

**Année universitaire 2021/2022**

**Présentation des enseignements de la spécialité**

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

**Semestre(s) : 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**

| <b>Code</b>  | <b>Libelle</b>             |
|--------------|----------------------------|
| GMA08-MOROB  | Modélisation des robots    |
| GMA08-PRCONS | Projet de construction     |
| 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 des cours avec support en anglais ou pouvant être donnés en anglais**

**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-CMAO2            | O | Conception mécanique assistée par ordinateur 2 | 3.00        |
|           | GMA07-PUIS             | O | Transmission de puissance                      | 4.00        |
| <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>Conception mécanique assistée par ordinateur 2</b> | <b>GMA07-CMAO2</b>       |
| <b>Volume horaire total : 42.00 h</b>                 | <b>3.00 crédits ECTS</b> |
| <b>CM : 10.00 h, TD : 20.00 h, TP : 12.00 h</b>       |                          |
| <b>Responsable(s) : LEOTOING Lionel</b>               |                          |

**Objectifs, finalités :**

- Connaître les différentes méthodes permettant d'établir un Cahier des Charges Fonctionnel et de proposer des solutions techniques aux fonctions d'un produit.
- Appliquer des méthodologies de conception avancées sous CATIA V5
- Evaluer l'adéquation virtuelle d'un produit avec son Cahier des Charges.
- Connaître les principes du PLM

**Contenu :**

- 1 - Méthodologie de Conception (AFB, AFT)
- 2 - Techniques de Conception avancées sous CATIA (conception en contexte, copies optimisées, publications, ...)
- 3 - Adéquation virtuelle avec le Cahier des Charges (outils de simulations, formats d'échange, ...)
- 4 - Optimisation géométrique
- 5 - Notions de PLM

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

GMA06-CMAO1

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

1 heure par semaine

**Modalités d'évaluation :**

- 1 devoir surveillé de 4H sur le logiciel CATIA V5
- 1 note de TP (Mini-projet)

**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>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 monovariables.  
 Commande analogique ou numérique dans l'espace d'état  
 Commande par retour d'état : commande modale des systèmes monovariables, 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 : 48.00 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>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>  |
| 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 8

Parcours Formation Initiale GMA

|          |                       |   |  |             |
|----------|-----------------------|---|--|-------------|
| <b>1</b> | <b>GMA08-1</b>        |   | <b>MECANIQUE &amp; MATERIAUX S8</b>      | <b>6.00</b> |
|          | GMA08-CMAT            | O | Comportement mécanique des matériaux     | 4.00        |
|          | GMA08-COMP            | O | Mécanique des matériaux composites       | 2.00        |
| <b>2</b> | <b>GMA08-2</b>        |   | <b>CONCEPTION &amp; PROCEDES S8</b>      | <b>7.00</b> |
|          | GMA08-PRCONS          | O | Projet de construction                   | 4.00        |
|          | GMA08-PROD            | O | Productique & Qualité                    | 3.00        |
| <b>3</b> | <b>GMA08-3</b>        |   | <b>AUTOMATIQUE &amp; MODELISATION S8</b> | <b>3.00</b> |
|          | 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-Etudes                           | 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>4.00 crédits ECTS</b> |
| <b>CM : 26.00 h, TD : 22.00 h, TP : 8.00 h</b> |                          |
| <b>Responsable(s) : GUINES Dominique</b>       |                          |

**Objectifs, finalités :**

Introduire le 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 :**

45h

#### **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</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>4.00 crédits ECTS</b>           |
| <b>CM : 12.00 h, TP : 44.00 h</b>       | <b>support et cours en anglais</b> |
| <b>Responsable(s) : LEOTOING Lionel</b> |                                    |

**Objectifs, finalités :**

Mettre en oeuvre les techniques de recherche de solutions, de modélisation géométrique, de simulation numérique et de dimensionnement de composants dans le cadre d'un projet portant sur l'étude d'un système mécanique.

**Contenu :**

- 1 - Recherche et choix de solutions à partir d'un CDCF
- 2 - Définition technologique de la solution retenue (choix des liaisons, des composants, ...)
- 3 - Dimensionnement des composants
- 4 - Optimisation géométrique du système
- 5 - Intégration des contraintes de fabrication et d'assemblage

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

GMA07-CMAO2  
GMA05-TCONS

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

3 heures par semaine

**Modalités d'évaluation :**

1 note de projet

**Public ciblé :**

|  |                          |
|--|--------------------------|
| <b>Productique &amp; Qualité</b>       | <b>GMA08-PROD</b>        |
| <b>Volume horaire total : 28.00 h</b>  | <b>3.00 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>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>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 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         |

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'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.

[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>CM : 12.00 h</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 <sup>2</sup>INTRODUCTION A LA MECANIQUE DES POLYMERES<sup>2</sup>, 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>CM : 10.00 h, TD : 6.00 h, TP : 8.00 h</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 : 10.00 h, TP : 14.00 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 : 16.00 h, TP : 8.00 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>CM : 8.00 h, TD : 8.00 h, TP : 8.00 h</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, 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, 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

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                         | 2.00         |
|          | DET09-CONF            | C | Conférences SRC  | 1.00         |
|          | GCU09-SPEC-PI         | C | Parcours Innovation                                    | 2.00         |
|          | HUM09-PM-PRO          | C | Parcours de management contrat de professionnalisation | 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. ZAOUJ, « 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>CM : 12.00 h</b>                          |                          |
| <b>Responsable(s) : GLORANT Thierry</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

<sup>2</sup>La Mise en Forme des Matériaux Plastiques<sup>2</sup>, Ed. Technique & Documentation, Ed. Lavoisier, 1996.

[2] J. BOST <sup>2</sup>MATIERES PLASTIQUES II : Technologie # Plasturgie<sup>2</sup>, Ed. Technique & Documentation, Lavoisier, 1982.

[3] M. REYNE <sup>2</sup>LES MATERIAUX NOUVEAUX<sup>2</sup>, Ed. Hermes, Paris, 1990.

[4] M. REYNE <sup>2</sup>TECHNOLOGIE DES PLASTIQUES <sup>2</sup>, Ed. Hermes, Paris, 1998.

[5] C. G#SELL, J.-M. HAUDIN <sup>2</sup>INTRODUCTION A LA MECANIQUE DES POLYMERES<sup>2</sup>, 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) : ARAKELYAN 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. Holzweïßer. 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>CM : 10.00 h, TD : 6.00 h, TP : 8.00 h</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 : 10.00 h, TP : 14.00 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 : 16.00 h, TP : 8.00 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>CM : 8.00 h, TD : 8.00 h, TP : 8.00 h</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, 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, 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, CM : 30.00 h, TD : 4.00 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.

**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, CM : 30.00 h, TD : 4.00 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, CM : 30.00 h, TD : 4.00 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, CM : 30.00 h, TD : 4.00 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, CM : 30.00 h, TD : 4.00 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, CM : 30.00 h, TD : 4.00 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, 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 : 15.00 h | 2.00 crédits ECTS |
| CONF : 15.00 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>Conférences SRC</b>                           | <b>DET09-CONF</b>        |
| <b>Volume horaire total : 16.00 h</b>            | <b>1.00 crédits ECTS</b> |
| <b>CM : 16.00 h</b>                              |                          |
| <b>Responsable(s) : PREVOTET Jean-Christophe</b> |                          |

**Objectifs, finalités :**

Des experts industriels ou académiques dans divers domaines proposent de petits exposés (généralement 2h) sur des questions techniques et scientifiques dans leur domaine. L'idée principale est d'ouvrir les étudiants au monde de l'industrie et de la recherche et de les sensibiliser à l'état de l'art dans des domaines proches de leurs préoccupations.

**Contenu :**

Le contenu des exposés peut varier en fonction de la disponibilité des experts

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

PASS si les étudiants assistent aux conférences, FAIL sinon.

**Public ciblé :**

5SRC and 5M&N

|                                       |                          |
|---------------------------------------|--------------------------|
| <b>Parcours Innovation</b>            | <b>GCU09-SPEC-PI</b>     |
| <b>Volume horaire total : 34.00 h</b> | <b>2.00 crédits ECTS</b> |
| <b>TD : 34.00 h, TD : 34.00 h</b>     |                          |
| <b>Responsable(s) :</b>               |                          |

**Objectifs, finalités :**

**Contenu :**

**Bibliographie :**

**Prérequis :**

**Organisation, méthodes pédagogiques :**

**Modalités d'évaluation :**

**Public ciblé :**

|   |                          |
|---|--------------------------|
| <b>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>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 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 :**