

1. Éléments Constitutifs d'Unité d'Enseignement (ECUE) pour MASTER 1 2025-26

Semestre 1

BCC1/ECUE1.11 Introduction aux innovations sociétales et technologiques (Jean-Marc LINARES)

- Séance 1 : Conférence industrielle Startup (TD 1h30)
- Séance 2 : Conférence industrielle ETI (TD 1h30)
- Séance 3 : Conférence industrielle Groupe internationale (TD 1h30)
- Séance 4 : Conférence industrielle Pôle de compétitivité (TD 1h30)
- Séance 5 : Conférence industrielle Grand groupe international (TD 2h)

BCC2/ECUE1.12 Innovation et RSE (Lauriane PAILLIEZ)

- Séance 1 : Enjeux Climat – Energie (TD 2h)
- Séance 2 : Enjeux du développement durable (TD 4h)
- Séance 3 : RSE (TD 4h)
- Séance 4 : Domaines spécifiques (TD 4h)
- Séance 5 : Domaines spécifiques (TD 4h)
- Séance 6 : Mise en pratique (TD 2h)

BCC1/ECUE1.13 Ergonomie de produits (Louis DUROCH)

- Séance 1 : Science approche ergonomique Champ application ergonomie Parcours historique (TD 2h)
- Séance 2 : Enjeu principal : sécurité Sécurité secteurs aéronautique et autres Incidents, accidents, causes racines Management de la sécurité Accidentologie de James Reason et la théorie des plaques Confort physique Paramètres de confort Modèles de confort Design fit Biais drivers et biais techno-solutionnistes (TD 2h)
- Séance 3 : Approche anthropo-centrée Limites physiques et cognitives Anthropométrie Raamussens' charge de travail, charge de travail et charge mentale Contexte de travail Classes d'activité de l'opérateur humain Méthodes et outils ergonomiques Ingénierie de l'utilisabilité Design itératif et 1st time right : Intérêt des maquettes et photos Méthodes d'analyse Moyen d'évaluation, digital vs analogique, biais dans ces tests et moyens de compensation (TD 2h)
- Séance 4 : Mise en pratique (TD 2h)

BCC2/ECUE2.11 Smart modélisation

Partie 1 : Calcul symbolique (Loïc TADRIST)

- Séance 1 : Introduction au calcul symbolique, Présentation SymPy (logiciel : Python), Types de variables et Opération basiques, Définition d'une fonction d'une / plusieurs variables, Manipulation trigonométrique / Exp / Log, Résolution d'équation algébriques simples (2h CM)
- Séance 2 : Application : Familiarisation avec l'outil SymPy, Résolution d'équations Géométriques issues de problème de mécanique, Résolution d'une équation de loi entrée sortie simple (bielle manivelle par exemple), Résolution d'intersection de formes géométriques (2h TD)
- Séance 3 : Dérivées, intégrales, limites et ODE, Outils dérivée, intégrale, ODE et calcul de limites, Ouvrir le capot : coder une opération de calcul symbolique (ex : dérivée d'une fonction puissance), Ecrire un système différentiel pour résolution numérique (2h CM)
- Séance 4 : Applications : Résolution d'un système différentiel (Choc à deux modes, retournement temporel), Définition des variables, Ecriture des équations différentielles (PFD), Résolution analytique par solveur numérique, Recherche des paramètres permettant le retournement temporel (2h TD)
- Séance 5 : Monde physique -> Monde mathématique : Savoir poser un problème proprement, Théorème PI, Adimensionner un problème, Matrice aux dimensions, Introduction aux similitudes, Choisir un set de paramètres permettant d'avoir des nombres pas trop grands, Implémenter un set d'équations efficacement, Choix de la physique à représenter : approximations rigides / quasi-statique / comportements fluides (2h CM)
- Séance 6 : Applications : étude d'une loi entrée-sortie d'un mécanisme dynamique (marteau pilon), Partie 1 : loi entrée sortie analytique (phase de chargement), Partie1 bis : loi entrée sortie par squelette pilotant CAO, Partie 2 : Modélisation dynamique de la phase de choc, Partie 2 bis : Résolution symbolique (2h TD)
- Séance 7 : Calcul symbolique VS calcul numérique, Exemple 1 : limites du calcul symbolique -> pas une limite pour le calcul numérique, Exemple 2 : limite pour le calcul numérique --> pas une limite pour le

calcul symbolique, Estimer un temps de calcul numérique, dans quel cas choisir une résolution numérique / symbolique ? Système dynamique soumis au chaos : sensibilité aux conditions initiales (2h CM)

Séance 8 : Application : Résolution d'un système d'équation chaotique (sensibilité aux paramètres initiaux (double pendule), Dépendance aux paramètres (2h TD)

Séance 9 : Représentation graphique d'un calcul symbolique, Evaluation d'une expression symbolique avec un nombre infini de digits (>>> double précision), Outil de représentation de courbe / de surface, Choisir les grandeurs à représenter, Exemple sur un système dynamique avec attracteur (2h CM)

Séance 10 : Calcul symbolique avancé : Séries de Taylor, transformée de Fourier et transformée de Laplace. Séries de Taylor, Implémentation d'un calcul symbolique de série de Taylor, Transformée de Fourier, Transformée de Laplace (2h TD)

Séance 11 : Application avancée : Réponse impulsionnelle d'un système du 2eme ordre, Densité spectrale de puissance d'une structure vibrante, Optimisation à 3 paramètres (heat map), etc.(2h TD)

Séance 12 : Mise en pratique (TD 2h) : Examen sur ordinateur, tous documents autorisés, accès IA autorisé

Partie 2 : Méthode modélisation empirique, (Jean-Marc LINARES)

Séance 1 : Facteur, réponse, Modèle, Matrice d'expérience, Matrice du Modèle, Estimation des effets moyens bi, Propagation des incertitudes expérimental et RMS, Matrice de variance covariance bi, Incertitude sur l'estimation Y, Choix matrice, Choix matrice de criblage, Choix matrice des interactions, Choix matrice pour surface de réponse, Carrée, Sphérique (CM 2h)

Séance 2 : Détermination des bi influents, Graphe des effets, Critère Droite Henry, Critère de Lenth, ANOVA, Simplification du modèle, Test de Student (CM 2h)

Séance 3 : Application Estimation des effets moyens bi, Interprétation (TD 2h)

Séance 4 : Application Traitement des interactions bij Interprétation (TD 2h)

Séance 5 : Application Propagation des incertitudes Interprétation (TD 2h)

Séance 6 : Application Simplification du modèle Interprétation (TD 2h)

Séance 7 : Introduction au processus Gaussien (CM 2h)

Séance 8 : Processus Gaussien 1D (TD 2h)

Séance 9 : Mise en pratique (TD 2h) : Examen sur ordinateur, tous documents autorisés, accès IA autorisé

BCC2/ECUE2.12 IA et Deep Learning (Mohand DJEZIRI)

Séance 1 : Introduction : historique, familles de méthodes, domaines d'application, Apprentissage automatique (CM 2h)

Séance 2 : Apprentissage profond (CM 2h)

Séance 3 : Prise en main de la ToolBox Classification learner (TD 3h)

Séance 4 : Prise en main de la ToolBox Regression-learner (TD 3h)

Séance 5 : Prise en main de la ToolBox DeepNetwork Designer (Réseau de neurones spécifiques CNN et LSTM) (TD 3h)

BCC3/ECUE3.11 Acquisition des bases Design (Ecole Condé)

Partie 1 : Bases du dessin :

Séance 1 : Initiation et Bases du Dessin (CM 4h)

Séance 2 : Perspectives et Volumes (TD 4h)

Séance 3 : Dessin d'Observation et des Détails, Composition et Création d'un rough (TD 4h)

Partie 2 : Design graphique :

Séance 1 : Introduction au Design Graphique et aux Outils, Principes de Design – Composition, Couleur et Hiérarchie (4h CM)

Séance 2 : Création d'un Projet de Design Complet et Présentation (TD 4h)

Partie 3 : Typographie :

Séance 1 : Introduction à la Typographie (CM 2h)

Séance 2 : Les familles de polices et leur utilisation (TD 4h)

Séance 3 : La typographie comme outil de communication visuelle (TD 4h)

BCC3/ECUE1.12 Modélisation avancée du Prototype

Partie 1 : Gestion plateforme 3DExp (Alexandre MARES)

Séance 1 : Gestion Plateforme (CM 2h)

Séance 2 : Application 3DExp (TD 4h)

Partie 2 : Conception (Laurent ZAMPONI)

Séance 1 : Méthodologie modélisation et simulation géométrique prototype (TD 2h)

Séance 2 : Présentation Modules 3Exp (TD 2h)

Séance 3 : Projet Pompe doseuse 3DExp (TD 4h)

Séance 4 : Projet Pompe doseuse 3DExp (TD 4h)

Séance 6 : Projet Pompe doseuse 3DExp (TD 4h)

Séance 7 : Projet Eolienne Application 3DExp (TD 4h)

Séance 8 : Projet Eolienne Application 3DExp (TD 4h)

Séance 9 : Projet Eolienne Application 3DExp (TD 4h)

Séance 10 : Projet Eolienne Application 3DExp (TD 4h)

Séance 11 : Projet Eolienne Application 3DExp (TD 4h)

Séance 12 : Projet Eolienne Application 3DExp (TD 4h)

Partie 3 : Généralités (Marc Antoine CELLI)

Séance 1 : Introduction : Pourquoi faire du dimensionnement ? Les différents modes de ruine et les différents modes de chargement : Statique, Fatigue, Flambement, Dynamique rapide... (CM 2h)

Séance 2 : Principe, Différents types éléments finis et degrés de libertés Principe de modélisation

Principe de chargement Modélisation des assemblages (contact) Grands déplacements Plastification :

Introduction et principe Flambage : Introduction et principe Analyse modale : Introduction et principe (CM 2h)

Partie 4 : Ilyes KERMOUNI ; Jean-Claude TOURNIAIRE

Séance 3 : Application 3DExp : Prise en main du logiciel (CAO ? Maillage) Exemple : bielle de pas (TD 4h)

Séance 4 : Application 3DExp : Calcul Statique (TD 4h)

Séance 5 : Application 3DExp : Flambage / Analyse modale (TD 4h)

Séance 6 : Application 3DExp : Non linéaire 1 : Matériel ; Grand déplacement (TD 4h)

Séance 7 : Application 3DExp : Non linéaire 2 : Contact (TD 4h)

Partie 5 : Marc Antoine CELLI

Séance 8 : Cours Fatigue (CM 2h)

Partie 4 : Ilyes KERMOUNI ; Jean-Claude TOURNIAIRE

Séance 9 : Application 3DExp : GFEM / FATIGUE (TD 4h)

Séance 10 : Application 3DExp : GFEM 2 (TD 4h)

Partie 6 : Severin HALBOUT

Séance 11 : Bases + Application 3DExp : Dynamique rapide (TD 4h)

Partie 7 : Julien THIVEND

Séance 11 : Bases Composite (TD 2h)

Séance 12 : Application 3DExp Composite (TD 4h)

Semestre 2

BCC1/ECUE1.21 Gestion Projet (Vichara KIN)

Séance 1 : Introduction à la GDP, Jeu introductif : gérer un projet, c'est quoi ? Rappels : Définition, périmètre, outils (PERT / GANTT, ...) (4h CM)

Séance 2 : Vision managériale de la GDP, Vers le management de projet : piloter un projet

Communiquer dans le projet : les facettes de la communication et les outils en projet (4h TD)

Séance 3 : Décision en GDP, Tableaux de bord, KPI : décider en projet Veille et stratégie en projet : choisir les stratégies en projet (4h TD)

Séance 4 : Mise en situation (2h TD)

BCC1/ECUE1.22 Communication professionnelle (Laurent CORNUEAU)

Séance 1 : Les choix du contenu : savoir réaliser une synthèse de ses travaux

Les prérequis d'un document de présentation (quelles informations transmettre ?)

Comment adapter le document au sujet traité (angle d'attaque et structure) ?

Les choix d'esthétique du document à présenter (TD 2h)

Séance 2 : Les choix du contenu : savoir réaliser une synthèse de ses travaux

Les prérequis d'un document de présentation (quelles informations transmettre ?)

Comment adapter le document au sujet traité (angle d'attaque et structure) ?

Les choix d'esthétique du document à présenter (TD 2h)

Séance 3 : Quel type de public et quelle information donner ?
Quels supports adopter pour viser l'efficacité maximale face à un public donné ?
Les stratégies à définir (mise en place d'un storytelling)
L'art oratoire : les bases indispensables (TD 2h)
Séance 4 : Quel type de public et quelle information donner ?
Quels supports adopter pour viser l'efficacité maximale face à un public donné ?
Les stratégies à définir (mise en place d'un storytelling)
L'art oratoire : Bases indispensables (TD 2h)

BCC2/ECUE2.21 Innovation : Partie puissance

Partie 1 : Puissance pneumatique et hydraulique (Olivier PONCE)

Séance 1 : Eléments constitutifs des circuits pneumatiques et hydrauliques (3h CM)
Séance 2 : Phénomènes physiques (coup de bélier, pertes de charges, ...) (2h CM)
Séance 3 : Conception d'un circuit pneumatique + schéma de câblage (2h TD)
Séance 4 : Outil Numérique « FluidSYM » (2h TD)
Séance 5 : Conception d'un circuit hydraulique+ schéma de câblage (2h TD)
Séance 6 : Outil Numérique « FluidSYM » (3h TP)
Séance 7 : TP Circuit Hydraulique (3h TP)
Séance 8 : TP Circuit Pneumatique (3h TP)

Partie 2 : Puissance électrique (Karine COULIE)

Séance 1 : Composants de puissance (1h CM)
Séance 2 : Convertisseurs statiques : AC/DC, AC/AC (1h CM)
Séance 3 : Redressement non commandé de type pont de Graetz (2h TD)
Séance 4 : Machine à courant continu - Moteur asynchrone monophasé (2h TD)
Séance 5 : Application à courant continu : voiture électrique (2h TD)
Séance 6 : Dissipateurs thermiques pour composants de puissance (1h CM)
Séance 7 : Etude machine à CC en mode génératrice (3h)
Séance 8 : Etude machine à CC en mode moteur (3h)
Séance 9 : Etude TRIAC pour commande moteur asynchrone et du pont redresseur commandé à base de thyristors (3h)

BCC2/ECUE2.22 Innovation : Partie commande

Partie 1 : Objets communicants (Fabrice AUBEPART)

Séance 1 : Introduction Internet des objets (4h CM)
Séance 2 : Protocol MQTT (4h -> 1h CM et 3h TD)
Séance 3 : Présentation ESP_32 LORA (4h TD)
Séance 4 : Installation et Configuration (4h TP)
Séance 5 : Mise en place d'un capteur connecté (4h TP)

Partie 2 : Carte imprimée (Redha ABDEDDAIM)

Séance 1 : Initiation à Proteus (4h CM)
Séance 2 : Routage de la carte électronique (4h -> 1h CM et 3h TD)
Séance 3 : Fabrication de la Carte (Gravure chimique) (4h TD)
Séance 4 : Réalisation du prototype (4h TP)
Séance 5 : Mise en situation (4h TP)

BCC3/ECUE3.21 Fast prototypage : réalisation d'un prototype fonctionnel (Santiago ARROYAVE-TOBON, Julien DIPERI, Julien CHAVES-JACOB)

Séance 1 : Introduction (Santiago Arroyave-Tobon, 2h CM)
Séance 2 : Mise en œuvre des matériaux composites (Julien Diperi, 2h CM)
Séance 3 : Mise en œuvre du thermoformage (Julien Diperi, 2h CM)
Séance 4 : Usinage de prototypes (Julien Chaves-Jacob, 2h CM)
Séance 5 : Cout des procédés (Santiago Arroyave-Tobon, 2h CM)
Séance 6 : CFAO (Julien Chaves-Jacob, 4h TD)
Séance 7 : CFAO (Santiago Arroyave-Tobon, 4h TD)
Séance 8-9-10 : TP fabrication, Salle machine conventionnelle et salle informatique atelier (Julien Chaves-Jacob, 4h TP/séance)
Séance 11-12-13 : TP fabrication, Salle fraisage commande numérique (Julien Diperi, 4h TP/séance)

Séance 14-15-16 : TP fabrication, Salle machine conventionnelle et Salle inproto et composite (Julien Diperi, 4h TP/séance)

Séance 17-18-19 : Test des performances du prototype, Salle machine conventionnelle et Salle inproto (Santiago Arroyave-Tobon, 4h TP/séance)

Séance 20 : Exposé de synthèse (Santiago Arroyave-Tobon, 4h TD)

Projet tutoré en BCC1, BCC2 et BCC3 : 80h sur le deuxième semestre (détaillé dans la partie mise en situation)

2. Mise en situations professionnelles

Elle est réalisée aux travers de deux activités, le **projet tutoré** (80h en Master 1 et 220 heures en Master 2) et les **périodes en entreprise**, tout au long de l'année.

En Master 1, le projet tutoré est évalué lors des trois revues de projet dans les BCC1, BCC2 et BCC3 et par l'appréciation du travail réalisé durant le semestre 2. En Master 2, 5 revues de projets sont tenues sur le projet tutoré dans les BCC1, BCC2 et BCC3. La dernière revue de projet sera couplée à la présentation du mémoire de l'apprenti sur son travail en entreprise.

Les périodes en entreprise seront jugées en Master 2 par un oral de synthèse qui comprendra une note d'oral, une note de travail mise par le tuteur industriel et une note sur le mémoire de l'apprenti sera mise par le tuteur universitaire et un rapporteur.

Le projet tutoré est un **travail personnel à caractère industriel**, qui doit amener les étudiants à conduire un projet de la conception au prototypage et à l'évaluation des performances du prototype. Le thème est proposé par la composante d'enseignement comme au MIT aux USA (Exemple de projet : robot filoguidé devant réaliser des tâches définies dans un CDC). L'étudiant conduit son activité de projet dans la composante d'enseignement. Le projet est réalisé sur les périodes universitaires prévues à l'emploi du temps. Le sujet de projet est proposé par l'équipe pédagogique. En Master 2, lors de la dernière revue de projet, les prototypes de tous les étudiants seront testés en conditions réelles et notés en fonction de leurs performances mécaniques.

Le travail en entreprise est réalisé durant les périodes en entreprise. Le suivi est assuré par le tuteur industriel et le tuteur universitaire lors des visites. Le travail en entreprise souligne les activités les plus représentatives et les plus pertinentes de l'innovation.

L'évaluation du travail est réalisée au travers de :

- Une fiche d'appréciation remplie par le tuteur industriel
- Le mémoire final de l'apprenti évalué conjointement par le tuteur universitaire et un rapporteur
- 1 soutenance devant un jury, comportant entre autres des tuteurs universitaires et industriels.