluage
- Résistance aux chocs thermiques

**Bibliographie :**

[1] J. F. AGASSANT, P. AVENAS, J.-Ph. SERGENT

²La Mise en Forme des Matériaux Plastiques², Ed. Technique & Documentation, Ed. Lavoisier, 1996.

[2] J. BOST ²MATIERES PLASTIQUES II : Technologie # Plasturgie², Ed. Technique & Documentation, Lavoisier, 1982.

[3] M. REYNE ²LES MATERIAUX NOUVEAUX², Ed. Hermes, Paris, 1990.

[4] M. REYNE ²TECHNOLOGIE DES PLASTIQUES ², Ed. Hermes, Paris, 1998.

[5] C. G#SELL, J.-M. HAUDIN ²INTRODUCTION A LA MECANIQUE DES POLYMERES², Ed. Institut National

Polytechnique de Lorraine, 1995.

[6] W.D. KINGERY, H.K. BOWEN, DR UHLMANN, Introduction to Ceramics, John Wiley & Sons, New-York (1976), ISBN 0.471.47860.1

[7] J.L. CHERMANT, Caractérisation des poudres et des céramiques, Hermès, Paris (1992), ISBN 2.86601.307.7

[8] L.L. HENCH, R.W. GOULD, Characterization of Ceramics, M. Dekker Inc, New-York (1971), ISBN 0.8247.1302.8

**Prérequis :**

GMA05-MMC

GMA06-MDF

GMA08-CMAT

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

1 heures par semaine

**Modalités d'évaluation :**

Examen écrit de 2 heures à la fin du semestre.

Note de controle continu Projet

**Public ciblé :**

<b>Méthodes numériques : éléments finis non linéaires</b>	<b>GMA09-MNEF</b>
<b>Volume horaire total : 26.00 h</b>	<b>2.00 crédits ECTS</b>
<b>CM : 26.00 h</b>	
<b>Responsable(s) : RAGNEAU Eric</b>	

**Objectifs, finalités :**

Dans le prolongement du module MEF I de 4ème année, ce module aborde les aspects liés à la prise en compte des non linéarités matérielles et géométriques dans un modèle élément finis. Il débouche sur la réalisation d'un mini-projet de modélisation dans le domaine non linéaire.

**Contenu :**

1. Introduction / classification des non linéarités
2. Formulation matricielle des non linéarités / notion de matrice de rigidité tangente et sécante
3. Méthodes de résolution (Newton-Raphson)
4. Application aux non linéarités matérielles :
  - hyper-élasticité
  - hypo-élasticité
  - élastoplasticité
5. Application aux non linéarités géométriques :
  - formulation lagrangienne « UL » et « TL »
  - formulation eulérienne
  - formulation « ALE »
  - approches en grands déplacements
  - flambage et voilement d'éléments minces
6. Mise en oeuvre avec le logiciel Cast3M (mini-projet).

**Bibliographie :**

Zienkiewicz : La méthode des Eléments finis. Edisciences  
 Gallagher : Introduction au calcul par Eléments Finis. Editions Pluralis  
 Batoz, Dhatt : Modélisation des structures par éléments finis. Editions Hermès  
 K. J. Bathe : Finite Element Procedures in Engineering Analysis. Prentice et Hall

**Prérequis :**

Connaissances de base en Mécanique des Milieux continus et en modélisation par éléments finis linéaires

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

2 heures par semaine

**Modalités d'évaluation :**

1 Contrôle des connaissances de 2 Heures + 1 note de mini-projet

**Public ciblé :**

<b>Robotique</b>	<b>GMA09-ROBOT</b>
<b>Volume horaire total : 24.00 h</b>	<b>2.00 crédits ECTS</b>
<b>CM : 16.00 h, TD : 8.00 h</b>	
<b>Responsable(s) : ARAKELYAN Vigen</b>	

**Objectifs, finalités :**

Ce cours est destiné à approfondir les connaissances en robotique. Il propose d'exposer les principes théoriques de manière à en comprendre la mécanique au niveau des modèles des systèmes articulés, de la locomotion et de la préhension. Le cours met l'accent sur les développements récents du problème de la cinématique directe, exprimée sous forme polynomiale, ainsi qu'à son corollaire qui est l'étude des modes d'assemblage des robots parallèles. La cinématique inverse, la statique et la dynamique de diverses architectures de robots parallèles sont présentées à travers des méthodes récentes et de nombreux exemples. Cette partie théorique est complétée par les travaux dirigés pendant lesquels les étudiants développent les modèles de simulation des applications à l'aide du logiciel ADAMS.

**Contenu :**

Statique des manipulateurs anthropomorphes et à structure parallèle. Cinématique directe et inverse des manipulateurs parallèles. Génération de mouvement dans l'espace articulaire et opérationnel : Interpolation polynomiale et calcul du temps minimum. Equations de Newton-Euler et de Lagrange : applications aux systèmes robotisés. Equilibrage de bras manipulateurs et de robots parallèles : applications aux systèmes robotisés pour l'assistance à la marche et aux manipulateurs manuels. Découplage dynamique et linéarisation des équations des mouvements du manipulateur à chaîne cinématique ouverte. Organes de préhension : architecture, calcul et optimisation.

**Bibliographie :**

1. O. Bottema, B. Roth. Theoretical Mechanics. Dover Publications, New York, 1990, 558p.
2. J. Angeles. Fundamentals of robotic mechanical systems. Springer, 2003, 521p.
3. L.W. Tsai. Robot Analysis. John Wiley & Sons, 1999, 505p.

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

Examen écrit 2 heures à la fin du semestre.

**Public ciblé :**

<b>Systèmes mécaniques</b>	<b>GMA09-SYSME</b>
<b>Volume horaire total : 24.00 h</b>	<b>2.00 crédits ECTS</b>
<b>CM : 16.00 h, TD : 8.00 h</b>	<b>support et cours en anglais</b>
<b>Responsable(s) : ARAKELIAN Vigen</b>	

**Objectifs, finalités :**

Pour concevoir et réaliser des machines modernes, il apparaît nécessaire de former des ingénieurs aux concepts et techniques de la mécanique des systèmes complexes. L'objet du cours est d'aborder les méthodes et principes généraux d'étude des systèmes multicorps rigides articulés. Dans les deux dernières décennies, la recherche en mécanique des systèmes a largement contribué au développement de nouvelles méthodologies analytiques. Ce cours est créé sur la base de ces nouvelles méthodes et il permet aux étudiants de parfaire leurs connaissances dans le domaine de la mécanique des systèmes. Toutes les méthodes sont illustrées par de nombreuses applications industrielles.

**Contenu :**

Description des systèmes par graphes . Singularités de position : cinématique (méthode de Gosselin-Angeles) et dynamique . Analyse cinématique des mécanismes spatiaux à chaîne cinématique fermée par la méthode de Denavit-Hartenberg. Synthèse des systèmes multicorps articulés : Problème de Burmester et problème de la reproduction approximative d'un mouvement donné (méthode de Roth-Gupta). Synthèse dynamique des systèmes multicorps. Moment moteur et méthodes d'optimisation. Equilibrage optimale des systèmes complexes sur la base de l'approximation de Tchébichev. Dynamique des systèmes multicorps à chaîne cinématique fermée et à plusieurs degrés de liberté. Approches mécatroniques dans l'étude des systèmes mécaniques.

**Bibliographie :**

1. L.W. Tsai. Mechanism Design. CRC Press, 2001, 311p.
2. H. Dresig., F. Holzweilber. Maschinendynamik. Springer, 2004, 526p.
3. O. Bottema, B. Roth. Theoretical Mechanics. Dover Publications, New York, 1990, 558p.

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

Examen écrit 2 heures à la fin du semestre

**Public ciblé :**

<b>Commande optimale</b>	<b>GMA09-COMOP</b>
<b>Volume horaire total : 24.00 h</b>	<b>2.00 crédits ECTS</b>
<b>Responsable(s) : GUEGAN Sylvain</b>	

**Objectifs, finalités :**

Le problème de la commande optimale des systèmes dynamiques qui recouvre quantité de problèmes pratiques : commande à énergie minimale, commande en temps minimal, etc... Etude de la commande L.Q. (Linéaire Quadratique). Introduction à la robustesse : commandes L.Q.G. (Linéaire Quadratique Gaussien); H2 et H $\infty$

**Contenu :**

- Les apports mathématiques à la commande optimale
- Calcul des variations
- Principe du maximum
- Programmation dynamique
- Commande optimale des systèmes linéaires
- Compléments sur la théorie de Lyapunov
- Optimisation quadratique des systèmes continus
- Régulateur stationnaire continu -
- Optimisation quadratique des systèmes discrets
- Régulateur stationnaire discret
- Intérêt et robustesse de la commande linéaire quadratique.
- Commande L.Q.G., H2 et H $\infty$

**Bibliographie :**

KWAKERNAAK H. SIVAN R., 1972, « Linear optimal control systems », John Wiley 1 Sons, Inc.  
 THOMAS Y., 1992 « Signaux et systèmes linéaires » 1991, Masson  
 DE LARMINAT Ph. 1993, « Automatique, commande des systèmes linéaires », Hermès.

**Prérequis :**

Signaux et Systèmes - Automatique 1 - Automatique 2

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

Apprentissage du cours - Préparation des exercices, des problèmes et des travaux pratiques (2 heures par semaine)

**Modalités d'évaluation :**

Examen écrit de 3 heures avec notes de cours et polycopiés à la fin du semestre - 2 comptes rendus de travaux pratiques

**Public ciblé :**

<b>Conception robuste</b>	<b>GMA09-CORO</b>
<b>Volume horaire total : 24.00 h</b>	<b>2.00 crédits ECTS</b>
<b>CM : 0.00 h</b>	
<b>Responsable(s) : LEOTOING Lionel</b>	

**Objectifs, finalités :**

De nombreuses démarches d'optimisation sont aujourd'hui mises en place lors du cycle de développement d'un produit industriel. Une telle démarche peut être appliquée à différentes échelles (pièces, sous-produits, produits) et à différents stades de la conception. Malgré l'utilisation de solutions applicatives adaptées, proposant un large éventail de stratégies d'optimisation, le choix de la solution optimisée nécessite une évaluation de sa robustesse. Une solution est dite robuste si sa réponse est peu modifiée par des petites perturbations (dispersions sur des caractéristiques matérielles, tolérances de fabrication, fluctuations des sollicitations extérieures, ...) autour de sa définition idéale. Une solution optimisée mais fonctionnant sous des conditions bien particulières ne sera pas robuste. Une approche rigoureuse consiste donc à concevoir et dimensionner un produit dans un contexte aléatoire (prise en compte du caractère aléatoire des variables de sollicitation et de résistance du produit). La prise en compte de dispersions possibles autour d'une configuration donnée pourra éventuellement conduire à l'estimation d'une probabilité d'occurrence de scénarios de défaillance. Pour ce dernier cas, le calcul de la probabilité de défaillance requiert l'évaluation d'un indice de fiabilité.

**Contenu :**

- 1 - Les principaux algorithmes d'optimisation
- 2 - L'approche fiabiliste
- 3 - Applications sur le logiciel d'optimisation ModeFrontier
- 4 - Mini-projet
- 5 - Conférences

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

GMA07-CMAO2

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

1 heure par semaine

**Modalités d'évaluation :**

- 1 devoir surveillé de 2H
- 1 note de Contrôle Continu

**Public ciblé :**

<b>Ingénierie d'assemblage</b>	<b>GMA09-INGAS</b>
<b>Volume horaire total : 24.00 h</b>	<b>2.00 crédits ECTS</b>
<b>CM : 0.00 h</b>	
<b>Responsable(s) : KOUADRI-DAVID Afia</b>	

**Objectifs, finalités :**

La majorité des industries doivent intégrer au cours de leur fabrication une étape d'assemblage. En ce sens, l'ingénieur en mécanique et en automatisme se doit d'avoir une vision globale des processus de fabrication, des machines d'assemblage, de leur fonctionnement mais aussi de leur limite pour mieux agir et garantir ainsi la fiabilité du produit final. Aussi l'objectif de ce module est d'apporter aux ingénieurs des outils et des méthodes pour acquérir une compétence dans le domaine de l'ingénierie d'assemblage par la prise en compte du process, du procédé d'assemblage ainsi que du choix du matériau en termes métallurgiques, thermiques et mécaniques.

**Contenu :**

Le module est réalisé sous forme de cours (16 H) et 8 heures de TP. La partie cours est décomposée en plusieurs domaines qui constituent la formation d'un ingénieur soudeur et qui nécessite plusieurs niveaux de connaissance :

1. Cours

- Présentation et étude des différents procédés de soudage, maîtrise des paramètres du process,
- Influence des procédés et des paramètres sur l'aspect métallurgique et thermique.
- Impact et conséquences mécaniques sur les structures soudées.
- Etude du couplage Procédé-Matériau-Mécanique.
- Appréciation et reconnaissance des différents types de défauts générés par le soudage.
- Contrôles qualité des structures : méthodes de contrôle destructif et non destructif des structures soudées.
- Etude de la démarche de qualification d'un ingénieur soudeur : QMOS et DMOS.
- Application et méthode de résolution des différents systèmes soudés : degré de qualification, expertise.

2. Travaux pratiques

Les TP sont réalisés sous forme d'application de soudage de plaques par l'utilisation de différents procédés. Une qualification mécanique est réalisée par les étudiants afin de confirmer l'influence du process sur la qualité finale du procédé. Différents tests sont réalisés pour mettre en évidence le couplage procédé- matériau-mécanique.

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

- Connaissance de la mécanique des matériaux
- Connaissance des procédés de fabrication

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

- 2 H de cours par semaine
- 8 heures de TP

**Modalités d'évaluation :**

- Devoir surveillé de deux heures
- Notes de travaux pratiques

**Public ciblé :**

Ingénieur en mécaniques

<b>Validation de trajectoires</b>	<b>GMA09-VATR</b>
<b>Volume horaire total : 24.00 h</b>	<b>2.00 crédits ECTS</b>
	<b>support en anglais</b>
<b>Responsable(s) : SOHIER Christophe</b>	

**Objectifs, finalités :**

L'industrie est un environnement complexe qui associe différents métiers. La compétitivité conduit ces industries à être automatisées et robotisées. En ce sens, l'ingénieur en mécanique et en automatisme se doit d'avoir une vision globale des machines, de leur fonctionnement mais aussi de leur limite pour mieux agir et garantir ainsi la fiabilité du produit final. Dans le domaine de la fabrication d'une structure par usinage ou par soudage, la trajectoire du robot doit être parfaitement garantie et maîtrisée. L'objectif de ce module est d'apporter aux ingénieurs des outils et des méthodes pour acquérir cette compétence.

**Contenu :**

**COURS:**

- 1/ Problématique générale
- 2/ Objectifs, Méthode, (Approche fonctionnelle et opératoire)

**TD:**

- 1/ Problématique de la trajectoire
  - 2/ Méthode d'identification, robustesse
  - 3/ Modélisation machine (Robot, Usinage)
- Démarche de modélisation
- 1) Machine Robot en série «Helmet»
  - 3) Modélisation (Catia, Matlab, Maple, NcMotion)
  - 2) Campagne de mesure, étude de sensibilité des paramètres,
  - 3) Simulation (NCSimul)

**TP:**

- 1/ Application Usinage (Machines d'usinage 3 et 5 axes)
- 2/ Application Robotique (Robot 6 axes)

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

12 heures

**Modalités d'évaluation :**

Note DS

**Public ciblé :**

<b>Projet Industriel</b>	<b>GMA09-PI</b>
<b>Volume horaire total : 110.00 h</b>	<b>7.00 crédits ECTS</b>
<b>TD : 110.00 h</b>	<b>support et cours en anglais</b>
<b>Responsable(s) : COURTEILLE Eric</b>	

**Objectifs, finalités :**

Les objectifs pédagogiques de ce module sont :

- De mobiliser les connaissances et compétences acquises au cours du cursus afin de répondre à une problématique industrielle.
- Le renforcement des connaissances de l'entreprise.

**Contenu :**

Chaque groupe d'étudiants (de 1 à 2 personnes) doit traiter d'un sujet proposé par une entreprise dans le domaine du génie mécanique, de la mécanique ou de l'automatique

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

De 6 à 10h par semaine

**Modalités d'évaluation :**

Le travail des étudiants est évalué au travers :

- de deux soutenances :
  - o une soutenance présentant le plan de développement du projet (15% de la note du module),
  - o une soutenance de fin de projet (30% de la note du module),
- d'un rapport écrit (30% de la note du module),
- de l'appréciation des encadrants pédagogiques et industriels (25% de la note du module)

**Public ciblé :**

<b>Analyse numérique pour ingénieur</b>	<b>GMA09-ANNUM</b>
<b>Volume horaire total : 24.00 h</b>	<b>2.00 crédits ECTS</b>
<b>CM : 12.00 h, TD : 8.00 h, TP : 4.00 h</b>	
<b>Responsable(s) : GAVRUS Adinel</b>	

**Objectifs, finalités :**

Introduction à l'analyse numérique linéaire et non-linéaire et compréhension des méthodes utilisées pour la résolution des problèmes fortement non-linéaires. Résolution des problèmes d'optimisation via une modélisation numérique. Applications aux problèmes inverses.

**Contenu :**

Notions de base concernant les méthodes de résolution numérique des systèmes linéaires et non-linéaire et les problèmes d'optimisation:

- L'Analyse d'Erreurs
- Systèmes d'équations linéaires et non-linéaires ; rappels des méthodes de résolution ;
- Techniques d'interpolation (Lagrange, Newton, Splines cubiques) et de Différentiation.
- Equations différentielles ; méthodes numériques explicites et implicites (Euler, Taylor, Runge-Kutta) ; Méthode des différences finis
- Techniques de régression linéaire et non-linéaire; méthode de moindres carrées ;
- Optimisation non-linéaire ; méthodes type gradient (Gauss-Newton, BFGS, )
- Problèmes Inverses et Analyse Inverses : Applications Industriels

**Bibliographie :**

A. FORTIN « Analyse Numérique pour ingénieurs », Editions de l'Ecole Polytechnique de Montréal, 1996

**Prérequis :**

Module validé : STPI (Outils et langages) , GMA06-EDP, GMA07-MNEF

Module suivi : GMA09-MNEF

Notions nécessaires:

- calcul vectoriel et matriciel
- équations différentielles
- méthodes numériques pour les éléments finis linéaire et non-linéaire

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

Devoir Surveillé 2h

**Public ciblé :**

<b>Anglais / Conversation English</b>	<b>HUM09-ANGL-CONV</b>
<b>Volume horaire total : 10.00 h</b>	<b>1.50 crédits ECTS</b>
<b>TD : 10.00 h</b>	
<b>Responsable(s) : LE VOT Philippe</b>	

**Objectifs, finalités :**

- Améliorer ses capacités à s'exprimer, comprendre et interagir dans des situations de la vie quotidienne, professionnelle et sociale.
- Obtention ou renforcement du niveau C1 (fortement recommandé par la CTI).

**Contenu :**

- Approche actionnelle de la langue, apprendre en faisant: parler et écouter, rédiger un document en mobilisant les capacités à résoudre, construire, démontrer et convaincre.
- Savoir s'exprimer avec précision par une utilisation rigoureuse de la syntaxe et de la phonologie.
- Des activités faisant appel à la créativité et la réactivité de l'élève, telles que débats, jeux de rôle, présentations orales, projets, seront basées sur des sujets d'actualité, scientifique et sociétale.
- Une approche des enjeux culturels et civilisationnels

**Bibliographie :**

- English Grammar in Use, Intermediate Edition (CUP)
- Oxford Advanced Learners' Dictionary (en ligne)

**Prérequis :**

- Une bonne maîtrise du programme de 3ème et 4ème année est nécessaire.
- Avoir validé une certification B2 dispensée par un organisme extérieur à l'INSA et reconnu par la CTI au cours des deux années précédentes.

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

- Les cours ont une durée d'une heure et sont dispensés dans des salles équipées pour la plupart de vidéoprojecteurs et sonorisées. Nous disposons d'un laboratoire de langues de type multimédia ainsi que d'un Centre de Ressources Informatiques afin de pouvoir accueillir les étudiants dans un cadre adapté à un enseignement stimulant.
- Les ressources pédagogiques utilisées sont des articles de presse, des documents audio et vidéo (reportages télévisés, extraits de films ou de séries), Internet est utilisé comme source documentaire.

**Modalités d'évaluation :**

La note finale est basée sur l'assiduité et l'implication de l'étudiant dans le cours.

**Public ciblé :**

<b>Anglais / TOEIC</b>	<b>HUM09-ANGL-TOEIC</b>
<b>Volume horaire total : 20.00 h</b>	<b>1.50 crédits ECTS</b>
<b>TD : 20.00 h</b>	
<b>Responsable(s) : LE VOT Philippe</b>	

**Objectifs, finalités :**

- Améliorer les compétences en expression, compréhension et interaction dans un environnement professionnel (monde de l'entreprise)
- Consolider les compétences de compréhension orale et écrite afin de répondre aux exigences imposées par la certification du TOEIC (obtention d'un score de 800) pour pouvoir valider le diplôme de fin d'études.

**Contenu :**

Parler, écouter, interagir, rédiger, comprendre.

Acquérir un vocabulaire spécifique et les compétences linguistiques nécessaires pour répondre aux exigences lexicales et grammaticales de la certification.

**Méthodes pédagogiques :**

- Impliquer l'étudiant dans des activités de recherche, d'écriture, d'écoute et de lecture propres à déclencher des automatismes de langue en situation d'évaluation spécifique (TOEIC)
- Mettre en place des situations d'échange pour permettre à l'étudiant d'interagir, de s'auto-corriger et d'appréhender les activités de manière semi-autonome
- Proposer des activités langagières spécifiques dans le format de l'épreuve finale (tests blancs de TOEIC ou autre certification de niveau B2).

**Bibliographie :**

- English Grammar in Use, Intermediate Edition (CUP)
- Robert et Collins dictionnaire bilingue or Collins Cobuild

**Prérequis :**

Ne pas avoir obtenu son TOEIC au cours des deux années précédentes

Niveau B1/B2 et bonne connaissance du programme des quatre années précédentes.

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

Chaque cours dure deux heures (taille du groupe en fonction du nombre d'étudiants inscrits, très variable suivant l'année). Cours dispensés dans un environnement propice à l'échange et à la recherche (laboratoire de langue, salles équipées en matériel audio-visuel dédié).

**Modalités d'évaluation :**

Note finale basée sur :

note à l'examen + présence en cours + examens blancs en cours de formation

**Public ciblé :**

Etudiant de 5ème année n'ayant pas obtenu son TOEIC au cours des deux années précédentes

<b>Parcours de management A</b>	<b>HUM09-PM-A</b>
<b>Volume horaire total : 34.00 h</b>	<b>2.00 crédits ECTS</b>
<b>CM : 30.00 h, TD : 4.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

Les parcours de management doivent permettre aux étudiants :

- d'aborder des thèmes « orientés métiers » relatifs au management,
- de personnaliser leur cursus en choisissant des modules « à la carte » en fonction de leurs goûts et de leur projet professionnel.

Chaque étudiant choisit un parcours parmi la liste des parcours proposés.

Au-delà des compétences spécifiques visées par chaque parcours, des acquis de formation communs peuvent être identifiés :

- comprendre et savoir utiliser du vocabulaire spécialisé de management,
- connaître les principaux enjeux de la thématique de management choisie,
- travailler en équipe : prendre collectivement des décisions et produire des livrables dans les délais impartis.

**Objectifs Lean Management**

- Maîtriser les concepts théoriques et pratiques du Lean et du Six Sigma
- Développer votre capacité à gérer et animer des projets créateurs de valeur
- Comprendre les enjeux et la mise en place d'une culture du progrès continu dans une organisation

**Culture juridique (6h)**

**Objectifs**

- Acquérir une culture générale dans le domaine du droit.
- Comprendre l'organisation et les grands principes de l'environnement juridique.

**Contenu :**

Le contenu de ce parcours est la continuité et un approfondissement de certaines notions vues dans le tronc commun de 3ème année (IMO).

- Introduction de l'amélioration
- Projet DMAIC
  - Animation et Facilitateur d'équipe
  - Outils spécifiques Lean
- Outils spécifiques Six Sigma
- Outils Lean Six Sigma orientés terrain
- Retour d'expérience et d'applications industrielles

Les étudiants inscrits dans ce module pourront participer au Hackathon de la qualité et de l'excellence opérationnelle organisé en décembre à Nantes. Cet événement réunira pendant une journée entière des équipes composées de 4 à 6 étudiants de plusieurs établissements d'enseignement du niveau Bac+2 au Master 2, encadrées par des professionnels de l'excellence opérationnelle, du management QHSE, de l'amélioration continue...

Ensemble, les élèves devront relever le défi de répondre à une problématique réelle d'entreprise et lui proposer un plan d'actions pertinent. En fin de journée, chaque équipe pitchera le résultat de sa réflexion, la meilleure présentation sera récompensée par un vote du public et du jury d'experts.

**Lean Management (28h)**

Le Lean est une méthode structurée de management. Il s'impose de plus en plus comme une approche permettant d'améliorer la performance des entreprises grâce à une meilleure efficacité des processus.

- Appliqué au management des entreprises, le « Lean Management » apporte un ensemble de méthodes menant à l'excellence opérationnelle.
- Associé à la méthodologie « Six Sigma », orientée vers l'amélioration de la qualité, le Lean offre une démarche assurant une prise en compte de l'ensemble des attentes clients en matière de qualité, de délais et de coûts.

**Culture juridique (6h)**

**Programme**

- sources du droit, hiérarchie des règles, notion de jurisprudence ;
  - les juridictions ;
- les praticiens du droit ;

- le contrat;
- responsabilité civile et pénale dans l'entreprise

**Bibliographie :**

Une bibliographie spécifique est proposée selon les thématiques traitées.

**Prérequis :**

Modules Eco-Gestion de S7 et S8.

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

Les parcours de gestion regroupent des étudiants issus des différents départements de spécialité et comportent tous des intervenants extérieurs (industriels, avocats, ou consultants). Une pédagogie interactive et l'approche projet sont privilégiées, les étudiants travaillent en équipe sur des projets définis en concertation avec les intervenants.

**Modalités d'évaluation :**

Contrôle continu : un travail d'équipe donnant lieu à une restitution orale et/ou écrite.

**Public ciblé :**

Semestre 9

Parcours Formation Initiale GMA

<b>1</b>	<b>GMA09-1</b>		<b>MECANIQUE &amp; MATERIAUX S9</b>	<b>7.50</b>
	GMA09-MECAFORM	O	Mécanique de la mise en forme de matériaux	4.50
	GMA09-CMP	O	Céramiques et métallurgie des poudres	1.00
	GMA09-MNEF	O	Méthodes numériques : éléments finis non linéaires	2.00
<b>2</b>	<b>GMA09-2</b>		<b>AUTOMATIQUE &amp; MODELISATION S9</b>	<b>6.00</b>
	GMA09-ROBOT	O	Robotique	2.00
	GMA09-SYSME	O	Systèmes mécaniques	2.00
	GMA09-COMOP	O	Commande optimale	2.00
<b>3</b>	<b>GMA09-3</b>		<b>OUVERTURE</b>	<b>11.00</b>
	GMA09-CORO	C	Conception robuste	2.00
	GMA09-INGAS	C	Ingénierie d'assemblage	2.00
	GMA09-VATR	C	Validation de trajectoires	2.00
	GMA09-PI	O	Projet Industriel	7.00
	GMA09-ANNUM	C	Analyse numérique pour ingénieur	2.00
<b>4</b>	<b>HUM09</b>		<b>ENSEIGNEMENTS D'HUMANITE S9</b>	<b>5.50</b>
	HUM09-ANGL-CONV	C	Anglais / Conversation English	1.50
	HUM09-ANGL-TOEIC	C	Anglais / TOEIC	1.50
	HUM09-PM-A	C	Parcours de management A	2.00
	HUM09-PM-B	C	Parcours de management B	2.00
	HUM09-PM-C	C	Parcours de management C	2.00
	HUM09-PM-D	C	Parcours de management D	2.00
	HUM09-PM-E	C	Parcours de management E	2.00
	HUM09-PM-F	C	Parcours de management F	2.00
	EII09-EVST	C	Evaluation stage	1.00
	EII09-HUMT	C	Responsabilité Sociétale de l'Entreprise	1.00
	EII09-EVST	C	Evaluation stage	1.00
	INF09-STGDATING	C	Stage dating et/ou conférences	1.00
	GCU09-SPEC-GPC	C	Gestion de Projet de Construction	1.00
	DET09-SPEC	C	Présentation écrite et orale en anglais du projet industriel DET09-PROJ	2.00
	DMA09-SPEC	C	Module spécifique MA	2.00
	GCU09-SPEC-GPD	C	Gestion de Projet Dématérialisé	1.00
	INF09-ETHIQUE	C	Formation éthique de l'ingénieur	1.00
	HUM09-PM-PRO	C	Parcours de management contrat de professionnalisation	2.00
	DET10-SPEC PRO	C	Expérience en entreprise	2.00
<b>6</b>	<b>HUMF1-ELSA Mus</b>		<b>MUSIQUE ETUDES</b>	<b>1.00</b>
	HUMF1-MUS	F	Musique-Etudes	1.00

O : obligatoire ; C = à choix ; F = facultatif

Mécanique de la mise en forme de matériaux	GMA09-MECAFORM
Volume horaire total : 60.00 h	4.50 crédits ECTS
CM : 34.00 h, PR : 2.00 h, TD : 16.00 h, TP : 8.00 h	
Responsable(s) : GAVRUS Adinel	

**Objectifs, finalités :**

Analyse de la structure métallurgique des matériaux métalliques, couplage micro-macro et structure; comportement, introduction à la plasticité des matériaux, formulation des lois rhéologiques et tribologiques, dépouillement des essais mécaniques et description des principales procédés de mise en forme des métaux.

**Contenu :**

- Mécanismes physiques de durcissement
- Dislocations : concept, dynamique, structures
- Microstructures, Textures
- Applications aux propriétés des matériaux industriels
- Elasto-visco-plasticité, critères de plasticité, anisotropie
- Métallurgie de la mise en forme
- Rhéologie de la mise en forme
- Tribologie de la mise en forme
- Mise en forme des métaux
- Analyse Inverse

Détails :

1ère PARTIE

- Transition d'échelle
- Mécanismes de durcissement
- Dislocations : concept, dynamique, structures, dipôles
- Stades d'écrouissage des métaux et des solutions solides
- Textures
- Applications et propriétés de matériaux industriels

2ème PARTIE

I PRISE EN COMPTE DU COMPORTEMENT ELASTO-VISCO-PLASTIQUE DES MATERIAUX DANS LA SIMULATION DES OPERATIONS DE MISE EN FORME :

- Rappel de mécanique des milieux continus
- Critères de plasticité et lois d'écoulement associées
- Modèles Analogiques / lois de comportement uniaxiales
- Elasto-Plasticité et Elasto-Viscoplasticité
- Comportement Elasto-Plastique et Formulation Incrémentale
- Comportement Viscoplastique et Formulation Variationnelle

3ème PARTIE

II APPLICATIONS A LA MISE EN FORME DES METAUX

- Introduction sur les procédés de mise en forme
- Structure des métaux et alliages
- Rhéologie en grandes déformations
- Tests mécaniques et dépouillement (traction, torsion, compression)
- Tribologie de la mise en forme
- Rôle du frottement dans les procédés de mise en forme
- Tests de frottement
- Procédés Industriels : Forgeage, Laminage, Emboutissage, Extrusion, Usinage
- Simulations numériques et estimation des sollicitations thermo-mécaniques

III ETUDE DU COMPORTEMENT RHEOLOGIQUE PAR ANALYSE INVERSE

**Bibliographie :**

- [1] J. PHILIBERT A. VIGNES Y. BRECHET P. COMBRADE « Métallurgie du minerai au matériau » Ed Masson 1998
- [2] D. FRANCOIS, A. PINEAU, A. ZAOUI, « Comportement mécanique des matériaux », Tome1, Hermes, 1995  
PHILIBERT, VIGNES, BRECHET, COMBRE, " Métallurgie du minerai au matériau ", Masson,
- [3] J-M. HAUDIN, F. MONTHEILLET ²Notions Fondamentales sur les Matériaux², Ed. S.N.P.M.D., Paris, 1989.
- [4] M. BELLET, J-L. CHENOT, L. FOURMENT, E. MASSONI, P. MONTMITONNET ²Séminaire de Plasticité : Eléments Finis et Mise en Forme des Métaux ², Ed. Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris, Sophia Antipolis, 1994.

[5] M. RAPPAZ, M. BELLET, M. DEVILLE <sup>2</sup>Modélisation Numérique en Science et Génie des Matériaux<sup>2</sup>, Ed. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 1998.

**Prérequis :**

GMA05-MMC  
GMA08-CMAT

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

1 heures par semaine

**Modalités d'évaluation :**

Examen écrit de 2 heures à la fin du semestre  
-note de comptes rendus de travaux pratiques.

**Public ciblé :**

<b>Céramiques et métallurgie des poudres</b>	<b>GMA09-CMP</b>
<b>Volume horaire total : 12.00 h</b>	<b>1.00 crédits ECTS</b>
<b>Responsable(s) : GLORIANThierry</b>	

**Objectifs, finalités :**

Analyse de la structure physico-chimique des matériaux non-métalliques, la compréhension de l'interdépendance structure; comportement, thermo-plasticité des polymères, hyper élasticité des élastomères, structure des céramiques et description des principaux procédés industriels de mise en oeuvre.

**Contenu :**

- Physico-chimie des polymères
- Couplage Structure ; Comportement Rhéologique
- Lois rhéologiques des polymères à l'état fondu
- Thermique des matériaux plastiques
- Mise en forme des polymères à l'état fondu
- Lois de comportement à l'état solide
- Comportement des élastomères
- Mise en oeuvre des élastomères
- Définition, généralités et classification des céramiques
- Exemples de céramiques simples ou complexes
- Mise en forme des céramiques : frittage
- Comportements mécanique et thermique des céramiques

Détails :

1ère PARTIE

I APPLICATIONS A LA MISE EN OEUVRE DES POLYMERES

- Introduction sur la transformation des polymères
- Structure physico-chimique des polymères
- Compréhension de l'interdépendance Structure - Comportement
- Comportement rhéologique des polymères à l'état fondu
- Thermo-mécanique des polymères
- Procédés Industriels : Calandrage, Injection, Extrusion
- Estimation des sollicitations thermo-mécaniques

II COMPORTEMENT RHEOLOGIQUE DE POLYMERES SOLIDES

2ème PARTIE

I APPLICATIONS A LA MISE EN OEUVRE DES ELASTOMERES

- Structure physico-chimique des élastomères
- Compréhension de l'interdépendance Structure - Comportement
- Procédés Industriels

3ème PARTIE

I PRESENTATION DES CERAMIQUES

- Nature des liaisons chimiques, classification des céramiques, exemples d'applications
- Microstructure des céramiques traditionnelles et techniques
- Diagrammes binaires et ternaires relatifs aux céramiques industrielles

II MISE EN FORME DES CERAMIQUES

- Mise en forme par frittage
- Mécanismes du frittage
- Procédés d'élaboration industriel

III PROPRIETES MECANIQUES ET THERMIQUES DES CERAMIQUES

- Traction, compression, flexion, dureté, ténacité
- Mécanismes du fluage
- Résistance aux chocs thermiques

**Bibliographie :**

[1] J. F. AGASSANT, P. AVENAS, J.-Ph. SERGENT

²La Mise en Forme des Matériaux Plastiques², Ed. Technique & Documentation, Ed. Lavoisier, 1996.

[2] J. BOST ²MATIERES PLASTIQUES II : Technologie # Plasturgie², Ed. Technique & Documentation, Lavoisier, 1982.

[3] M. REYNE ²LES MATERIAUX NOUVEAUX², Ed. Hermes, Paris, 1990.

[4] M. REYNE ²TECHNOLOGIE DES PLASTIQUES ², Ed. Hermes, Paris, 1998.

[5] C. G#SELL, J.-M. HAUDIN ²INTRODUCTION A LA MECANIQUE DES POLYMERES², Ed. Institut National

Polytechnique de Lorraine, 1995.

[6] W.D. KINGERY, H.K. BOWEN, DR UHLMANN, Introduction to Ceramics, John Wiley & Sons, New-York (1976), ISBN 0.471.47860.1

[7] J.L. CHERMANT, Caractérisation des poudres et des céramiques, Hermès, Paris (1992), ISBN 2.86601.307.7

[8] L.L. HENCH, R.W. GOULD, Characterization of Ceramics, M. Dekker Inc, New-York (1971), ISBN 0.8247.1302.8

**Prérequis :**

GMA05-MMC

GMA06-MDF

GMA08-CMAT

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

1 heures par semaine

**Modalités d'évaluation :**

Examen écrit de 2 heures à la fin du semestre.

Note de controle continu Projet

**Public ciblé :**

<b>Méthodes numériques : éléments finis non linéaires</b>	<b>GMA09-MNEF</b>
<b>Volume horaire total : 26.00 h</b>	<b>2.00 crédits ECTS</b>
<b>CM : 26.00 h</b>	
<b>Responsable(s) : RAGNEAU Eric</b>	

**Objectifs, finalités :**

Dans le prolongement du module MEF I de 4ème année, ce module aborde les aspects liés à la prise en compte des non linéarités matérielles et géométriques dans un modèle élément finis. Il débouche sur la réalisation d'un mini-projet de modélisation dans le domaine non linéaire.

**Contenu :**

1. Introduction / classification des non linéarités
2. Formulation matricielle des non linéarités / notion de matrice de rigidité tangente et sécante
3. Méthodes de résolution (Newton-Raphson)
4. Application aux non linéarités matérielles :
  - hyper-élasticité
  - hypo-élasticité
  - élastoplasticité
5. Application aux non linéarités géométriques :
  - formulation lagrangienne « UL » et « TL »
  - formulation eulérienne
  - formulation « ALE »
  - approches en grands déplacements
  - flambage et voilement d'éléments minces
6. Mise en oeuvre avec le logiciel Cast3M (mini-projet).

**Bibliographie :**

Zienkiewicz : La méthode des Eléments finis. Edisciences  
 Gallagher : Introduction au calcul par Eléments Finis. Editions Pluralis  
 Batoz, Dhatt : Modélisation des structures par éléments finis. Editions Hermès  
 K. J. Bathe : Finite Element Procedures in Engineering Analysis. Prentice et Hall

**Prérequis :**

Connaissances de base en Mécanique des Milieux continus et en modélisation par éléments finis linéaires

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

2 heures par semaine

**Modalités d'évaluation :**

1 Contrôle des connaissances de 2 Heures + 1 note de mini-projet

**Public ciblé :**

<b>Robotique</b>	<b>GMA09-ROBOT</b>
<b>Volume horaire total : 24.00 h</b>	<b>2.00 crédits ECTS</b>
<b>CM : 16.00 h, TD : 8.00 h</b>	
<b>Responsable(s) : ARAKELYAN Vigen</b>	

**Objectifs, finalités :**

Ce cours est destiné à approfondir les connaissances en robotique. Il propose d'exposer les principes théoriques de manière à en comprendre la mécanique au niveau des modèles des systèmes articulés, de la locomotion et de la préhension. Le cours met l'accent sur les développements récents du problème de la cinématique directe, exprimée sous forme polynomiale, ainsi qu'à son corollaire qui est l'étude des modes d'assemblage des robots parallèles. La cinématique inverse, la statique et la dynamique de diverses architectures de robots parallèles sont présentées à travers des méthodes récentes et de nombreux exemples. Cette partie théorique est complétée par les travaux dirigés pendant lesquels les étudiants développent les modèles de simulation des applications à l'aide du logiciel ADAMS.

**Contenu :**

Statique des manipulateurs anthropomorphes et à structure parallèle. Cinématique directe et inverse des manipulateurs parallèles. Génération de mouvement dans l'espace articulaire et opérationnel : Interpolation polynomiale et calcul du temps minimum. Equations de Newton-Euler et de Lagrange : applications aux systèmes robotisés. Equilibrage de bras manipulateurs et de robots parallèles : applications aux systèmes robotisés pour l'assistance à la marche et aux manipulateurs manuels. Découplage dynamique et linéarisation des équations des mouvements du manipulateur à chaîne cinématique ouverte. Organes de préhension : architecture, calcul et optimisation.

**Bibliographie :**

1. O. Bottema, B. Roth. Theoretical Mechanics. Dover Publications, New York, 1990, 558p.
2. J. Angeles. Fundamentals of robotic mechanical systems. Springer, 2003, 521p.
3. L.W. Tsai. Robot Analysis. John Wiley & Sons, 1999, 505p.

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

Examen écrit 2 heures à la fin du semestre.

**Public ciblé :**

<b>Systèmes mécaniques</b>	<b>GMA09-SYSME</b>
<b>Volume horaire total : 24.00 h</b>	<b>2.00 crédits ECTS</b>
<b>CM : 16.00 h, TD : 8.00 h</b>	<b>support et cours en anglais</b>
<b>Responsable(s) : ARAKELIAN Vigen</b>	

**Objectifs, finalités :**

Pour concevoir et réaliser des machines modernes, il apparaît nécessaire de former des ingénieurs aux concepts et techniques de la mécanique des systèmes complexes. L'objet du cours est d'aborder les méthodes et principes généraux d'étude des systèmes multicorps rigides articulés. Dans les deux dernières décennies, la recherche en mécanique des systèmes a largement contribué au développement de nouvelles méthodologies analytiques. Ce cours est créé sur la base de ces nouvelles méthodes et il permet aux étudiants de parfaire leurs connaissances dans le domaine de la mécanique des systèmes. Toutes les méthodes sont illustrées par de nombreuses applications industrielles.

**Contenu :**

Description des systèmes par graphes . Singularités de position : cinématique (méthode de Gosselin-Angeles) et dynamique . Analyse cinématique des mécanismes spatiaux à chaîne cinématique fermée par la méthode de Denavit-Hartenberg. Synthèse des systèmes multicorps articulés : Problème de Burmester et problème de la reproduction approximative d'un mouvement donné (méthode de Roth-Gupta). Synthèse dynamique des systèmes multicorps. Moment moteur et méthodes d'optimisation. Equilibrage optimale des systèmes complexes sur la base de l'approximation de Tchébichev. Dynamique des systèmes multicorps à chaîne cinématique fermée et à plusieurs degrés de liberté. Approches mécatroniques dans l'étude des systèmes mécaniques.

**Bibliographie :**

1. L.W. Tsai. Mechanism Design. CRC Press, 2001, 311p.
2. H. Dresig., F. Holzweilber. Maschinendynamik. Springer, 2004, 526p.
3. O. Bottema, B. Roth. Theoretical Mechanics. Dover Publications, New York, 1990, 558p.

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

Examen écrit 2 heures à la fin du semestre

**Public ciblé :**

<b>Commande optimale</b>	<b>GMA09-COMOP</b>
<b>Volume horaire total : 24.00 h</b>	<b>2.00 crédits ECTS</b>
<b>Responsable(s) : GUEGAN Sylvain</b>	

**Objectifs, finalités :**

Le problème de la commande optimale des systèmes dynamiques qui recouvre quantité de problèmes pratiques : commande à énergie minimale, commande en temps minimal, etc... Etude de la commande L.Q. (Linéaire Quadratique). Introduction à la robustesse : commandes L.Q.G. (Linéaire Quadratique Gaussien); H2 et H $\infty$

**Contenu :**

- Les apports mathématiques à la commande optimale
- Calcul des variations
- Principe du maximum
- Programmation dynamique
- Commande optimale des systèmes linéaires
- Compléments sur la théorie de Lyapunov
- Optimisation quadratique des systèmes continus
- Régulateur stationnaire continu -
- Optimisation quadratique des systèmes discrets
- Régulateur stationnaire discret
- Intérêt et robustesse de la commande linéaire quadratique.
- Commande L.Q.G., H2 et H $\infty$

**Bibliographie :**

KWAKERNAAK H. SIVAN R., 1972, « Linear optimal control systems », John Wiley 1 Sons, Inc.  
 THOMAS Y., 1992 « Signaux et systèmes linéaires » 1991, Masson  
 DE LARMINAT Ph. 1993, « Automatique, commande des systèmes linéaires », Hermès.

**Prérequis :**

Signaux et Systèmes - Automatique 1 - Automatique 2

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

Apprentissage du cours - Préparation des exercices, des problèmes et des travaux pratiques (2 heures par semaine)

**Modalités d'évaluation :**

Examen écrit de 3 heures avec notes de cours et photocopiés à la fin du semestre - 2 comptes rendus de travaux pratiques

**Public ciblé :**

<b>Conception robuste</b>	<b>GMA09-CORO</b>
<b>Volume horaire total : 24.00 h</b>	<b>2.00 crédits ECTS</b>
<b>CM : 0.00 h</b>	
<b>Responsable(s) : LEOTOING Lionel</b>	

**Objectifs, finalités :**

De nombreuses démarches d'optimisation sont aujourd'hui mises en place lors du cycle de développement d'un produit industriel. Une telle démarche peut être appliquée à différentes échelles (pièces, sous-produits, produits) et à différents stades de la conception. Malgré l'utilisation de solutions applicatives adaptées, proposant un large éventail de stratégies d'optimisation, le choix de la solution optimisée nécessite une évaluation de sa robustesse. Une solution est dite robuste si sa réponse est peu modifiée par des petites perturbations (dispersions sur des caractéristiques matérielles, tolérances de fabrication, fluctuations des sollicitations extérieures, ...) autour de sa définition idéale. Une solution optimisée mais fonctionnant sous des conditions bien particulières ne sera pas robuste. Une approche rigoureuse consiste donc à concevoir et dimensionner un produit dans un contexte aléatoire (prise en compte du caractère aléatoire des variables de sollicitation et de résistance du produit). La prise en compte de dispersions possibles autour d'une configuration donnée pourra éventuellement conduire à l'estimation d'une probabilité d'occurrence de scénarios de défaillance. Pour ce dernier cas, le calcul de la probabilité de défaillance requiert l'évaluation d'un indice de fiabilité.

**Contenu :**

- 1 - Les principaux algorithmes d'optimisation
- 2 - L'approche fiabiliste
- 3 - Applications sur le logiciel d'optimisation ModeFrontier
- 4 - Mini-projet
- 5 - Conférences

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

GMA07-CMAO2

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

1 heure par semaine

**Modalités d'évaluation :**

- 1 devoir surveillé de 2H
- 1 note de Contrôle Continu

**Public ciblé :**

<b>Ingénierie d'assemblage</b>	<b>GMA09-INGAS</b>
<b>Volume horaire total : 24.00 h</b>	<b>2.00 crédits ECTS</b>
<b>CM : 0.00 h</b>	
<b>Responsable(s) : KOUADRI-DAVID Afia</b>	

**Objectifs, finalités :**

La majorité des industries doivent intégrer au cours de leur fabrication une étape d'assemblage. En ce sens, l'ingénieur en mécanique et en automatisme se doit d'avoir une vision globale des processus de fabrication, des machines d'assemblage, de leur fonctionnement mais aussi de leur limite pour mieux agir et garantir ainsi la fiabilité du produit final. Aussi l'objectif de ce module est d'apporter aux ingénieurs des outils et des méthodes pour acquérir une compétence dans le domaine de l'ingénierie d'assemblage par la prise en compte du process, du procédé d'assemblage ainsi que du choix du matériau en termes métallurgiques, thermiques et mécaniques.

**Contenu :**

Le module est réalisé sous forme de cours (16 H) et 8 heures de TP. La partie cours est décomposée en plusieurs domaines qui constituent la formation d'un ingénieur soudeur et qui nécessite plusieurs niveaux de connaissance :

1. Cours

- Présentation et étude des différents procédés de soudage, maîtrise des paramètres du process,
- Influence des procédés et des paramètres sur l'aspect métallurgique et thermique.
- Impact et conséquences mécaniques sur les structures soudées.
- Etude du couplage Procédé-Matériau-Mécanique.
- Appréciation et reconnaissance des différents types de défauts générés par le soudage.
- Contrôles qualité des structures : méthodes de contrôle destructif et non destructif des structures soudées.
- Etude de la démarche de qualification d'un ingénieur soudeur : QMOS et DMOS.
- Application et méthode de résolution des différents systèmes soudés : degré de qualification, expertise.

2. Travaux pratiques

Les TP sont réalisés sous forme d'application de soudage de plaques par l'utilisation de différents procédés. Une qualification mécanique est réalisée par les étudiants afin de confirmer l'influence du process sur la qualité finale du procédé. Différents tests sont réalisés pour mettre en évidence le couplage procédé- matériau-mécanique.

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

- Connaissance de la mécanique des matériaux
- Connaissance des procédés de fabrication

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

- 2 H de cours par semaine
- 8 heures de TP

**Modalités d'évaluation :**

- Devoir surveillé de deux heures
- Notes de travaux pratiques

**Public ciblé :**

Ingénieur en mécaniques

<b>Validation de trajectoires</b>	<b>GMA09-VATR</b>
<b>Volume horaire total : 24.00 h</b>	<b>2.00 crédits ECTS</b>
	<b>support en anglais</b>
<b>Responsable(s) : SOHIER Christophe</b>	

**Objectifs, finalités :**

L'industrie est un environnement complexe qui associe différents métiers. La compétitivité conduit ces industries à être automatisées et robotisées. En ce sens, l'ingénieur en mécanique et en automatisme se doit d'avoir une vision globale des machines, de leur fonctionnement mais aussi de leur limite pour mieux agir et garantir ainsi la fiabilité du produit final. Dans le domaine de la fabrication d'une structure par usinage ou par soudage, la trajectoire du robot doit être parfaitement garantie et maîtrisée. L'objectif de ce module est d'apporter aux ingénieurs des outils et des méthodes pour acquérir cette compétence.

**Contenu :**

**COURS:**

- 1/ Problématique générale
- 2/ Objectifs, Méthode, (Approche fonctionnelle et opératoire)

**TD:**

- 1/ Problématique de la trajectoire
  - 2/ Méthode d'identification, robustesse
  - 3/ Modélisation machine (Robot, Usinage)
- Démarche de modélisation
- 1) Machine Robot en série «Helmet»
  - 3) Modélisation (Catia, Matlab, Maple, NcMotion)
  - 2) Campagne de mesure, étude de sensibilité des paramètres,
  - 3) Simulation (NCSimul)

**TP:**

- 1/ Application Usinage (Machines d'usinage 3 et 5 axes)
- 2/ Application Robotique (Robot 6 axes)

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

12 heures

**Modalités d'évaluation :**

Note DS

**Public ciblé :**

<b>Projet Industriel</b>	<b>GMA09-PI</b>
<b>Volume horaire total : 110.00 h</b>	<b>7.00 crédits ECTS</b>
<b>TD : 110.00 h</b>	<b>support et cours en anglais</b>
<b>Responsable(s) : COURTEILLE Eric</b>	

**Objectifs, finalités :**

Les objectifs pédagogiques de ce module sont :

- De mobiliser les connaissances et compétences acquises au cours du cursus afin de répondre à une problématique industrielle.
- Le renforcement des connaissances de l'entreprise.

**Contenu :**

Chaque groupe d'étudiants (de 1 à 2 personnes) doit traiter d'un sujet proposé par une entreprise dans le domaine du génie mécanique, de la mécanique ou de l'automatique

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

De 6 à 10h par semaine

**Modalités d'évaluation :**

Le travail des étudiants est évalué au travers :

- de deux soutenances :
  - o une soutenance présentant le plan de développement du projet (15% de la note du module),
  - o une soutenance de fin de projet (30% de la note du module),
- d'un rapport écrit (30% de la note du module),
- de l'appréciation des encadrants pédagogiques et industriels (25% de la note du module)

**Public ciblé :**

<b>Analyse numérique pour ingénieur</b>	<b>GMA09-ANNUM</b>
<b>Volume horaire total : 24.00 h</b>	<b>2.00 crédits ECTS</b>
<b>CM : 12.00 h, TD : 8.00 h, TP : 4.00 h</b>	
<b>Responsable(s) : GAVRUS Adinel</b>	

**Objectifs, finalités :**

Introduction à l'analyse numérique linéaire et non-linéaire et compréhension des méthodes utilisées pour la résolution des problèmes fortement non-linéaires. Résolution des problèmes d'optimisation via une modélisation numérique. Applications aux problèmes inverses.

**Contenu :**

Notions de base concernant les méthodes de résolution numérique des systèmes linéaires et non-linéaire et les problèmes d'optimisation:

- L'Analyse d'Erreurs
- Systèmes d'équations linéaires et non-linéaires ; rappels des méthodes de résolution ;
- Techniques d'interpolation (Lagrange, Newton, Splines cubiques) et de Différentiation.
- Equations différentielles ; méthodes numériques explicites et implicites (Euler, Taylor, Runge-Kutta) ; Méthode des différences finis
- Techniques de régression linéaire et non-linéaire; méthode de moindres carrées ;
- Optimisation non-linéaire ; méthodes type gradient (Gauss-Newton, BFGS, )
- Problèmes Inverses et Analyse Inverses : Applications Industriels

**Bibliographie :**

A. FORTIN « Analyse Numérique pour ingénieurs », Editions de l'Ecole Polytechnique de Montréal, 1996

**Prérequis :**

Module validé : STPI (Outils et langages) , GMA06-EDP, GMA07-MNEF

Module suivi : GMA09-MNEF

Notions nécessaires:

- calcul vectoriel et matriciel
- équations différentielles
- méthodes numériques pour les éléments finis linéaire et non-linéaire

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

Devoir Surveillé 2h

**Public ciblé :**

<b>Anglais / Conversation English</b>	<b>HUM09-ANGL-CONV</b>
<b>Volume horaire total : 10.00 h</b>	<b>1.50 crédits ECTS</b>
<b>TD : 10.00 h</b>	
<b>Responsable(s) : LE VOT Philippe</b>	

**Objectifs, finalités :**

- Améliorer ses capacités à s'exprimer, comprendre et interagir dans des situations de la vie quotidienne, professionnelle et sociale.
- Obtention ou renforcement du niveau C1 (fortement recommandé par la CTI).

**Contenu :**

- Approche actionnelle de la langue, apprendre en faisant: parler et écouter, rédiger un document en mobilisant les capacités à résoudre, construire, démontrer et convaincre.
- Savoir s'exprimer avec précision par une utilisation rigoureuse de la syntaxe et de la phonologie.
- Des activités faisant appel à la créativité et la réactivité de l'élève, telles que débats, jeux de rôle, présentations orales, projets, seront basées sur des sujets d'actualité, scientifique et sociétale.
- Une approche des enjeux culturels et civilisationnels

**Bibliographie :**

- English Grammar in Use, Intermediate Edition (CUP)
- Oxford Advanced Learners' Dictionary (en ligne)

**Prérequis :**

- Une bonne maîtrise du programme de 3ème et 4ème année est nécessaire.
- Avoir validé une certification B2 dispensée par un organisme extérieur à l'INSA et reconnu par la CTI au cours des deux années précédentes.

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

- Les cours ont une durée d'une heure et sont dispensés dans des salles équipées pour la plupart de vidéoprojecteurs et sonorisées. Nous disposons d'un laboratoire de langues de type multimédia ainsi que d'un Centre de Ressources Informatiques afin de pouvoir accueillir les étudiants dans un cadre adapté à un enseignement stimulant.
- Les ressources pédagogiques utilisées sont des articles de presse, des documents audio et vidéo (reportages télévisés, extraits de films ou de séries), Internet est utilisé comme source documentaire.

**Modalités d'évaluation :**

La note finale est basée sur l'assiduité et l'implication de l'étudiant dans le cours.

**Public ciblé :**

<b>Anglais / TOEIC</b>	<b>HUM09-ANGL-TOEIC</b>
<b>Volume horaire total : 20.00 h</b>	<b>1.50 crédits ECTS</b>
<b>TD : 20.00 h</b>	
<b>Responsable(s) : LE VOT Philippe</b>	

**Objectifs, finalités :**

- Améliorer les compétences en expression, compréhension et interaction dans un environnement professionnel (monde de l'entreprise)
- Consolider les compétences de compréhension orale et écrite afin de répondre aux exigences imposées par la certification du TOEIC (obtention d'un score de 800) pour pouvoir valider le diplôme de fin d'études.

**Contenu :**

Parler, écouter, interagir, rédiger, comprendre.

Acquérir un vocabulaire spécifique et les compétences linguistiques nécessaires pour répondre aux exigences lexicales et grammaticales de la certification.

**Méthodes pédagogiques :**

- Impliquer l'étudiant dans des activités de recherche, d'écriture, d'écoute et de lecture propres à déclencher des automatismes de langue en situation d'évaluation spécifique (TOEIC)
- Mettre en place des situations d'échange pour permettre à l'étudiant d'interagir, de s'auto-corriger et d'appréhender les activités de manière semi-autonome
- Proposer des activités langagières spécifiques dans le format de l'épreuve finale (tests blancs de TOEIC ou autre certification de niveau B2).

**Bibliographie :**

- English Grammar in Use, Intermediate Edition (CUP)
- Robert et Collins dictionnaire bilingue or Collins Cobuild

**Prérequis :**

Ne pas avoir obtenu son TOEIC au cours des deux années précédentes

Niveau B1/B2 et bonne connaissance du programme des quatre années précédentes.

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

Chaque cours dure deux heures (taille du groupe en fonction du nombre d'étudiants inscrits, très variable suivant l'année). Cours dispensés dans un environnement propice à l'échange et à la recherche (laboratoire de langue, salles équipées en matériel audio-visuel dédié).

**Modalités d'évaluation :**

Note finale basée sur :

note à l'examen + présence en cours + examens blancs en cours de formation

**Public ciblé :**

Etudiant de 5ème année n'ayant pas obtenu son TOEIC au cours des deux années précédentes

<b>Parcours de management A</b>	<b>HUM09-PM-A</b>
<b>Volume horaire total : 34.00 h</b>	<b>2.00 crédits ECTS</b>
<b>CM : 30.00 h, TD : 4.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

Les parcours de management doivent permettre aux étudiants :

- d'aborder des thèmes « orientés métiers » relatifs au management,
- de personnaliser leur cursus en choisissant des modules « à la carte » en fonction de leurs goûts et de leur projet professionnel.

Chaque étudiant choisit un parcours parmi la liste des parcours proposés.

Au-delà des compétences spécifiques visées par chaque parcours, des acquis de formation communs peuvent être identifiés :

- comprendre et savoir utiliser du vocabulaire spécialisé de management,
- connaître les principaux enjeux de la thématique de management choisie,
- travailler en équipe : prendre collectivement des décisions et produire des livrables dans les délais impartis.

**Objectifs Lean Management**

- Maîtriser les concepts théoriques et pratiques du Lean et du Six Sigma
- Développer votre capacité à gérer et animer des projets créateurs de valeur
- Comprendre les enjeux et la mise en place d'une culture du progrès continu dans une organisation

**Culture juridique (6h)**

**Objectifs**

- Acquérir une culture générale dans le domaine du droit.
- Comprendre l'organisation et les grands principes de l'environnement juridique.

**Contenu :**

Le contenu de ce parcours est la continuité et un approfondissement de certaines notions vues dans le tronc commun de 3ème année (IMO).

- Introduction de l'amélioration
- Projet DMAIC
  - Animation et Facilitateur d'équipe
  - Outils spécifiques Lean
- Outils spécifiques Six Sigma
- Outils Lean Six Sigma orientés terrain
- Retour d'expérience et d'applications industrielles

Les étudiants inscrits dans ce module pourront participer au Hackathon de la qualité et de l'excellence opérationnelle organisé en décembre à Nantes. Cet événement réunira pendant une journée entière des équipes composées de 4 à 6 étudiants de plusieurs établissements d'enseignement du niveau Bac+2 au Master 2, encadrées par des professionnels de l'excellence opérationnelle, du management QHSE, de l'amélioration continue...

Ensemble, les élèves devront relever le défi de répondre à une problématique réelle d'entreprise et lui proposer un plan d'actions pertinent. En fin de journée, chaque équipe pitchera le résultat de sa réflexion, la meilleure présentation sera récompensée par un vote du public et du jury d'experts.

**Lean Management (28h)**

Le Lean est une méthode structurée de management. Il s'impose de plus en plus comme une approche permettant d'améliorer la performance des entreprises grâce à une meilleure efficacité des processus.

- Appliqué au management des entreprises, le « Lean Management » apporte un ensemble de méthodes menant à l'excellence opérationnelle.
- Associé à la méthodologie « Six Sigma », orientée vers l'amélioration de la qualité, le Lean offre une démarche assurant une prise en compte de l'ensemble des attentes clients en matière de qualité, de délais et de coûts.

**Culture juridique (6h)**

**Programme**

- sources du droit, hiérarchie des règles, notion de jurisprudence ;
  - les juridictions ;
- les praticiens du droit ;

- le contrat;
- responsabilité civile et pénale dans l'entreprise

**Bibliographie :**

Une bibliographie spécifique est proposée selon les thématiques traitées.

**Prérequis :**

Modules Eco-Gestion de S7 et S8.

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

Les parcours de gestion regroupent des étudiants issus des différents départements de spécialité et comportent tous des intervenants extérieurs (industriels, avocats, ou consultants). Une pédagogie interactive et l'approche projet sont privilégiées, les étudiants travaillent en équipe sur des projets définis en concertation avec les intervenants.

**Modalités d'évaluation :**

Contrôle continu : un travail d'équipe donnant lieu à une restitution orale et/ou écrite.

**Public ciblé :**

<b>Parcours de management B</b>	<b>HUM09-PM-B</b>
<b>Volume horaire total : 34.00 h</b>	<b>2.00 crédits ECTS</b>
<b>CM : 30.00 h, TD : 4.00 h</b>	
<b>Responsable(s) : BOUGUENNEC Christelle</b>	

**Objectifs, finalités :**

Objectifs des Parcours de Management

Les parcours de management doivent permettre aux étudiants :

- d'aborder des thèmes « orientés métiers » relatifs au management,
- de personnaliser leur cursus en choisissant des modules « à la carte » en fonction de leurs goûts et de leur projet professionnel.

Chaque étudiant choisit un parcours parmi la liste des parcours proposés.

Au-delà des compétences spécifiques visées par chaque parcours, des acquis de formation communs peuvent être identifiés :

- comprendre et savoir utiliser du vocabulaire spécialisé de management,
- connaître les principaux enjeux de la thématique de management choisie,
- travailler en équipe : prendre collectivement des décisions et produire des livrables dans les délais impartis.

Management des ressources humaines (20h)

Confrontée à des changements nombreux, variés et de plus en plus rapides, l'entreprise doit impérativement s'y adapter pour assurer sa pérennité et son développement.

Dans ce contexte, le management des hommes est capital. Le leader doit savoir animer, développer et organiser les compétences de ses équipes nécessaires à l'atteinte des objectifs tout en créant l'engagement pour mobiliser durablement les énergies.

Ce module vise donc concrètement à :

- Sensibiliser les futurs ingénieurs au management individuel et collectif
- Identifier les attendus de leur mission de manager
- Se doter d'outils et de techniques appropriés à la mission de manager

Droit social (8h)

Objectifs

Sensibiliser les futurs ingénieurs au droit du travail en leur donnant les clés de compréhension de cette matière rendue complexe par la diversité de ses sources, la multiplication des réformes et une jurisprudence parfois fluctuante.

Permettre ainsi aux futurs ingénieurs d'accéder au marché du travail en ayant une vision synthétique de leurs droits et obligations en entreprise

Culture juridique (6h)

Objectifs

- Acquérir une culture générale dans le domaine du droit.
- Comprendre l'organisation et les grands principes de l'environnement juridique.

**Contenu :**

Management des ressources humaines (20h)

Programme

- Les fondamentaux de management
- Communication et motivation
- Savoir fixer des objectifs
- Le leadership et l'animation d'équipe
- Développer les compétences de son équipe
- Manager dans la complexité
- Accompagner le changement

Droit social (8h)

- Les sources du droit du travail

- Le contrat de travail : études de quelques clauses essentielles (lieu de travail, salaires, temps de travail, clause de non concurrence
  - Quelques éléments sur les différents modes de rupture du contrat de travail
- Culture juridique (6h)
- sources du droit, hiérarchie des règles, notion de jurisprudence ;
  - les juridictions ;
  - les praticiens du droit ;
  - le contrat ;
- responsabilité civile et pénale dans l'entreprise

**Bibliographie :**

Une bibliographie spécifique est proposée selon les thématiques traitées

**Prérequis :**

Modules Eco-Gestion de S7 et S8

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

Les parcours de gestion regroupent des étudiants issus des différents départements de spécialité et comportent tous des intervenants extérieurs (industriels, avocats, ou consultants). Une pédagogie interactive et l'approche projet sont privilégiées, les étudiants travaillent en équipe sur des projets définis en concertation avec les intervenants.

**Modalités d'évaluation :**

Contrôle continu : un travail d'équipe donnant lieu à une restitution orale et/ou écrite.

**Public ciblé :**

<b>Parcours de management C</b>	<b>HUM09-PM-C</b>
<b>Volume horaire total : 34.00 h</b>	<b>2.00 crédits ECTS</b>
<b>CM : 30.00 h, TD : 4.00 h</b>	
<b>Responsable(s) : BOUGUENNEC Christelle</b>	

**Objectifs, finalités :**

Les parcours de management doivent permettre aux étudiants :

- d'aborder des thèmes « orientés métiers » relatifs au management,
- de personnaliser leur cursus en choisissant des modules « à la carte » en fonction de leurs goûts et de leur projet professionnel.

Chaque étudiant choisit un parcours parmi la liste des parcours proposés.

Au-delà des compétences spécifiques visées par chaque parcours, des acquis de formation communs peuvent être identifiés :

- comprendre et savoir utiliser du vocabulaire spécialisé de management,
- connaître les principaux enjeux de la thématique de management choisie,
- travailler en équipe : prendre collectivement des décisions et produire des livrables dans les délais impartis.

**Management des ressources humaines (20h)**

Confrontée à des changements nombreux, variés et de plus en plus rapides, l'entreprise doit impérativement s'y adapter pour assurer sa pérennité et son développement.

Dans ce contexte, le management des hommes est capital. Le leader doit savoir animer, développer et organiser les compétences de ses équipes nécessaires à l'atteinte des objectifs tout en créant l'engagement pour mobiliser durablement les énergies.

Ce module vise donc concrètement à :

- Sensibiliser les futurs ingénieurs au management individuel et collectif
- Identifier les attendus de leur mission de manager
- Se doter d'outils et de techniques appropriés à la mission de manager

Droit social (8h)

**Objectifs**

Sensibiliser les futurs ingénieurs au droit du travail en leur donnant les clés de compréhension de cette matière rendue complexe par la diversité de ses sources, la multiplication des réformes et une jurisprudence parfois fluctuante.

Permettre ainsi aux futurs ingénieurs d'accéder au marché du travail en ayant une vision synthétique de leurs droits et obligations en entreprise.

Culture juridique (6h)

**Objectifs**

- Acquérir une culture générale dans le domaine du droit.
- Comprendre l'organisation et les grands principes de l'environnement juridique

**Contenu :**

Management des ressources humaines (20h)

- Les fondamentaux de management
  - Communication et motivation
  - Savoir fixer des objectifs
  - Le leadership et l'animation d'équipe
  - Développer les compétences de son équipe
  - Manager dans la complexité
- Accompagner le changement

Droit social (8h)

- Les sources du droit du travail
- Le contrat de travail : études de quelques clauses essentielles (lieu de travail, salaires, temps de travail, clause de non concurrence
- Quelques éléments sur les différents modes de rupture du contrat de travail

Culture juridique (6h)

- sources du droit, hiérarchie des règles, notion de jurisprudence ;
- les juridictions ;
- les praticiens du droit ;
- le contrat ;
- responsabilité civile et pénale dans l'entreprise

**Bibliographie :**

Une bibliographie spécifique est proposée selon les thématiques traitées.

**Prérequis :**

Modules Eco-Gestion de S7 et S8.

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

Les parcours de gestion regroupent des étudiants issus des différents départements de spécialité et comportent tous des intervenants extérieurs (industriels, avocats, ou consultants). Une pédagogie interactive et l'approche projet sont privilégiées, les étudiants travaillent en équipe sur des projets définis en concertation avec les intervenants.

**Modalités d'évaluation :**

Contrôle continu : un travail d'équipe donnant lieu à une restitution orale et/ou écrite.

**Public ciblé :**

<b>Parcours de management D</b>	<b>HUM09-PM-D</b>
<b>Volume horaire total : 34.00 h</b>	<b>2.00 crédits ECTS</b>
<b>CM : 30.00 h, TD : 4.00 h</b>	
<b>Responsable(s) : GOURRET Fanny</b>	

**Objectifs, finalités :**

Les parcours de gestion doivent permettre aux étudiants :

- d'aborder des thèmes « orientés métiers » relatifs au management,
- de personnaliser leur cursus en choisissant des modules « à la carte » en fonction de leurs goûts et de leur projet professionnel.

Chaque étudiant choisit un parcours parmi la liste des parcours proposés.

Au-delà des compétences spécifiques visées par chaque parcours, des acquis de formation (learning outcomes) communs peuvent être identifiés :

- comprendre et savoir utiliser du vocabulaire spécialisé de management,
- connaître les principaux enjeux de la thématique de management choisie,
- travailler en équipe : prendre collectivement des décisions et produire des livrables dans les délais impartis.

**Contenu :**

Les fondamentaux de management (4 H)

- Les 4 cerveaux du manager, tableaux de bord et « business models »
- Les styles de management, entre penchants personnels et circonstances qui les justifient
- La « culture » de l'entreprise, les enjeux interculturels
- Le changement, entre planification et souplesse, démarches d'accompagnement

L'éthique, de la philosophie aux pratiques des entreprises (10 H)

- Les réglementations internationales encadrant les pratiques
- La place du collaborateur, entre volonté / liberté d'agir et contrat de travail \_et attentes sociales (lanceurs d'alerte)
- La responsabilité sociétale des entreprises, entre démarche sincère et green/social-washing
- Les démarches éthiques volontaristes, des entreprises et des professions
- Le rôle spécifique du manager, du scientifique, du technicien, dans la promotion et le contrôle du caractère éthique des pratiques professionnelles.

Les approches de la motivation (4 H)

- Compréhension psycho-sociologique de la motivation
- Les outils « RH » entre contrôles, permissions, incitations et leviers (inclusion, égalité...)
- Le leadership, facteur d'entraînement complexe, non réservé au « dirigeant » !

L'approche transversale par des études de cas sectoriels en groupe (6 H) / 6 groupes de 5 (Santé, construction, finances, industrie de la mode, services internet, agroalimentaire...)

**Bibliographie :**

Une bibliographie spécifique est proposée selon les thématiques traitées

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

Les parcours de gestion regroupent des étudiants issus des différents départements de spécialité et comportent tous des intervenants extérieurs (industriels, avocats, ou consultants). Une pédagogie interactive et l'approche projet sont privilégiées, les étudiants travaillent en équipe sur des projets définis en concertation avec les intervenants.

**Modalités d'évaluation :**

Contrôle continu : un travail d'équipe donnant lieu à une restitution orale et/ou écrite.

**Public ciblé :**

<b>Parcours de management E</b>	<b>HUM09-PM-E</b>
<b>Volume horaire total : 34.00 h</b>	<b>2.00 crédits ECTS</b>
<b>CM : 30.00 h, TD : 4.00 h</b>	
<b>Responsable(s) : GOURRET Fanny</b>	

**Objectifs, finalités :**

Les parcours de gestion doivent permettre aux étudiants :

- d'aborder des thèmes « orientés métiers » relatifs au management,
- de personnaliser leur cursus en choisissant des modules « à la carte » en fonction de leurs goûts et de leur projet professionnel.

Chaque étudiant choisit un parcours parmi la liste des parcours proposés.

Au-delà des compétences spécifiques visées par chaque parcours, des acquis de formation communs peuvent être identifiés :

- comprendre et savoir utiliser du vocabulaire spécialisé de management,
- connaître les principaux enjeux de la thématique de management choisie,
- travailler en équipe : prendre collectivement des décisions et produire des livrables dans les délais impartis.

**Contenu :**

A travers l'expérience d'un spécialiste de l'accompagnement des entreprises à l'international, ce module doit permettre une ouverture sur des problématiques spécifiques à l'export et à l'implantation hors frontières. A l'issue de ce parcours de formation, les étudiants devront être capables de synthétiser les informations essentielles recueillies lors des témoignages d'entreprises proposés lors des séances.

Les thèmes abordés :

- les différentes formes de développements et de stratégies à l'international,
- l'évaluation des capacités d'une entreprise pour la mise en place du développement à l'international (le « diagnostique export »),
- l'étude des marchés étrangers, la réglementation et l'approche interculturelle,
- le business plan à l'international (le plan d'action),
- les différentes formes de projets internationaux et le multi-partenariat.

**Bibliographie :**

Une bibliographie spécifique est proposée selon les thématiques traitées.

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

Les parcours de gestion regroupent des étudiants issus des différents départements de spécialité et comportent tous des intervenants extérieurs (industriels, avocats, ou consultants). Une pédagogie interactive et l'approche projet sont privilégiées, les étudiants travaillent en équipe sur des projets définis en concertation avec les intervenants.

**Modalités d'évaluation :**

Contrôle continu : un travail d'équipe donnant lieu à une restitution orale et/ou écrite.

**Public ciblé :**

<b>Parcours de management F</b>	<b>HUM09-PM-F</b>
<b>Volume horaire total : 34.00 h</b>	<b>2.00 crédits ECTS</b>
<b>CM : 30.00 h, TD : 4.00 h</b>	
<b>Responsable(s) : BOUGUENNEC Christelle</b>	

**Objectifs, finalités :**

Les parcours de management doivent permettre aux étudiants :

- d'aborder des thèmes « orientés métiers » relatifs au management,
- de personnaliser leur cursus en choisissant des modules « à la carte » en fonction de leurs goûts et de leur projet professionnel.

Chaque étudiant choisit un parcours parmi la liste des parcours proposés.

Au-delà des compétences spécifiques visées par chaque parcours, des acquis de formation communs peuvent être identifiés :

- comprendre et savoir utiliser du vocabulaire spécialisé de management,
- connaître les principaux enjeux de la thématique de management choisie,
- travailler en équipe : prendre collectivement des décisions et produire des livrables dans les délais impartis.

Programme du Parcours « Développement Durable »

Développement Durable (28h)

Le développement durable constitue un enjeu sociétal majeur qui interpelle l'ensemble des acteurs, organismes de formation et de recherche y compris. Le groupe INSA s'est emparé de cette thématique et réfléchit activement aux moyens de « former des ingénieurs de très haut niveau technique... (mais aussi) conscients des enjeux globaux d'aujourd'hui & capables d'aider leurs entreprises à faire leur propre transition énergétique et écologique » (Groupe de travail inter-INSA Enjeux Energie-Climat dans la formation ingénieur).

L'INSA Rennes s'est engagé dans un processus de labellisation DRS (Développement Durable Responsabilité Sociétale). Les élèves-ingénieurs inscrits dans le parcours F pourront contribuer concrètement à cette démarche en proposant des projets éligibles à ce référentiel, en collaboration avec le COPIL-DD de l'INSA (COMité de Pilotage du Développement Durable) et le CRIC-DD (Collectif Rennes Inter-Campus pour le Développement Durable).

**Objectifs**

- Approfondir sa connaissance des enjeux du DD et être capable d'y sensibiliser ;
- Connaître un référentiel DD et les étapes d'un processus de labellisation ;
- Construire un projet en équipe, utile pour la labellisation de l'INSA Rennes ;
- Savoir convaincre de la pertinence d'un projet et en évaluer la faisabilité (technique et économique).

Culture juridique (6h)

**Objectifs**

- Acquérir une culture générale dans le domaine du droit. - Comprendre l'organisation et les grands principes de l'environnement juridique.

**Contenu :**

Développement Durable (28h)

Programme

- Présentation du COPIL-DD, du CRIC-DD et du label DD-RS ;
- Conférences sur le DD : impacts environnementaux du numérique, biodiversité et jardins, ESS (Espace Social et Solidaire), etc.
- Formation à l'outil « La Fresque du Climat ».

**Bibliographie :**

Une bibliographie spécifique est proposée selon les thématiques traitées.

**Prérequis :**

Modules Eco-Gestion de S7 et S8.

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

Les parcours de gestion regroupent des étudiants issus des différents départements de spécialité et comportent tous des intervenants extérieurs (industriels, avocats, ou consultants). Une pédagogie interactive et l'approche projet sont privilégiées, les étudiants travaillent en équipe sur des projets définis en concertation avec les intervenants.

Dans le cadre de ce module, les élèves-ingénieurs :

- assisteront à des conférences d'experts sur des thématiques du DD
- seront formés à l'outil « La Fresque pour le Climat »
- en équipes pluridisciplinaires, définiront un projet pouvant être mis en œuvre sur le campus de l'établissement et éligible au référentiel DD-RS

Des temps en autonomie sont prévus dans le planning des séances, afin de permettre aux élèves d'avancer sur leurs projets d'équipe.

**Modalités d'évaluation :**

Contrôle continu : un travail d'équipe donnant lieu à une restitution orale et/ou écrite.

**Public ciblé :**

<b>Evaluation stage</b>	<b>EII09-EVST</b>
<b>Volume horaire total : 5.00 h</b>	<b>1.00 crédits ECTS</b>
<b>EP : 1.00 h, EP : 1.00 h, TA : 4.00 h, TA : 4.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

**Contenu :**

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

**Public ciblé :**

<b>Responsabilité Sociétale de l'Entreprise</b>	<b>EII09-HUMT</b>
<b>Volume horaire total : 20.00 h</b>	<b>1.00 crédits ECTS</b>
<b>CM : 20.00 h</b>	
<b>Responsable(s) : BOUGUENNEC Christelle</b>	

**Objectifs, finalités :**

Sensibiliser aux enjeux de la RSE, en présenter les principaux concepts et le cadre institutionnel en se basant sur des études de cas concrets.

**Contenu :**

1. Définition de la RSE - Modalités de mise en œuvre de la RSE et du reporting sociétal dans les entreprises
2. Performance environnementale
3. Performance sociale

**Bibliographie :**

Références sur le cours Moodle associé

**Prérequis :**

Aucun

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

Par équipes de 3-4, les élèves analysent la politique RSE d'une entreprise de leur choix.

**Modalités d'évaluation :**

Des oraux de restitution des recherches effectués tout au long du module.

**Public ciblé :**

5EII

<b>Evaluation stage</b>	<b>EII09-EVST</b>
<b>Volume horaire total : 5.00 h</b>	<b>1.00 crédits ECTS</b>
<b>EP : 1.00 h, EP : 1.00 h, TA : 4.00 h, TA : 4.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

**Contenu :**

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

**Public ciblé :**

Stage dating et/ou conférences	INF09-STGDATING
Volume horaire total : 24.00 h	1.00 crédits ECTS
CONF : 10.00 h	
Responsable(s) : BLOUIN Arnaud	

**Objectifs, finalités :**

Ce module a pour objectif de compléter la formation par l'apport de connaissances, de pratiques, de problématiques industrielles non abordées par ailleurs dans la formation. Il permet de donner aux étudiants une meilleure connaissance des entreprises, de l'écosystème interne et externe, des métiers. C'est également un moyen de favoriser les liens entre les étudiants et les entreprises.

**Contenu :**

Le "stage dating" permet aux étudiants de passer plusieurs entretiens rapides de 10mn avec différentes entreprises.

Des conférences réalisées par des intervenants industriels abordent différentes thématiques, dont voici quelques exemples:

- data management, data science, big data
- introduction au métier d'architecte SI

Ces conférences peuvent être de 2h, de plusieurs modules de 2h ou bien être organisées sur une même journée.

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

Un groupe d'étudiants volontaires s'occupe avec l'enseignant responsable du module de définir et organiser les différentes conférences.

**Modalités d'évaluation :**

Validation sur la présence de l'étudiant

**Public ciblé :**

5INFO

<b>Gestion de Projet de Construction</b>	<b>GCU09-SPEC-GPC</b>
<b>Volume horaire total : 18.00 h</b>	<b>1.00 crédits ECTS</b>
<b>CM : 18.00 h</b>	
<b>Responsable(s) : KAMALI BERNARD Siham</b>	

**Objectifs, finalités :**

Présenter les différents acteurs d'un projet, leurs responsabilités ainsi que les stratégies et techniques de gestion opérationnelle d'un projet.

**Contenu :**

Partie 1

Le processus Industriel et les missions d'accomplissement.

Les acteurs dans un projet (Maître d'ouvrage, Maître d'œuvre, Entreprise, Contrôleur technique..) : Structures, responsabilités, compétences et moyens

Le projet : Structure, Organisation et évolution

Stratégies de gestion de projets : organisation, suivi, modifications, coordination, sous-traitance, réception.

L'assurance de la qualité et audits

Gestion de crises.

Organisation dématérialisées des projets et co-traitance.

Partie 2

Les acteurs de l'ingénierie de projet (chef de projet, contrôleur de projet, ingénieur planning, ingénieur de projet, leader de discipline..)

Gestion des documents techniques

Gestion des travaux

Gestion des modifications

Gestion des retards d'études, d'approvisionnement, de fabrication, de livraison..

Modalités opératoires du contrôle de coût

Planeurs multi-composantes pour la gestion (temps, personnel, coûts, risques)

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

L'enseignement est organisé en séances de présentations plénières avec des cas d'application des concepts abordés. Une mise en situation réelle est organisée dans le cadre d'un challenge réunissant un panel de professionnels.

**Modalités d'évaluation :**

Evaluation du projet présenté lors du challenge.

**Public ciblé :**

5GCU

Présentation écrite et orale en anglais du projet industriel DET09-PROJ	DET09-SPEC
Volume horaire total : 1.00 h	2.00 crédits ECTS
TD : 1.00 h	
Responsable(s) :	

**Objectifs, finalités :**

Apprendre aux étudiants les fondamentaux de la gestion de projet et les mettre en pratique dans le cadre des bureaux d'étude.

**Contenu :**

Organisation de projets

Planification, analyse et formalisation des objectifs individuels ou en équipe.

Outils méthodologiques pour la gestion de projet

Analyse des écarts par rapport au cahier des charges

Gestion des risques

L'ensemble des concepts vus en cours s'appliquera à un cas concret dans le suivi des bureaux d'études (module SRC09-TCBE).

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

Organisation de projets

Planification, analyse et formalisation des objectifs individuels ou en équipe.

Outils méthodologiques pour la gestion de projet

Analyse des écarts par rapport au cahier des charges

Gestion des risques

L'ensemble des concepts vus en cours s'appliquera à un cas concret dans le suivi des bureaux d'études (module SRC09-TCBE).

**Public ciblé :**

<b>Module spécifique MA</b>	<b>DMA09-SPEC</b>
<b>Volume horaire total : 24.00 h</b>	<b>2.00 crédits ECTS</b>
<b>CONF : 24.00 h</b>	
<b>Responsable(s) : DUPUY Jean-Francois, HADDOU Mounir, LEY Olivier</b>	

**Objectifs, finalités :**

L'objectif de ce module est de compléter la formation par des connaissances et pratiques issues du monde de l'entreprise.

Ce module donne plusieurs occasions pour établir des liens entre les étudiants et les entreprises.

Le stage dating et diverses interventions et conférences d'industriels offrent aux étudiants de nouvelles connaissances en lien avec

le monde de l'entreprise et favorisent leur future entrée dans la vie active.

**Contenu :**

Le "stage dating" permet aux étudiants de passer plusieurs entretiens rapides avec différentes entreprises.

Des conférences réalisées par des intervenants industriels abordent différentes thématiques en lien avec la formation MA.

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

Ce module correspond à une présence et forte implication lors des événements, interventions et conférences en lien avec le monde de l'entreprise

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

Validation sur la présence et l'implication de l'étudiant

**Public ciblé :**

<b>Gestion de Projet Dématérialisé</b>	<b>GCU09-SPEC-GPD</b>
<b>Volume horaire total : 18.00 h</b>	<b>1.00 crédits ECTS</b>
<b>CM : 18.00 h</b>	
<b>Responsable(s) : NGUYEN Quang Huy</b>	

**Objectifs, finalités :**

La technologie BIM est un processus qui implique la création et l'utilisation d'un modèle 3D intelligent et paramétrable pour prendre de meilleures décisions concernant un projet et les communiquer. Il s'agira de concevoir, visualiser, simuler, collaborer et gérer plus facilement tout au long du cycle de vie du projet. Ce cours a pour objectif de vous faire découvrir la technologie BIM dans la gestion de projet BTP.

**Contenu :**

**INTRODUCTION AU BUILDING INFORMATION MANAGEMENT**

Le numérique dans le BTP  
 Les principaux acteurs nationaux, internationaux à connaître  
 Les dimensions du BIM et les termes techniques associés  
 La digitalisation des métiers  
 Veille technologique  
 La mise en place d'une démarche BIM

**L'INTEROPERABILITE**

Les enjeux de l'openBIM  
 L'IFC  
 le BCF  
 Le facility management

**MODELISATION EN DEMARCHE BIM**

Modélisation d'un projet par mission d'appel d'offres  
 Modélisation structurelle  
 Les nuages de points  
 Introduction à Dynamo  
 Création de contenu  
 Modélisation architectural  
 Modélisation de réseaux

**COMMUNIQUER EN DEMARCHE BIM**

PC et DOE numérique  
 Les plateformes collaboratives  
 Les outils de communication numérique  
 La réalité virtuelle et la réalité augmentée  
 La simulation 4D

**CONTROLE QUALITE EN DEMARCHE BIM**

Contrôle automatisé et itératif  
 Le pilotage et l'arbitrage d'une synthèse  
 Les nuages de points  
 La maquette numérique de synthèse

**METHODES EN DEMARCHE BIM**

Le plan d'installation de chantier  
 Le phasage 3D  
 Le calepinage de façades  
 Le cycle de banches  
 La mise en place d'élément de sécurité  
 Le mode opératoire  
 Le BCF dans différentes applications  
 Détection d'interférences dans Revit  
 Détection d'interférences dans Solibri Model Checker  
 Prise en compte des spécificités des métiers  
 Prise en compte des phases transitoires de chantier ou des phases d'entretien

**Bibliographie :**

De la maquette numérique au BIM, Eyrolles  
BIM et architecture, DUNOD

Le BIM appliqué à la gestion du projet de construction: Outils, méthodes et flux de travaux, David McCool et Brad Hardin

**Prérequis :**

Revit

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

Nombre d'heure de travail pour le module : 1 crédit ECTS \* 30 h = 30 h

Nombre d'heure présentiel : 16 h (8h cours magistral + 8h travaux dirigés)

Nombre d'heure de travail personnel : 30h-16h = 14h

**Modalités d'évaluation :**

Mini-projet

**Public ciblé :**

5GCU

<b>Formation éthique de l'ingénieur</b>	<b>INF09-ETHIQUE</b>
<b>Volume horaire total : 16.00 h</b>	<b>1.00 crédits ECTS</b>
<b>CM : 12.00 h, TD : 4.00 h</b>	
<b>Responsable(s) : CELLIER-BELLINA Peggy</b>	

**Objectifs, finalités :**

**Contenu :**

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

**Public ciblé :**

<b>Parcours de management contrat de professionnalisation</b>	<b>HUM09-PM-PRO</b>
<b>Volume horaire total : 70.00 h</b>	<b>2.00 crédits ECTS</b>
<b>TA : 70.00 h, TA : 70.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

**Contenu :**

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

**Public ciblé :**

<b>Expérience en entreprise</b>	<b>DET10-SPEC PRO</b>
<b>Volume horaire total : 30.00 h</b>	<b>2.00 crédits ECTS</b>
<b>PR : 0.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

**Contenu :**

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

**Public ciblé :**

<b>Musique-Etudes</b>	<b>HUMF1-MUS</b>
Volume horaire total : 25.00 h	1.00 crédits ECTS
TD : 25.00 h	
<b>Responsable(s) : HOLZNER-JACQUES Cecile</b>	

**Objectifs, finalités :**

Compétences ciblées :

- Travailler et communiquer en équipe
- Ouverture culturelle
- Écoute de l'autre
- Gérer son stress
- Prendre confiance en soi

Les élèves ont la possibilité de combiner leurs études et leur passion pour la musique. Au sein de deux formations orchestrales, Jazz et classique, ils continuent la pratique instrumentale et suivent une formation musicale de qualité encadrée par des enseignants du Conservatoire Régional de Rennes. Ils développent à travers la pratique musicale collective des capacités d'écoute, d'adaptation et de collaboration, essentielles à tout travail d'équipe. Ils participent activement à la vie culturelle de l'école et se produisent fréquemment en public. La pratique artistique collective au sein de l'établissement contribue à l'épanouissement personnel des élèves. d'adaptation et de collaboration essentielles à tout travail d'équipe.

**Contenu :**

Cours collectif de 2h par semaine au sein de deux ensembles, JAZZ et classique.

Pratique instrumentale en formation de musique de chambre encadrée.

Participation aux festivals et organisation des événements culturels de l'École.

Plusieurs concerts et représentations dans l'année à l'INSA et à l'extérieur.

**Bibliographie :**

Partitions distribuées en début d'année

**Prérequis :**

Une bonne pratique instrumentale, Études musicales au Conservatoire ou dans une École de Musique, Maîtrise de la lecture

Les admissions dans la filière se font sur dossier et suite à une audition, organisée en début d'année.

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

2 heures de pratique collective par semaine

Formations de musique de chambre, pratique encadrée

Travail personnel en autonomie et en groupe

**Modalités d'évaluation :**

Validation

**Public ciblé :**

Élèves INSA ,Sciences Po , Centrale/Supélec et étudiants extérieur

**Semestre 10**

**Parcours Apprentissage**

<b>1</b>	<b>GMA10-1 FISA</b>		<b>SIMULATION NUMERIQUE FISA S10</b>	<b>3.00</b>
	GMA10-MNEF FISA	O	Eléments Finis non Linéaires	3.00
<b>2</b>	<b>GMA10-2 FISA</b>		<b>ROBOT FISA S10</b>	<b>3.00</b>
	GMA10-ROBOT FISA	O	Robotique	3.00
<b>3</b>	<b>GMA10-5 FISA</b>		<b>HUMANITES FISA S10</b>	<b>2.00</b>
	GMA10-MRH FISA	O	Management RH et Conduite du Changement	1.00
	GMA10-MINT FISA	O	Management Interculturel	1.00
<b>4</b>	<b>GMA10-4 FISA</b>		<b>EXPERIENCE PROFESSIONNELLE FISA S10</b>	<b>21.00</b>
	GMA10-MISSI FISA	O	Mission en Entreprise	14.00
	GMA10-PFE FISA	O	Projet de fin d'étude	7.00

O : obligatoire ; C = à choix ; F = facultatif

<b>Eléments Finis non Linéaires</b>	<b>GMA10-MNEF FISA</b>
<b>Volume horaire total : 26.00 h</b>	<b>3.00 crédits ECTS</b>
<b>TA : 4.00 h, TD : 22.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

Dans le prolongement du module MEF du semestre S7, ce module aborde les aspects liés à la prise en compte des non linéarités matérielles et géométriques dans un modèle élément finis. Il débouche sur la réalisation d'un mini-projet de modélisation dans le domaine non linéaire.

**Contenu :**

1. Introduction / classification des non linéarités
2. Formulation matricielle des non linéarités / notion de matrice de rigidité tangente et sécante
3. Méthodes de résolution (Newton-Raphson)
4. Application aux non linéarités matérielles :
  - hyper-élasticité
  - hypo-élasticité
  - élastoplasticité
5. Application aux non linéarités géométriques :
  - formulation lagrangienne « UL » et « TL »
  - formulation eulérienne
  - formulation « ALE »
  - approches en grands déplacements
  - flambage et voilement d'éléments minces
6. Mise en oeuvre avec le logiciel Cast3M (mini-projet).

**Bibliographie :**

Zienkiewicz : La méthode des Eléments finis. Edisciences  
 Gallagher : Introduction au calcul par Eléments Finis. Editions Pluralis  
 Batoz, Dhatt : Modélisation des structures par éléments finis. Editions Hermès  
 K. J. Bathe : Finite Element Procedures in Engineering Analysis. Prentice et Hall

**Prérequis :**

Connaissances de base en Mécanique des Milieux continus et en modélisation par éléments finis linéaires

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

1 Contrôle des connaissances de 2 Heures + 1 note de mini-projet

**Public ciblé :**

<b>Robotique</b>	<b>GMA10-ROBOT FISA</b>
<b>Volume horaire total : 24.00 h</b>	<b>3.00 crédits ECTS</b>
<b>TA : 4.00 h, TD : 20.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

Ce cours est destiné à approfondir les connaissances en robotique. Il propose d'exposer les principes théoriques de manière à en comprendre la mécanique au niveau des modèles des systèmes articulés, de la locomotion et de la préhension. Le cours met l'accent sur les développements récents du problème de la cinématique directe, exprimée sous forme polynomiale, ainsi qu'à son corollaire qui est l'étude des modes d'assemblage des robots parallèles. La cinématique inverse, la statique et la dynamique de diverses architectures de robots parallèles sont présentées à travers des méthodes récentes et de nombreux exemples. Cette partie théorique est complétée par les travaux dirigés pendant lesquels les étudiants développent les modèles de simulation des applications à l'aide du logiciel ADAMS.

**Contenu :**

Statique des manipulateurs anthropomorphes et à structure parallèle. Cinématique directe et inverse des manipulateurs parallèles. Génération de mouvement dans l'espace articulaire et opérationnel : Interpolation polynomiale et calcul du temps minimum. Equations de Newton-Euler et de Lagrange : applications aux systèmes robotisés. Equilibrage de bras manipulateurs et de robots parallèles : applications aux systèmes robotisés pour l'assistance à la marche et aux manipulateurs manuels. Découplage dynamique et linéarisation des équations des mouvements du manipulateur à chaîne cinématique ouverte. Organes de préhension : architecture, calcul et optimisation.

**Bibliographie :**

1. O. Bottema, B. Roth. Theoretical Mechanics. Dover Publications, New York, 1990, 558p.
2. J. Angeles. Fundamentals of robotic mechanical systems. Springer, 2003, 521p.
3. L.W. Tsai. Robot Analysis. John Wiley & Sons, 1999, 505p.

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

Examen écrit 2 heures à la fin du semestre.

**Public ciblé :**

<b>Management RH et Conduite du Changement</b>	<b>GMA10-MRH FISA</b>
<b>Volume horaire total : 24.00 h</b>	<b>1.00 crédits ECTS</b>
<b>TA : 4.00 h, TD : 16.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

Acquérir une vue d'ensemble, claire et structurée du management d'équipe.  
 Eviter les principaux risques dans sa relation à l'équipe et d'induire une relation néfaste avec elle.  
 Comprendre et acquérir les bons réflexes face à son équipe et les différentes situations de management « classiques ».

**Contenu :**

Qu'est-ce que le management ?

Les missions du manager-e

Comment sa communication induit le comportement de l'équipe

Introduction à l'Analyse Transactionnelle

Mise en pratique autour de différentes situation de management :

Valorisation du travail

Levier de motivation et remotivation

Entretien annuel et évaluation

Approche de la délégation

Construction de règles de fonctionnement et Recadrage

Comment aborder un conflit ?

Savoir animer une réunion participative

Lien avec une gestion de projet « agile »

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

Evoluer au quotidien dans un environnement professionnel

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

Note de synthèse individuelle : analyse d'une situation de management vécue et préconisations.

**Public ciblé :**

<b>Management Interculturel</b>	<b>GMA10-MINT FISA</b>
<b>Volume horaire total : 24.00 h</b>	<b>1.00 crédits ECTS</b>
<b>TA : 2.00 h, TD : 12.00 h</b>	
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

Introduction aux bases du management interculturel

Immersion à différentes cultures

Pouvoir analyser des problématiques de management interculturel et pouvoir proposer des solutions

Utiliser efficacement les ressources disponibles pour être prêt à gérer des situations de management interculturel

Pouvoir identifier les problématiques de management interculturel et proposer des analyses/solutions pertinentes

**Contenu :**

Introduction aux bases du management interculturel

Apprentissage des concepts du management interculturel

Immersion à différentes cultures, zones géographiques, environnements, etc.

Exemples de management interculturel dans les relations commerciales, dans la gestion d'équipe multiculturel et des retours d'expériences d'expatriés, etc.

Solutions et aides pour la mise en place d'un management interculturel efficace

**Bibliographie :**

Cultures and Organizations, Geert Hofstede, 1ère édition, HarperCollins 1991,

Cultures and organizations - software of the mind, paru en octobre 2004 Poche

Version française : Cultures et organisations 3e ed, Paru en août 2010 Etude (broché)

Management et communication interculturels, Dominique REY, paru le 3 janvier 2017 Guide (broché)

Articles et études

**Prérequis :**

Des connaissances de base en relations internationales

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

- Contrôle continu basé sur deux évaluations écrites et

Assiduité en cours et participation active

**Public ciblé :**

<b>Mission en Entreprise</b>	<b>GMA10-MISSI FISA</b>
<b>Volume horaire total : 12.00 h</b>	<b>14.00 crédits ECTS</b>
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

L'objectif de ce module est de donner aux apprentis une formation professionnelle complémentaire à la formation académique dispensée à l'école. Les périodes en entreprise permettent à l'apprenti d'acquérir des connaissances et compétences qui construisent son expérience professionnelle.

**Contenu :**

Les activités et missions confiées aux apprentis par leur Maître d'Apprentissage varient selon les entreprises mais sont toujours en relation avec le contenu de la formation et préparent progressivement les apprentis à leur futur métier d'ingénieur.

Les compétences transverses développées au fur et à mesure des expériences de terrain (de type soft skills) sont recensées et mesurées selon un référentiel commun, quel que soit le terrain d'alternance.

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

Avoir trouvé un terrain d'alternance

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

En début de semestre au minimum, l'apprenti et son Maître d'Apprentissage définissent les objectifs à atteindre et le travail à réaliser.

Chaque fin de semestre, le Maître d'Apprentissage effectue un bilan des activités et missions confiées et les évalue. Par ailleurs, l'apprenti et son Maître d'Apprentissage mettent à jour le tableau de bord des compétences transverses de l'apprenti

**Modalités d'évaluation :**

Note de suivi des missions (attribuée par le Maître d'Apprentissage)

**Public ciblé :**

<b>Projet de fin d'étude</b>	<b>GMA10-PFE FISA</b>
<b>Volume horaire total : 350.00 h</b>	<b>7.00 crédits ECTS</b>
<b>Responsable(s) :</b>	

**Objectifs, finalités :**

**Contenu :**

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

**Public ciblé :**

**Semestre 10**

**Parcours Contrat Pro**

1	GMA10-1		PROJET DE FIN D'ETUDE	30.00
	GMA10-PFE	O	Projet de fin d'étude	30.00

O : obligatoire ; C = à choix ; F = facultatif

<b>Projet de fin d'étude</b>	<b>GMA10-PFE</b>
<b>Volume horaire total : 350.00 h</b>	<b>30.00 crédits ECTS</b>
<b>ST : 350.00 h</b>	<b>support et cours en anglais</b>
<b>Responsable(s) : GAVRUS Adinel</b>	

**Objectifs, finalités :**

Le 2ème semestre de la 5ème année est consacré à temps complet à un Projet de Fin d'Etudes (PFE). Le PFE est constitué par une étude approfondie apportant une contribution originale au développement des techniques dans des domaines liés à la spécialité du GMA. Cette étude ou recherche est élaborée au cours d'un projet réalisé, dans la mesure du possible, à l'extérieur de l'INSA. Tous les stages font l'objet d'une convention et peuvent se dérouler dans un établissement public ou privé. Ils doivent se terminer impérativement avant le 30 septembre de l'année scolaire en cours. Durée du stage : de 16 à 24 semaines au 2ème semestre de la 5ème année

Lieu : Entreprise conseillée

**Contenu :**

L'étudiant est mis en situation réelle. Il doit répondre à un besoin d'études de l'organisme d'accueil. Face à un problème, il doit faire preuve d'autonomie, d'initiative et de mise en pratique des connaissances acquises au cours de sa scolarité et/ou dans le cadre du PFE. Le futur ingénieur doit convaincre ses pairs et ses formateurs de ses capacités technologiques, décisionnelles et organisationnelles à se sortir d'une situation réelle.

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

Il appartient à chaque étudiant de rechercher par ses propres moyens une entreprise d'accueil. Il est vivement conseillé que les thèmes abordés soient en rapport avec les domaines du GMA. Le stage ne peut débuter sans qu'une convention ne soit préalablement signée entre l'entreprise et l'INSA de Rennes. Avant d'établir cette convention, un sujet de stage clairement défini doit être proposé pour accord au responsable stage du département.

**Modalités d'évaluation :**

Le PFE donne lieu à :

- la rédaction d'un rapport d'activité à mi-parcours,
- la rédaction d'un mémoire qui doit être déposé en respectant certains délais,
- une soutenance et à la réalisation d'un poster.

Pour valider le PFE, les critères suivants seront analysés par le jury :

- Appréciation et avis de l'organisme d'accueil (Tuteur Industriel du PFE)
- Appréciation du rapport d'activité à mi-parcours par le tuteur pédagogique
- Avis des enseignants (Correcteurs du rapport)
- Appréciation de la présentation orale.

Les différents points précédents devront être validés. Le stage peut être partiellement validé. Dans ce cas, le jury peut

demander l'ajournement du PFE. En cas de non acceptation du travail ou du rendu, le jury pourra demander des compléments

d'information, une nouvelle rédaction des travaux écrits, un nouveau sujet de PFE dans la même, voire dans une entreprise différente.

**Public ciblé :**

**Semestre 10**

**Parcours Formation Initiale GMA**

1	GMA10-1		PROJET DE FIN D'ETUDE	30.00
	GMA10-PFE	O	Projet de fin d'étude	30.00

O : obligatoire ; C = à choix ; F = facultatif

<b>Projet de fin d'étude</b>	<b>GMA10-PFE</b>
<b>Volume horaire total : 350.00 h</b>	<b>30.00 crédits ECTS</b>
<b>ST : 350.00 h</b>	<b>support et cours en anglais</b>
<b>Responsable(s) : GAVRUS Adinel</b>	

**Objectifs, finalités :**

Le 2ème semestre de la 5ème année est consacré à temps complet à un Projet de Fin d'Etudes (PFE). Le PFE est constitué par une étude approfondie apportant une contribution originale au développement des techniques dans des domaines liés à la spécialité du GMA. Cette étude ou recherche est élaborée au cours d'un projet réalisé, dans la mesure du possible, à l'extérieur de l'INSA. Tous les stages font l'objet d'une convention et peuvent se dérouler dans un établissement public ou privé. Ils doivent se terminer impérativement avant le 30 septembre de l'année scolaire en cours. Durée du stage : de 16 à 24 semaines au 2ème semestre de la 5ème année

Lieu : Entreprise conseillée

**Contenu :**

L'étudiant est mis en situation réelle. Il doit répondre à un besoin d'études de l'organisme d'accueil. Face à un problème, il doit faire preuve d'autonomie, d'initiative et de mise en pratique des connaissances acquises au cours de sa scolarité et/ou dans le cadre du PFE. Le futur ingénieur doit convaincre ses pairs et ses formateurs de ses capacités technologiques, décisionnelles et organisationnelles à se sortir d'une situation réelle.

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

Il appartient à chaque étudiant de rechercher par ses propres moyens une entreprise d'accueil. Il est vivement conseillé que les thèmes abordés soient en rapport avec les domaines du GMA. Le stage ne peut débuter sans qu'une convention ne soit préalablement signée entre l'entreprise et l'INSA de Rennes. Avant d'établir cette convention, un sujet de stage clairement défini doit être proposé pour accord au responsable stage du département.

**Modalités d'évaluation :**

Le PFE donne lieu à :

- la rédaction d'un rapport d'activité à mi-parcours,
- la rédaction d'un mémoire qui doit être déposé en respectant certains délais,
- une soutenance et à la réalisation d'un poster.

Pour valider le PFE, les critères suivants seront analysés par le jury :

- Appréciation et avis de l'organisme d'accueil (Tuteur Industriel du PFE)
- Appréciation du rapport d'activité à mi-parcours par le tuteur pédagogique
- Avis des enseignants (Correcteurs du rapport)
- Appréciation de la présentation orale.

Les différents points précédents devront être validés. Le stage peut être partiellement validé. Dans ce cas, le jury peut

demander l'ajournement du PFE. En cas de non acceptation du travail ou du rendu, le jury pourra demander des compléments

d'information, une nouvelle rédaction des travaux écrits, un nouveau sujet de PFE dans la même, voire dans une entreprise différente.

**Public ciblé :**