

## DIPLÔME D'INGÉNIEUR SPÉCIALITÉ GÉNIE MÉCANIQUE

### Langue principale d'enseignement :

Français  Anglais  Arabe

Campus où le programme est proposé : CST

### OBJECTIFS

Le programme de Diplôme d'ingénieur spécialité génie mécanique a pour objectifs de former des étudiants aptes à :

- Évoluer dans leur carrière, dans différents secteurs, aux niveaux local, régional et international, tout en respectant les codes professionnels et de l'éthique.
- Poursuivre des études supérieures dans des universités de renommée internationale.
- Devenir des décideurs, des innovateurs et des leaders dans leur profession.

### COMPÉTENCES

- Identifier, formuler et résoudre des problèmes complexes d'ingénierie en appliquant les principes d'ingénierie, de sciences et de mathématiques.
- 1) Appliquer les méthodes de conception d'ingénierie pour produire des solutions qui répondent à des besoins spécifiés, tout en tenant compte de la santé publique, de la sécurité et du bien-être, ainsi que de facteurs globaux, culturels, sociaux, environnementaux et économiques.
  - 2) Communiquer efficacement avec des publics variés.
  - 3) Reconnaître les responsabilités éthiques et professionnelles dans des situations d'ingénierie et formuler des opinions critiques qui doivent prendre en compte l'impact des solutions d'ingénierie dans des contextes globaux, économiques, environnementaux et sociétaux.
  - 4) Fonctionner efficacement dans une équipe dont les membres assurent ensemble le leadership, créent un environnement collaboratif et inclusif, établissent des buts, planifient des tâches et atteignent des objectifs.
  - 5) Développer et mener des expériences appropriées, analyser et interpréter des données, et utiliser un jugement d'ingénieur pour tirer des conclusions.
  - 7) Acquérir et appliquer de nouvelles connaissances au besoin, en utilisant des stratégies d'apprentissage appropriées.

### EXIGENCES DU PROGRAMME

**UE obligatoires (150 crédits), Optionnelles fermées (26 crédits), Optionnelles ouvertes (4 crédits)**

#### Formation générale USJ (22 crédits)

10 crédits additionnels sont validés au Département des classes préparatoires

6 crédits additionnels de Techniques de communications sont comptabilisés dans la catégorie UE Fondamentales

Anglais (4 Cr.)

Anglais niveau A (4 Cr.)

Arabe (4 Cr.)

**Langue et culture arabes (2 Cr.)** – une UE optionnelle ouverte à sélectionner entre :

La langue arabe et les médias (2 Cr.)

La langue arabe et les arts (2 Cr.)

La langue arabe : le roman contemporain, le cinéma et le théâtre (2 Cr.)

**UE enseignée en arabe (2 Cr.)**

Droit des affaires (2 Cr.)

Sciences humaines (6 crédits) - 4 crédits additionnels sont à valider au Département des classes préparatoires

**Éthique (4 Cr.)**

Éthique et Entreprise (4 Cr.)

**Sciences religieuses** (2 crédits à valider au Département des classes préparatoires)  
**Engagement civique et citoyen** (2 crédits à valider au Département des classes préparatoires)

**Autre (2 Cr.)**

Les valeurs de l'USJ au quotidien (2 Cr.)

Sciences sociales (6 Cr.)

**Insertion professionnelle et entrepreneuriat (2 Cr.)** – une UE optionnelle fermée à sélectionner entre :

Work Ready Now (2 Cr.)

Entrepreneurship (2 Cr.)

**Autre (4 Cr.)**

Gestion de projets (4 Cr.)

Techniques de communication (2 Cr.)

Techniques d'expression et de communication (2 Cr.)

Projet multidisciplinaire (2 des 6 crédits comptabilisés dans la catégorie UE fondamentales)

Projet de fin d'études (4 des 16 crédits comptabilisés dans la catégorie UE fondamentales)

Techniques quantitatives (6 crédits à valider au Département des classes préparatoires)

UE fondamentales (156 Cr.)

**UE obligatoires (132 Cr.)**

Automatique linéaire (6 Cr.)

Automobile (4 Cr.)

Calcul des machines 1 (4 Cr.)

Capteurs et instrumentations (4 Cr.)

Climatisation 1 (Cr. 4)

Comptabilité (4 Cr.)

Conception assistée par ordinateur (CAO) (4 Cr.)

Électronique (6 Cr.)

Éléments finis pour les applications mécaniques (4 Cr.)

Énergies renouvelables (6 Cr.)

Hydraulique (4 Cr.)

Introduction aux machines électriques (4 Cr.)

Management (4 Cr.)

Mécanique des fluides (6 Cr.)

Méthodes numériques (4 Cr.)

Plomberie (4 Cr.)

Programmation C++ (4 Cr.)

Projet de fin d'études (16 Cr.)

Projet multidisciplinaire (6 Cr.)

Résistance des matériaux (6 Cr.)

Stage en entreprise (2 Cr.)

Statistiques (4 Cr.)

Systèmes mécaniques (6 Cr.)

Thermodynamique : principes et applications (6 Cr.)

Transfert de chaleur (6 Cr.)

Vibrations mécaniques (4 Cr.)

**UE optionnelles fermées (24 Cr.)** – six UE à sélectionner dans les filières suivantes :

**Filière conception mécanique :**

Acoustique et vibrations (4 Cr.)

Biomécanique (4 Cr.)

Calcul des machines 2 (4 Cr.)

Conception de mécanismes (4 Cr.)

Mécanique des matériaux composites (4 Cr.)

Organes fluidiques de puissances (4 Cr.)

Procédés de fabrication mécanique 1 (4 Cr.)

Procédés de fabrication mécanique 2 (4 Cr.)

Résistance des matériaux avancée (4 Cr.)

Sciences des matériaux avancées (4 Cr.)  
Sélection et propriétés des matériaux (4 Cr.)

**Filière énergétique :**

Aérodynamique (4 Cr.)  
Climatisation 2 (4 Cr.)  
Conception de systèmes thermiques (4 Cr.)  
Mécanique des fluides numérique - CFD (4 Cr.)  
Moteurs thermiques (4 Cr.)  
Optimisation énergétique des procédés (4 Cr.)  
Pollution, environnement et durabilité (4 Cr.)  
Production de l'énergie électrique (4 Cr.)  
Rentabilité des projets énergétiques (4 Cr.)  
Turbomachines (4 Cr.)  
Systèmes de propulsion automobiles (4 Cr.)  
Systèmes frigorifiques (4 Cr.)

**Filière mécatronique :**

Commande temporelle (4 Cr.)  
Conception de systèmes mécatroniques (4 Cr.)  
Domotique (4 Cr.)  
Intelligence artificielle (4 Cr.)  
Machine Learning (4 Cr.)  
Mécatronique et machines intelligentes (4 Cr.)  
Modélisation des systèmes dynamiques (4 Cr.)  
Robotique (4 Cr.)  
Robots mobiles (4 Cr.)  
Systèmes micro-électro-mécaniques (4 Cr.)  
Systèmes servo-hydrauliques (4 Cr.)

UE optionnelles ouvertes (2 Cr.)

**PLAN D'ÉTUDES PROPOSÉ**

**Semestre 1**

| Code      | Intitulé de l'UE                            | Crédits   |
|-----------|---|-----------|
| 020ELCES1 | Électronique                                | 6         |
| 020MEFES1 | Mécanique des fluides                       | 6         |
| 020PCPES2 | ++Programmation C                           | 4         |
| 020RDMES1 | Résistance des matériaux                    | 6         |
| 020STAES1 | Statistiques                                | 4         |
| 020TPAES1 | Thermodynamique : principes et applications | 6         |
|           | Les valeurs de l'USJ au quotidien           | 2         |
|           | <b>Total</b>                                | <b>34</b> |

**Semestre 2**

| Code      | Intitulé de l'UE                            | Crédits |
|-----------|---|---------|
| 020CL1ES3 | Climatisation 1                             | 4       |
| 020IMEES1 | Introduction aux machines électriques       | 4       |
| 020MENES1 | Méthodes numériques                         | 4       |
| 020SMEES1 | Systèmes mécaniques                         | 6       |
| 020TCOES2 | Techniques d'expression et de communication | 2       |

|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
| 020TRCES2 | Transfert de chaleur                           | 6         |
| 020VMEES2 | Vibrations mécaniques                          | 4         |
|           | Optionnelle ouverte : langue et culture arabes | 2         |
|           | <b>Total</b>                                   | <b>32</b> |

### Semestre 3

| Code      | Intitulé de l'UE                         | Crédits   |
|-----------|--|-----------|
| 020AULES2 | Automatique linéaire                     | 6         |
| 020AUTES3 | Automobile                               | 4         |
| 020CM1ES3 | Calcul des machines 1                    | 4         |
| 020CEIES3 | Capteurs et instrumentations             | 4         |
| 020CAOES2 | Conception assistée par ordinateur (CAO) | 4         |
| 020GPRES2 | Gestion de projets                       | 4         |
| 020HYDES3 | Hydraulique                              | 4         |
|           | Optionnelles fermées                     | 4         |
|           | <b>Total</b>                             | <b>34</b> |

### Semestre 4

| Code      | Intitulé de l'UE                   | Crédits   |
|-----------|------------------------------------|-----------|
| 020ANGES4 | Anglais                            | 4         |
| 020DROES5 | Droit des affaires                 | 2         |
|           | Work ready now ou Entrepreneurship | 2         |
| 020ETHES3 | Éthique et entreprise              | 4         |
| 020PLBES4 | Plomberie                          | 4         |
| 020PRMES4 | Projet multidisciplinaire          | 6         |
|           | Optionnelles fermées               | 8         |
|           | Optionnelle ouverte                | 2         |
|           | <b>Total</b>                       | <b>32</b> |

### Semestre 5

| Code      | Intitulé de l'UE                                | Crédits   |
|-----------|---|-----------|
| 020CMPES5 | Comptabilité                                    | 4         |
| 020ELFES4 | Éléments finis pour les applications mécaniques | 4         |
| 020ERNES5 | Énergies renouvelables                          | 6         |
| 020MNGES4 | Management                                      | 4         |
| 020STGES5 | Stage en entreprise                             | 2         |
|           | Optionnelles fermées                            | 12        |
|           | <b>Total</b>                                    | <b>32</b> |

### Semestre 6

| Code     | Intitulé de l'UE       | Crédits   |
|----------|------------------------|-----------|
| 020PFES6 | Projet de fin d'études | 16        |
|          | <b>Total</b>           | <b>16</b> |

## DESCRIPTIFS DES UE

|  |                                 |              |
|--|---------------------------------|--------------|
| <b>020AEVES4</b>   | <b>Acoustique et vibrations</b> | <b>4 Cr.</b> |
| <p>Ce cours aborde les concepts fondamentaux du bruit et des vibrations, les vibrations des barres, des poutres et des membranes, les stratégies d'amortissement passif et actif, les matériaux d'amortissement, les méthodes de contrôle et applications.</p> <p>Prérequis : Vibrations mécaniques (020VMEES2).</p>   |                                 |              |
| <b>020ARDES3</b>   | <b>Aérodynamique</b>            | <b>4 Cr.</b> |
| <p>Un cours sur les méthodes théoriques et empiriques permettant de calculer les charges sur les pales aérodynamiques et les ailes finies en appliquant la théorie du potentiel classique, les approximations des surfaces aérodynamiques minces, les forces de poussée et de trainée, ailes et avions, application d'un écoulement supersonique aux profils aérodynamiques supersoniques, analyse des performances et des contraintes, stabilité longitudinale et contrôle.</p> <p>Prérequis : Mécanique des fluides (020MEFES1).</p>   |                                 |              |
| <b>020ANGES4</b>   | <b>Anglais</b>                  | <b>4 Cr.</b> |
| <p>Amener les élèves ingénieurs à maîtriser l'anglais en vue de faciliter leur future insertion dans le milieu professionnel (se référer à la section « Anglais » du programme).</p>   |                                 |              |
| <b>020AULES2</b>   | <b>Automatique linéaire</b>     | <b>6 Cr.</b> |
| <p>Cette UE couvre les concepts de base de l'automatique linéaire : I) Étude des systèmes linéaires du 1<sup>er</sup> et du 2<sup>nd</sup> ordre : réponses aux entrées usuelles (réponses indicelle, impulsionnelle, harmonique, etc.), propriétés (temps de réponse, erreurs statiques de position, de vitesse et d'accélération, pulsation de coupure, bande passante, dépassement, résonance, etc.), représentation fréquentielle (diagrammes de Bode, Nyquist et Black) – Introduction aux notions de régulation et d'asservissement (boucle fermée, consigne, cahier des charges, etc.) – Étude de la stabilité et de la précision d'un système. II) Systèmes asservis : principe et techniques de synthèse des correcteurs les plus utilisés dans l'industrie (régulateurs P, PI, PID, commandes à avance et à retard de phase, etc.) – Calcul analytique (méthode de compensation des pôles et des zéros), graphique (diagramme de Bode) et/ou pratique (PID tuning, trial and error, etc.). Le tout est mis en œuvre et validé par des Bureaux d'études (BE), des Travaux dirigés (TD) et des simulations sur MATLAB/Simulink suivies par une validation expérimentale sous forme de Travaux pratiques (TP).</p> <p>Corequis : Électronique (020ELCES1) ou Électronique analogique (020ELAES1).</p> |                                 |              |
| <b>020AUTES3</b>   | <b>Automobile</b>               | <b>4 Cr.</b> |
| <p>Ce cours introduit l'étudiant au génie automobile, il traite de plusieurs systèmes existants dans un automobile tels que : l'embrayage, les boîtes de vitesse manuelles et automatiques, le convertisseur de couple, le transfert 4x4, les joints homocinétiques, la transmission, le différentiel, les suspensions, la géométrie des roues, la boîte de direction et les systèmes de freinage.</p> <p>Prérequis : Systèmes mécaniques (020SMEES1).</p>   |                                 |              |
| <b>020BIMES3</b>   | <b>Biomécanique</b>             | <b>4 Cr.</b> |
| <p>Un cours sur l'étude des principes biomécaniques sous-jacents à la cinétique et à la cinématique du mouvement normal et anormal de l'homme. L'accent est mis sur l'interaction entre les facteurs biomécaniques et physiologiques (physiologie et structure des os, des articulations, des tissus conjonctifs et des muscles) dans la fonction squelettique et son application dans les tests et la pratique en réadaptation.</p> <p>Prérequis : Introduction aux sciences des matériaux (020ISMNI2 ou 020ISMCI2) et Systèmes mécaniques (020SMEES1).</p>   |                                 |              |

**020CM1ES3      Calcul des machines 1****4 Cr.**

Ce cours couvre des sujets fondamentaux de conception mécanique, tels que les théories de rupture en statique et en fatigue, l'analyse des arbres, des fixations et des engrenages. En plus des critères de rupture par fatigue et des S-N diagrammes, il traite également de la rupture de surface, des contraintes de contact et des concentrations de contraintes en statique et en fatigue. L'étudiant y apprend à dimensionner les éléments courants des machines qui sont étudiés en mettant l'accent sur leur comportement sous des charges statiques et en fatigue. Les éléments concernés dans ce cours sont représentés par l'arbre de transmission, les clavettes et les accouplements, les roulements et lubrification, et les engrenages droits.

Prérequis : Résistance des matériaux (020RDMES1), Systèmes mécaniques (020SMEES1).

**020CM2ES4      Calcul des machines 2****4 Cr.**

Ce cours est une continuité de calcul des machines 1. L'étudiant y continue à apprendre et à dimensionner des composantes mécaniques dans les machines : transmission par friction (freins, embrayages), par roues dentées (engrenages cylindriques à dentures hélicoïdales, engrenages coniques) et le volant d'inertie. Il étudie également la conception de ressorts en traction, en compression et en torsion, les vis et les fixations ainsi que la conception de soudures. Introduction aux trains épicycloïdaux et aux ponts différentiels est incluse. Les organes ou les éléments mécaniques sont étudiés en regard de la présence de charges statiques, dynamiques, et de phénomènes vibratoires.

Prérequis : Calcul des machines 1 (020CM1ES3), Vibrations mécaniques (020VMES2).

**020CEIES3      Capteurs et instrumentation****4 Cr.**

Généralités : principes fondamentaux, corps d'épreuve, grandeurs d'influence, caractéristiques métrologiques (erreurs, sensibilité, rapidité). Conditionneurs de capteurs passifs : Montage potentiométrique, pont de Wheatstone, oscillateurs. Conditionneur du signal : analyse spectrale, chaîne de mesure, adaptation, linéarisation, amplification, réduction de la tension de mode commun, détection de l'information des signaux modulés en amplitude ou en fréquence. Capteurs optiques : propriétés de la lumière, cellule photoconductrice, photodiode, phototransistor. Capteurs de température : thermométrie par résistance, thermométrie par diode et transistor, thermométrie par thermocouple. Capteurs tachymétriques : généralités, tachymètre à courant continu, tachymètres à courant alternatif, tachymètre à réluctance variable, tachymètre optique. Capteurs de position et de déplacement : potentiomètre résistif, capteurs inductifs, microsyn, capteurs capacitifs, montages de mesure, capteurs digitaux, codeurs absolus, générateur incrémental optique. Capteurs de force, pesage et couple : capteurs piézoélectriques, capteurs à magnétostriction.

Prérequis : Électronique numérique (020ELNES2) ou Électronique (020ELCES1).

**020CL1ES3      Climatisation 1****4 Cr.**

Confort Thermique. Diagramme Psychrométrique et étude de l'évolution de l'air sur le diagramme psychrométrique. Thermique des bâtiments : Résistance thermique et coefficient U - Ventilation naturelle et mécanique, simple et double flux. Calcul du bilan thermique hiver - Chauffage par air pulsé chaud. Centrale de traitement d'air - Chauffage statique par eau chaude : corps de chauffe, tubes, pompe, chaudières, production d'eau chaude sanitaire.

Prérequis : Mécanique des fluides (020MEFES1) et Introduction au transfert de chaleur (020ITCNI3) ou Thermodynamique 2 (020TH2NI3 ou 020TH2CI4).

**020CL2ES4      Climatisation 2****4 Cr.**

Pompe à Chaleur. Étude de la pompe à chaleur sur le diagramme de Mollier. La problématique liée aux fluides frigorigènes (ozone et effet de serre) et nouveaux fluides. Calcul du bilan thermique été. Batterie froide et évolution de l'air sur les batteries froides. Modes de climatisation à détente directe et indirecte. Réseaux de gaine à basse et grande vitesse, simple et double flux et à débit d'air variable.

Prérequis : Climatisation 1 (020CL1ES3).

|  |   |              |
|--|---|--------------|
| <b>02oCTMES4</b>   | <b>Commande temporelle</b>                      | <b>4 Cr.</b> |
| <p>Le cours de commande temporelle est articulé autour de deux grands axes : I) Analyse temporelle : Équations d'état - Linéarisation - Réponses et matrices de transfert - Réalisation sous forme de contrôlabilité, d'observabilité et de Jordan - Définitions et critères de la contrôlabilité et de l'observabilité - Condition de simplification d'un zéro par un pôle et réalisation minimale. II) Commande par retour d'état : Placement des pôles avec minimisation de l'erreur et intégration - Observateur d'état - Commande quadratique et filtre de Kalman.<br/>Prérequis : Automatique linéaire (02oAULES2).</p>  |   |              |
| <b>02oCMPES5</b>   | <b>Comptabilité</b>                             | <b>4 Cr.</b> |
| <p>Comptabilité générale : introduction, comptes du bilan et plan comptable général, les comptes en Te, le compte de résultat, le budget et les amortissements. Comptabilité analytique : répartition des charges, définition des charges fixes, définition des charges variables, le point mort., analyse des documents de synthèse, répartition des charges totales en charges fixes et charges variables, analyse des charges, introduction du ROI, analyse des écarts. Les évolutions récentes de la comptabilité analytique et du contrôle de gestion, la moindre importance de la main d'œuvre directe, et l'envolée des charges indirectes.</p>   |   |              |
| <b>02oCAOES2</b>   | <b>Conception assistée par ordinateur (CAO)</b> | <b>4 Cr.</b> |
| <p>Ce cours porte sur l'application de techniques numériques à la résolution de divers problèmes d'ingénierie mécanique impliquant des systèmes d'équations d'algèbre linéaire ou non linéaire, des systèmes d'équations différentielles avec des conditions aux limites, des systèmes d'équations différentielles ordinaires et partielles de types parabolique, elliptique et hyperbolique. Les applications d'ingénierie sont introduites à travers un certain nombre de problèmes d'étude de cas. Les logiciels utilisés sont par exemple REVET, SolidWorks, ANSYS, etc.</p>   |   |              |
| <b>02oCPMES3</b>   | <b>Conception de mécanismes</b>                 | <b>4 Cr.</b> |
| <p>Ce cours porte sur la synthèse graphique et analytique de mécanismes de liaison à une ou plusieurs boucles pour la génération de mouvements, de trajectoires et génération de fonctions à partir de 2-3-4 et 5 positions de précisions ; synthèse optimale des mécanismes de liaison, synthèse des mécanismes suiveurs de came, synthèse des trains d'engrenages.<br/>Prérequis : Systèmes mécaniques (02oSMEES1).</p>  |   |              |
| <b>02oCSMES4</b>   | <b>Conception de systèmes mécatroniques</b>     | <b>4 Cr.</b> |
| <p>Ce cours traite des systèmes mécatroniques : analyses de données, systèmes de numérotation, architecture du microcontrôleur, programmation en langage assembleur, conversion A/N et N/A, fonctionnement par signal d'horloge programmable E/S parallèles, interface de capteurs et d'actionneurs, Arduino, Raspberry applications, un projet d'équipe sur la conception et la mise en œuvre d'un système mécatronique.<br/>Prérequis : Capteurs et instrumentations (02oCEIES3).</p>  |   |              |
| <b>02oDOMES3</b>   | <b>Domotique</b>                                | <b>4 Cr.</b> |
| <p>La domotique est l'ensemble des techniques de l'électronique, de physique du bâtiment, d'automatisme, de l'informatique et des télécommunications utilisées dans les bâtiments, plus ou moins « interopérables » et permettant de centraliser le contrôle des différents systèmes et sous-systèmes de la maison et de l'entreprise (chauffage, volets roulants, porte de garage, portail d'entrée, prises électriques, etc.). La domotique vise à apporter des solutions techniques pour répondre aux besoins de confort (gestion d'énergie, optimisation de l'éclairage et du chauffage), de sécurité (alarme) et de communication (commandes à distance, signaux visuels ou sonores, etc.) que l'on peut retrouver dans les maisons, les hôtels, les lieux publics.<br/>Prérequis : Électronique numérique (02oELNES2) ou Électronique (02oELCES1).</p> |   |              |
| <b>02oDROES5</b>   | <b>Droit des affaires</b>                       | <b>2 Cr.</b> |
| <p>Introduction au droit, règles et sanctions - Les droits subjectifs - Le procès, première instance, voies de recours (en matière civile et commerciale) - Droit commercial : les actes de commerce, les commerçants, le fonds de commerce - Les sociétés commerciales - Cadre juridique de l'environnement légal de l'entreprise - Principaux outils de paiement et de crédit - Garanties données et reçues par l'entreprise.</p>  |   |              |

|   |  |              |
|---|--|--------------|
| <b>02oELCES1</b>  | <b>Électronique</b>                                    | <b>6 Cr.</b> |
| <p>Ce cours introduit les bases de l'électronique et des circuits électroniques aux étudiants du programme génie mécanique. Ses objectifs sont de fournir un traitement concis des concepts de base des composants électroniques et de présenter aux étudiants les circuits de base analogiques et numériques. Le cours couvre les bases des diodes, semi-conductrices, transistors, amplificateurs opérationnels et leurs applications, des circuits et systèmes numériques et de l'instrumentation de base.</p> <p>Prérequis : Systèmes et réseaux électriques linéaires (02oSRLN14 ou 02oSRLC14).</p>  |  |              |
| <b>02oELFES4</b>  | <b>Éléments finis pour les applications mécaniques</b> | <b>4 Cr.</b> |
| <p>La méthode des éléments finis est une méthode de simulation numérique largement utilisée par les ingénieurs et les chercheurs dans tous les domaines techniques et scientifiques. L'objectif de ce cours est de montrer la base théorique et la mise en œuvre numérique de la méthode des éléments finis sur des problèmes empruntés de la résistance des matériaux et du transfert de chaleur. Les étudiants sont amenés à traiter de la résolution d'équations différentielles du second ordre à une et deux dimensions et à une et deux variables. La méthode de rigidité et/ou des formulations faibles sont utilisées afin d'obtenir le modèle d'éléments finis. Les applications traitent des problèmes de barres, de treillis, de poutres, d'échangeurs de chaleur, de portiques, de contraintes planes et de déformations planes en élasticité. En outre, les problèmes symétriques et asymétriques sont aussi discutés. Ce cours permet aussi aux élèves de communiquer efficacement avec les logiciels de calcul par les éléments finis (Abaqus) et savoir valider et interpréter les résultats.</p> <p>Prérequis : Méthodes numériques (02oMENE51), Résistance des matériaux (02oRDMES1).</p>   |  |              |
| <b>02oERNES5</b>  | <b>Énergies renouvelables</b>                          | <b>6 Cr.</b> |
| <p>Énergies primaires et Énergies renouvelables. Énergie et Environnement. Conversion de l'énergie hydraulique en énergie électrique. Turbines Pelton, Francis et Kaplan. Dimensionnement d'une turbine hydraulique et évaluation des coûts d'une installation. Principe de fonctionnement d'une turbine éolienne. Conversion de l'énergie du vent en énergie électrique. Distribution de Weibull. Dimensionnement d'une éolienne et évaluation des coûts d'une installation éolienne. Principes fondamentaux de la conversion de l'énergie photovoltaïque. Spectre solaire, effet de la géométrie, atténuation atmosphérique. Principales technologies de membranes (amorphe, mono et poly cristallin), rendement. Types d'installation électrique (autonome, connectée au réseau). Évaluation des rendements et des pertes d'une installation PV. Étude économique d'une installation photovoltaïque. Différentes technologies de panneaux solaires, leur mode de fonctionnement et leur efficacité et rendement. Biomasse et environnement. Voies de valorisation énergétique de la biomasse : chimique (hydrolyse, liquéfaction, pyrolyse, gazéification), thermo-chimique (méthanisation) et biologique (composte). Systèmes d'application de la biomasse pour la production de l'électricité et/ou de la chaleur. Différents types d'énergie géothermique. Dimensionnement des installations géothermique et calcul de leur performances et rendement. Stockage d'énergie et de chaleur. Les piles à combustibles, les super condensateurs, l'air comprimé, les volants d'inertie, les batteries chimiques, les stockages hydrauliques. Principe de fonctionnement. Technologies existantes. Efficacité et rendement.</p> |  |              |
| <b>02oENTES1</b>  | <b>Entrepreneurship</b>                                | <b>2 Cr.</b> |
| <p>Les écoles de commerce et les étudiants ont beaucoup travaillé sur le développement de « business plan » dans le cadre de leurs cours d'entrepreneurship « entrepreneuriat », au cours desquels de véritables entrepreneurs rédigent leur plan d'activité sur un canvas. Ces dernières années, il a été prouvé que l'activité entrepreneuriale est devenue d'une très grande importance et a plus à voir avec les affaires et la gestion. Ce cours présentera de nouvelles méthodes d'enseignement et d'apprentissage de l'entrepreneuriat pouvant être utilisées dans la vie pratique.</p>  |  |              |
| <b>02oETHES3</b>  | <b>Éthique et entreprise</b>                           | <b>4 Cr.</b> |
| <p>Le cours s'adresse aux étudiants destinés à opérer dans des entreprises publiques ou privées et touchant à tous les domaines. Il s'agit de les sensibiliser à la notion d'éthique qui devient incontournable de nos jours, vu les tendances actuelles au développement durable, à la diffusion de l'information auprès des parties prenantes et à la compétition transparente et honnête. Le cours offre aux futurs ingénieurs la possibilité d'appréhender le monde professionnel sous un angle analytique d'actualité et se démarquer ainsi par un esprit professionnel averti et responsable. Les étudiants seront enfin plus alertes quant à la démarche entrepreneuriale et la réflexion sur l'éthique qui l'accompagne.</p>  |  |              |



|   |  |              |
|---|--|--------------|
| <b>020GPRES2</b>  | <b>Gestion de projets</b>                    | <b>4 Cr.</b> |
| <p>Ce cours est une étude des théories de la gestion, mettant l'accent sur les fonctions de gestion de la planification, de la prise de décision, de l'organisation, de la direction et du contrôle. Décrire les fonctions de gestion de base et le processus de gestion. Saisir le rôle central que jouent les managers dans la gestion efficace de la diversité. Définir la communication et expliquer les obstacles à une communication efficace. Décrire les étapes du développement du groupe. Définir le processus de motivation. Expliquer les différents styles de leadership. Décrire le processus de contrôle.</p>  |  |              |
| <b>020HYDES3</b>  | <b>Hydraulique</b>                           | <b>4 Cr.</b> |
| <p>Ce cours se concentre sur les écoulements en régime permanent et transitoire dans les conduites sous pression. Le calcul des pertes de charge, l'analyse des réseaux simples et complexes, les effets des coups de bélier sont inclus. L'analyse étendue du réseau est entreprise en étudiant le fonctionnement des pompes et des turbines. L'optimisation de base du réseau hydraulique est également couverte.<br/>Prérequis : Mécanique des fluides (020MEFES1).</p>  |  |              |
| <b>020IA3ES4</b>  | <b>Intelligence artificielle</b>             | <b>4 Cr.</b> |
| <p>Étude des agents intelligents : résolution de problèmes, algorithmes de recherches en longueur et en largeur. Programmation des jeux : minimax, exptimax, savoir et raisonnement, planification, apprentissage, traitement du langage naturel, vision, robotique, les mécanismes d'inférence, les réseaux de Bayes, les processus de markov, le « Reinforcement learning » et leurS algorithmes : TD et Q. Introduction au machine Learning supervisé et non-supervisé : decision trees, réseaux de neurones, support vector machines, K-NN et EM. Ce cours comporte les notions de bases du cours Théories des graphes et recherche opérationnelle.</p>   |  |              |
| <b>020IMEES1</b>  | <b>Introduction aux machines électriques</b> | <b>4 Cr.</b> |
| <p>Principes de conversion de l'énergie. Matériaux et circuits magnétiques. Régimes triphasés équilibrés et déséquilibrés. Constitution, modélisation, mise en équation et caractéristiques externes en régime permanent de la machine à courant continu. Notion de champ tournant. Constitution, schémas équivalents et caractéristiques externes en régime permanent de la machine asynchrone et de la machine synchrone.<br/>Prérequis : Électromagnétisme (020EMENI3 ou 020EMECI3).</p>   |  |              |
| <b>020MLRES4</b>  | <b>Machine Learning</b>                      | <b>4 Cr.</b> |
| <p>Le Machine Learning (ML) est un sous-domaine de l'intelligence artificielle. C'est la science de faire apprendre à la machine par des exemples. Les principaux sujets de recherche en ML comprennent : la compréhension du langage naturel, l'interprétation des images par ordinateur, et les voitures autonomes. Dans ce cours, nous étudierons l'implémentation de différents algorithmes en utilisant Python avec Tensorflow et Keras. Nous présenterons plusieurs algorithmes tels que les arbres de décision, random forest, support vector machines, les réseaux de neurones ainsi que d'autres algorithmes.</p>  |  |              |
| <b>020MNGES4</b>  | <b>Management</b>                            | <b>4 Cr.</b> |
| <p>Ce cours est une étude des théories de la gestion, mettant l'accent sur les fonctions de gestion de la planification, de la prise de décision, de l'organisation, de la direction et du contrôle. Décrire les fonctions de gestion de base et le processus de gestion. Saisir le rôle central que jouent les managers dans la gestion efficace de la diversité. Définir la communication et expliquer les obstacles à une communication efficace. Décrire les étapes du développement du groupe. Définir le processus de motivation. Expliquer les différents styles de leadership. Décrire le processus de contrôle.</p>  |  |              |
| <b>020MEFES1</b>  | <b>Mécanique des fluides</b>                 | <b>6 Cr.</b> |
| <p>Caractéristiques des fluides. Statique. Cinématique. Équations d'équilibre des fluides (linéaire et rotationnelle). Étude des fluides visqueux. Analyse dimensionnelle et similarité. Régimes d'écoulement. Introduction aux écoulements laminaires et turbulents dans les conduites. Théorème d'Euler et Bernouilli. Équations de Navier-Stokes pour les écoulements 1D- Écoulement non visqueux. Écoulement incompressible. Analyse dimensionnelle et similarité. Introduction au flux laminaire et turbulent. Écoulement sur les corps immergés. Fluide compressible. Forces de portance et de traînée. Théorie des écoulements potentiels.<br/>Prérequis : Mécanique 2 (020MC2NI3 ou 020MC2CI3).</p> |  |              |

**020MFNES5 Mécanique des fluides numérique - CFD 4 Cr.**

La dynamique des fluides computationnelle (CFD) est une technologie basée sur une méthodologie de calcul rapide et fiable pour résoudre des problèmes complexes d'écoulement de fluide et de transfert de chaleur. Ce cours fournit une introduction aux principes fondamentaux et aux applications techniques pratiques de la CFD. Bien qu'il donne un aperçu de certaines des équations mathématiques fondamentales régissant les phénomènes d'écoulement de fluide et de transfert de chaleur, il met l'accent sur l'application des connaissances acquises dans l'utilisation pratique des codes CFD commerciaux. Le cours fournit une explication détaillée de la configuration, de l'exécution et de l'interprétation des résultats des modèles CFD pour différentes études de cas d'ANSYS Fluent®.

Prérequis : Mécanique des fluides (020MEFES1).

**020MMCES4 Mécanique des matériaux composites 4 Cr.**

Ce cours traite des matériaux composites en extension au cours de sciences des matériaux. Il expose à l'étudiant les aspects mécaniques théoriques des composites : élasticité anisotrope, théorie du laminage, matériaux de constitution des composites, procédés de fabrication, exemples d'application.

Prérequis : Résistance des matériaux (020RDME51), Introduction aux sciences des matériaux (020ISMNI2 ou 020ISMCI2).

**020MMIES5 Mécatronique et machines intelligentes 4 Cr.**

Ce cours couvre la modélisation des capteurs, le bruit des capteurs et leurs fusions, les actionneurs, la modélisation de système et la simulation informatique automatisée, l'information, la perception, la reconnaissance, la planification et le contrôle, l'architecture, la conception et le développement de machines mécatroniques intelligentes. Ce cours traite en particulier les robots mobiles autonomes. Les sujets traités incluent la modélisation de capteurs, l'estimation de l'état du véhicule, la localisation basée sur la carte, le contrôle linéaire et non linéaire, ainsi que la localisation et la cartographie simultanées.

Prérequis : Automatique linéaire (020AULES2).

**020MENES1 Méthodes numériques 4 Cr.**

Le cours initie aux techniques numériques pour résoudre différents problèmes : notions d'erreurs, propagation des erreurs, interpolation, approximation, dérivation et intégration, résolution des équations différentielles, systèmes linéaires, résolution des équations aux dérivées partielles par la méthode de différences finies, calcul de valeurs et de vecteurs propres, résolution des systèmes non linéaires. Ce cours présente les techniques des résolutions numériques des problèmes d'ingénieurs insolubles mathématiquement. À la base de la simulation numérique, les techniques présentées dans ce cours permettent aux étudiants de développer des simulateurs pour différents problèmes. Cette unité d'enseignement permettra aux étudiants de résoudre numériquement les problèmes suivants : déterminer une fonction qui approche au mieux un ensemble de points. Intégrer et dériver numériquement. Résoudre des équations différentielles et des équations aux dérivées partielles. Résoudre des systèmes linéaires et non linéaires. Calculer les éléments propres de matrices. Le cours requiert une bonne maîtrise de l'algèbre linéaire et de l'analyse. Ce cours contribue au développement de la compétence « Résoudre des problèmes complexes en ingénierie en utilisant les outils théoriques adaptés ».

Prérequis : Calculs différentiels (020CDFNI4) ou Analyse 2 (020AN2CI3), Algèbre linéaire (020ALNNI2) ou Algèbre 1 (020AL1CI2)

**020MSDES1 Modélisation des systèmes dynamiques 4 Cr.**

Modélisation mathématique des systèmes électriques et mécaniques. Simulation dans MATLAB/Simulink. Analyse des performances dynamiques par voie de simulation. Méthodes de résolution numérique. Choix des paramètres de simulation.

Prérequis : MATLAB (020MATNI4).

**020MOTES4 Moteurs thermiques 4 Cr.**

Un cours qui examine les principes fondamentaux de la conception et du fonctionnement des moteurs à combustion interne, en mettant l'accent sur les processus fluides / thermiques. Les sujets traités incluent l'analyse des phénomènes d'aspiration, de compression, de combustion, de détente, de détente et de formation de polluants ; phénomènes de transfert de chaleur et de frottement, moteurs à 2 et 4 temps, des suralimentations et des caractéristiques de performance, thermochimie des mélanges air-carburant, implications sociales de la motorisation.

Prérequis : Chimie générale (020CHGN1 ou 020CHGC1), Thermodynamique : principes et applications (020TPAES1).

**020OEPES5 Optimisation énergétique des procédés 4 Cr.**

Identification de la chaleur perdue dans les procédés industriels. Méthode de valorisation de la chaleur perdue. Consommations maximale et minimale requises. Méthode du pincement. Courbes composites et grandes courbes composites. Détermination du cahier des charges. Extraction des données. Bilan de masse et d'énergie. Conception d'un réseau d'échangeur optimal. Technologies d'échangeurs de chaleur. Fractionnement des flux et appariement cyclique. Relaxation du réseau d'échangeur. Conception complexe et rénovation. Description des systèmes de production d'énergie : principe de base et méthode de conception. Représentation sur un diagramme T-DH. Choix de l'utilité et méthode d'intégration au procédé. Procédure de détermination du pincement optimal : critères économiques simples.

Prérequis : Transfert de chaleur (020TRCES2).

**020OFPES4 Organes fluidiques de puissance 4 Cr.**

Systèmes de transmissions d'énergie et critères de choix de ces systèmes. Catégories et caractéristiques des fluides hydrauliques. Symboles graphiques et introduction aux circuits hydrauliques. Composantes passives et composantes de liaison. Composantes actives de puissance et tâches à remplir. Différentes familles de soupapes rôles et fonctions. Transmissions hydrostatiques. Commande tout ou rien. Architecture et capteurs. Logique et formulation par grafcet. Commande proportionnelle. Bilan énergétique des circuits, modes d'économie et optimisation des solutions. Familiarisation à la lecture des schémas de circuits hydrauliques. Analyse de fiabilité, détection des pannes et solutionnement. Conception d'un circuit hydraulique, critères de choix des différentes composantes et prédimensionnement, représentation et annotation des circuits. Tendances actuelles au remplacement des commandes hydrauliques par des commandes électriques.

Prérequis : Hydraulique (020HYDES3), Dessin assisté par ordinateur (020DAMNI4 ou 020DAMCI4).

**020PLBES4 Plomberie 4 Cr.**

Introduction à la norme française et à la norme américaine, définitions, les types des tuyaux de plomberie, les types des vannes, calcul des réservoirs d'eau froide, différences entre norme française et américaine, calcul de la distribution de l'eau froide, calcul de la distribution de l'eau chaude, calcul du retour de l'eau chaude, calcul des pompes de surpression, calcul des évacuations d'eaux usées, calcul des évacuations d'eaux de vannes, calcul des évacuations d'eaux pluviales, calcul des tuyaux de ventilation secondaire, introduction à NFPA 13 pour le système de sprinkler, introduction à NFPA 14 pour le système des vannes d'atterrissage et d'armoires d'incendies, introduction à NFPA 20 pour le calcul des pompes d'incendie et leurs différents types, estimation de l'énergie solaire pour le réchauffement d'une bouteille d'eau chaude.

Prérequis : Hydraulique (020HYDES3).

**020PEDES5 Pollution, environnement et durabilité 4 Cr.**

Ce cours offre un aperçu sur les causes et les effets du changement climatique mondial couvrant la science fondamentale, les impacts projetés et les approches d'atténuation. Il comprend également les méthodes disponibles pour quantifier les émissions de gaz à effet de serre, contrôler ces émissions et s'y adapter, notamment dans le secteur des systèmes CVC/chauffage des bâtiments et des matériaux de construction. Introduction au cycle du carbone naturel et anthropique, et carbone et climat. Les sujets abordent également les concepts de base des bâtiments écologiques, les matériaux écologiques pour la construction de bâtiments, la sélection de matériaux pour la conception durable, la certification des bâtiments écologiques, les méthodes d'augmentation de l'efficacité énergétique des bâtiments. De plus, le cours comprendra la quantification de la pollution Air/Eau/Sol et leurs sources, le traitement durable des eaux usées, les déchets solides (sources et impacts des déchets solides), le concept zéro déchet et le concept des 3 R.

|                  |  |              |
|------------------|--|--------------|
| <b>020PF1ES3</b> | <b>Procédés de fabrication mécanique 1</b> | <b>4 Cr.</b> |
|------------------|--|--------------|

Ce cours permet d'introduire l'étudiant à la production industrielle de pièces mécaniques. Il couvre les procédés traditionnels de mise en forme par enlèvement de matière par outil coupant à savoir l'usinage, via l'étude de la coupe droite (phénomènes physiques, paramètres, modèle de Taylor, efforts, puissance consommée), puis expose les principales opérations (tournage, fraisage 3 à 5 axes, perçage), les outils associés (caractéristiques, matériaux et angles associés), les machines d'usinage traditionnelles, les centres d'usinage à commande numérique (CNC), les gammes d'usinage et code ISO (Gcode), la fabrication assistée par ordinateur (FAO) à partir du dessin assisté par ordinateur (DAO). Le cours aborde également les procédés de mise en forme moins traditionnels (électroérosion, découpage thermique, découpe au fil, découpage au jet d'eau, pliage, etc.) ainsi que les procédés d'assemblage comme le soudage, le brasage, le freinage. Il met aussi l'accent sur les capacités et les limites des processus, le coût relatif et les directives de sélection des processus. La notion de conception simultanée est également introduite. De plus, il comprend des travaux pratiques en atelier portant sur le soudage et l'usinage sur machines conventionnelles puis sur machines à commandes numériques (Mise en place d'une gamme d'usinage depuis la DAO à la fabrication FAO).

Prérequis : Dessin assisté par ordinateur (020DAMNI4 ou 020DAMCI4).

|                  |  |              |
|------------------|--|--------------|
| <b>020PF2ES4</b> | <b>Procédés de fabrication mécanique 2</b> | <b>4 Cr.</b> |
|------------------|--|--------------|

Cours sur les traitements thermiques, la déformation, le changement de phase et le traitement de la solidification des particules métalliques, traitement de fabrication de matériaux d'ingénierie non métalliques tels que la céramique, les polymères et les composites. L'accent est mis sur les capacités et les limites des processus, les coûts relatifs et les directives de sélection des processus, le comportement des matériaux dans les conditions de traitement et les directives de fabrication.

Prérequis : Procédés de fabrication mécanique 1 (020PF1ES3).

|                  |   |              |
|------------------|---|--------------|
| <b>020PENES4</b> | <b>Production de l'énergie électrique</b> | <b>4 Cr.</b> |
|------------------|---|--------------|

Situation énergétique mondiale. Prévisions énergétiques et réserves mondiales. Formes d'énergies et mode de conversion. Génération de puissances par turbomachines. Aspects économiques et environnementaux. Secteur de l'électricité : courbe de charge, courbe monotone annuelle. Principes fondamentaux de la conversion et du transfert de l'énergie. Cycles de production d'énergie au moyen de la vapeur d'eau : notions générales sur les cycles à vapeur ; cycle de Carnot, cycle Rankine, cycle de Hirn, cycle de Hirn avec réchauffage de l'eau d'alimentation. Cycle avec resurchauffe. Condensation de la vapeur. Turbines à action à vapeur multicellulaire. Turbines multicellulaires à réaction. Turbines à plusieurs corps. Turbines à fluide non-condensable. Réglage des turbines à vapeur. Cycle simple d'une turbine à gaz. Calcul d'une turbine à gaz au point nominal. Fonctionnement d'une turbine à gaz aux charges partielles. Turbines à gaz avec régénération, compression refroidie et réchauffage. Cycles combinés gaz-vapeur. Moteurs alternatifs à combustion interne : le mécanisme coulissant à manivelle, cycle Lenoir, cycle Otto et cycle Diesel.

Prérequis : Mécanique des fluides (020MEFES1).

|                  |                          |              |
|------------------|--------------------------|--------------|
| <b>020PCPES2</b> | <b>Programmation C++</b> | <b>4 Cr.</b> |
|------------------|--------------------------|--------------|

Structure d'un programme C++ (déclaration, instructions, littéraux, opérateurs), instructions de contrôle (instructions conditionnelles et boucles), fonctions, tableaux, structures. Programmation orientée objets : classes et objets, construction, encapsulation, héritage, fonctions virtuelles, classes abstraites et polymorphisme, surcharge des opérateurs, gestion des exceptions, les fichiers, programmation générique avec les templates, la Standard Templates Library (STL), interfaces graphiques avec Qt.

Prérequis : Informatique 2 (020IF2NI3 ou 020IF2CI3).

|                 |                               |               |
|-----------------|-------------------------------|---------------|
| <b>020PFES6</b> | <b>Projet de fin d'études</b> | <b>16 Cr.</b> |
|-----------------|-------------------------------|---------------|

Le projet de fin d'études est un projet réalisé par groupes de 2 à 4 étudiants et vise à offrir une expérience pratique de conception en génie, dans le programme concerné, avec la supervision et l'approbation d'un encadrant de la Faculté. Les étudiants doivent définir le projet, préciser ses objectifs, examiner l'état des connaissances, établir ses spécifications et sélectionner une méthode de conception. Dans ce projet, les étudiants doivent mettre en œuvre les connaissances acquises dans leur formation académique et fournir un produit final qui a franchi les étapes de conception, de modélisation, d'analyse, d'essai et d'évaluation. Un rapport final et deux présentations orales constituent les principaux livrables du projet.

Prérequis : avoir validé 150 crédits.

**020PRMES4      Projet multidisciplinaire      6 Cr.**

Ce projet réunit des étudiants de différents programmes et/ou options où chaque étudiant participe à la réalisation d'une tâche en relation avec son domaine. Il vise à offrir une expérience pratique de conception, renforce leur esprit critique et développe leurs capacités de communication et de collaboration. Dans ce projet, les étudiants doivent mettre en œuvre les connaissances acquises dans leur formation académique et fournir un produit final qui a franchi les étapes de conception, de modélisation, d'analyse, d'essai et d'évaluation. Un rapport final et une présentation orale constituent les principaux livrables du projet.

**020RPEES5      Rentabilité des projets énergétiques      4 Cr.**

Le but de ce cours est de permettre aux étudiants d'appréhender, grâce à des outils économiques, la rentabilité d'un projet énergétique : mesures d'efficacité énergétique, énergie verte versus énergie grise (utile, finale, secondaire et primaire). Identification du projet énergétique et du montage financier. Notions d'investissement et de durées de vie technique et économique. Recettes et gains annuels. Calcul du temps de retour simple et du retour sur investissement. Le temps de retour énergétique. Bénéfice cumulé simple en cash-flow. Subvention et incitations financières. Inflation. Coût de l'amélioration énergétique. Coût du kWh en cash-flow. Notion d'actualisation et calcul du taux d'actualisation. Valeur actualisée et valeur acquise. Temps de retour actualisé. Valeur actualisée nette (VAN). Taux de rentabilité interne (TRI). Gains annuels en annuité constante (ANCO). Coût de combustible économisé (CCE). Coût du kWh en cash-flow et actualisée (LCE). Intégration des externalités dans le coût énergétique. Études de cas.

**020RDMES1      Résistance des matériaux      6 Cr.**

Ce cours développe les phénomènes agissant au cœur d'un solide déformable soumis à un système d'actions extérieures : hypothèses fondamentales de la théorie des poutres et de l'élasticité, caractéristiques géométriques des sections, types de contraintes, principe des sections et torseur de cohésion, loi de Hooke généralisée, sollicitations axiales (contraintes mécaniques, contraintes thermiques, et déformations), flexion des poutres (les contraintes normales, les contraintes de cisaillement, et les déplacements), la torsion des membres cylindriques (contraintes, déformations), les diagrammes de moments internes et des efforts tranchants, l'état des contraintes dans des systèmes sous charges combinées et l'analyse des contraintes dans les parois des réservoirs minces sous pression. Il traite également du calcul des contraintes principales, de la contrainte de cisaillement maximale dans le plan et de la contrainte de cisaillement maximale absolue. De plus, ce cours amène les étudiants à appréhender les différents critères de rupture statique pour les matériaux ductiles et fragiles. Prérequis : Statique pour le génie mécanique (020STMN14 ou 020STMCI4).

**020RMAES4      Résistance des matériaux avancée      4 Cr.**

Ce cours traite des problèmes de poutres, de barres, et d'arbres de transmission hyperstatiques qui sont les plus présents dans la réalité et impossibles à résoudre grâce à la statique seule. Il développe différentes méthodes de résolution (par la méthode d'intégration, le principe de superposition, Clapeyron et par les méthodes énergétiques telles que le théorème de Castigliano et le théorème des travaux virtuels). Dans ce cours, les étudiants seront en mesure de déterminer les contraintes de flexion dans des sections mixtes, les poutres en courbe, le centre de cisaillement d'une section ouverte, et le fléchissement asymétrique. Ils traiteront de l'analyse plastique de poutres en matériau élastique parfaitement plastique et de problèmes d'élasticité bidimensionnels. Prérequis : Résistance des matériaux (020RDMES1).

**020ROBES5      Robotique      4 Cr.**

Ce cours présente aux étudiants les concepts de la robotique appliqués principalement aux bras de robot. Ces concepts comprennent la modélisation de la cinématique et de la dynamique, la génération de trajectoires dans les espaces cartésiens, l'analyse de stabilité, la commande linéaire et non linéaire, ainsi qu'une vue d'ensemble de certains algorithmes adaptatifs.

**020RBMES4      Robots mobiles      4 Cr.**

Ce cours traite des robots mobiles à roues et couvre : la non-holonomie et l'intégrabilité des contraintes cinématiques, la modélisation : cinématique, dynamique et représentation de l'espace d'états et les stratégies de contrôle non linéaires (en boucle ouverte et en boucle fermée). Cinq études de cas sont couvertes : les pendules mobiles à roues semblables à des voitures, les chariots, les roues omnidirectionnelles et les robots type vélo.

|                  |                                      |              |
|------------------|--------------------------------------|--------------|
| <b>020SMAES4</b> | <b>Science des matériaux avancée</b> | <b>4 Cr.</b> |
|------------------|--------------------------------------|--------------|

Ce cours aborde les métaux et les polymères. La partie alliages ferreux et non ferreux couvre les aspects suivants : diagrammes d'équilibre industriel, traitement thermique des métaux, propriétés de surface des métaux, déformation plastique des métaux, éléments de mécanique de la rupture, relations processus-structure-propriétés. La partie polymères couvre leurs propriétés, la polymérisation et la synthèse, les techniques de caractérisation, les propriétés physiques des polymères, la viscoélasticité, les propriétés mécaniques et applications.

Prérequis : Introduction aux sciences des matériaux (020ISMNI2 ou 020ISMCI2).

|                  |  |              |
|------------------|--|--------------|
| <b>020SPMES4</b> | <b>Sélection et propriétés des matériaux</b> | <b>4 Cr.</b> |
|------------------|--|--------------|

Ce cours examine le comportement mécanique des matériaux. Les sujets abordés incluent les relations structure-propriété dans les matériaux, mécanique du continuum et notation tensorielle, théorèmes de comportement élastique, plastique, viscoélastique des matériaux, éléments de mécanique de fluage, de fatigue et de rupture.

Prérequis : Résistance des matériaux (020RDMES1).

|                  |                            |              |
|------------------|----------------------------|--------------|
| <b>020STGES5</b> | <b>Stage en entreprise</b> | <b>2 Cr.</b> |
|------------------|----------------------------|--------------|

Le stage en entreprise est un mode de formation permettant à l'étudiant l'application des connaissances acquises en cours de formation dans un milieu professionnel, l'acquisition d'aptitudes professionnelles en complément de la formation théorique et pratique, l'expérience des situations de relations humaines qui se vivent dans les différents milieux où l'ingénieur est appelé à travailler, l'occasion d'acquérir des connaissances que seul le milieu de travail peut donner, l'acquisition d'une expérience et de connaissances qui facilitent une future embauche.

|                  |                     |              |
|------------------|---------------------|--------------|
| <b>020STAES1</b> | <b>Statistiques</b> | <b>4 Cr.</b> |
|------------------|---------------------|--------------|

Hypothèses, caractéristiques d'un échantillon. Échantillonnage. Estimation. Intervalles de confiance. Contrôle statistique. Principe des tests d'hypothèses. Tests de conformité à un standard. Tests de comparaison de deux populations normales. Tests d'ajustement. Tests d'indépendance. Tests non paramétriques. Analyse de la variance. Étude de l'influence de deux facteurs. Régression linéaire : estimateurs des Moindres Carrés Ordinaires (MCO), lois des estimateurs et tests des estimateurs, corrélation et analyse de la variance, utilisation du modèle de régression en prévision.

Prérequis : Probabilités (020PRBNI4) ou Analyse 3 (020AN3CI4).

|                  |  |              |
|------------------|--|--------------|
| <b>020SPAES5</b> | <b>Systèmes de propulsion automobile</b> | <b>4 Cr.</b> |
|------------------|--|--------------|

Ce cours traite des notions de base des systèmes de transmissions et de propulsion terrestre. Consommation d'énergie et impact environnemental des moyens de transport modernes. Configuration des systèmes de propulsions de véhicules conventionnels. Principes de fonctionnement des systèmes de propulsions conventionnels. Technologies des systèmes de propulsions de véhicules électriques à batterie. Technologies des systèmes de propulsions de véhicules à piles à combustible. Technologies de chaîne de traction électrique hybride. Stop / start des systèmes de propulsions de véhicules hybrides, hybrides parallèles et hybrides série / parallèle. Principes fondamentaux du système de récupération par freinage.

Prérequis : Automobile (020AUTES3), Moteurs thermiques (020MOTES4).

|                  |                               |              |
|------------------|-------------------------------|--------------|
| <b>020SFRES5</b> | <b>Systèmes frigorifiques</b> | <b>4 Cr.</b> |
|------------------|-------------------------------|--------------|

Le froid industriel. Le cycle frigorifique. Diagramme de Mollier. La compression volumétrique. Les composants de la machine frigorifique : le compresseur. Les composants de la machine frigorifique : les échangeurs. Fluide frigorifique. La conception d'une chambre froide. Les grandeurs externes : thermostat. Les grandeurs internes : détendeurs. Les grandeurs internes : équipement de sécurité - Le dégivrage.

Prérequis : Climatisation 1 (020CL1ES3).

|   |  |              |
|---|--|--------------|
| <b>020SMEES1</b>  | <b>Systèmes mécaniques</b>                         | <b>6 Cr.</b> |
| <p>Ce cours en génie mécanique permet à l'étudiant d'établir le lien entre cinématique des solides et construction mécanique. Il couvre la modélisation et la résolution de problèmes portant sur les mécanismes constitués de solides indéformables : liaisons mécaniques normalisées et torseurs d'action et cinématiques associés, schéma cinématique, paramétrage, analyse du fonctionnement, détermination des équations de mouvement (positions, vitesses et d'accélération), calcul des efforts appliqués aux pièces et des énergies mécaniques fournies et dissipées. Il amène également les étudiants à aborder les notions fondamentales et les principes liés aux liaisons à plusieurs barres, aux engrenages et aux cames. Des modélisations des systèmes à plusieurs barres sur Solidworks seront effectuées afin d'étudier et de visualiser les mouvements des mécanismes.</p> <p>Prérequis : Dessin assisté par ordinateur (020DAMN14 ou 020DAMC14), Mécanique 2 (020MC2C13 ou 020MC2N13).</p> |  |              |
| <b>020MEMES5</b>  | <b>Systèmes micro-électro-mécaniques - MEM</b>     | <b>4 Cr.</b> |
| <p>Un cours qui traite des matériaux pour micro-capteurs et micro-actionneurs, des matériaux pour microstructures, des techniques et procédés de micro-fabrication pour le micro-usinage, la conception et le développement assistés par ordinateur de MEMS, des structures et systèmes MEMS commerciaux, le packaging pour MEMS, les tendances futures.</p> <p>Prérequis : Capteurs et instrumentations (020CEIES3).</p>   |  |              |
| <b>020SSHES5</b>  | <b>Systèmes servo-hydrauliques</b>                 | <b>4 Cr.</b> |
| <p>Cours couvre les bases de la modélisation et du contrôle des systèmes d'asservissement hydrauliques. Il fournit des bases théoriques et des techniques pratiques pour la modélisation, l'identification et le contrôle des systèmes d'asservissement hydrauliques. Les algorithmes de contrôle classiques et avancés sont discutés. L'utilisation de MATLAB / Simulink fera partie intégrante de ce cours.</p> <p>Prérequis : Mécanique des fluides (020MEFES1), Automatique linéaire (020AULES2).</p>   |  |              |
| <b>020TCOES2</b>  | <b>Techniques d'expression et de communication</b> | <b>2 Cr.</b> |
| <p>Importance de l'écrit, adaptation de la stratégie de rédaction au contexte et au lecteur, compromis entre mots techniques et degré de vulgarisation, précision des mots et expressions, pertinence des idées, esprit de synthèse, structure d'un document, fond, forme, utilisation des outils bureautiques, etc. Enjeux du verbal, contexte d'échange, nature de l'auditoire, stratégie d'échange, préparation d'une intervention orale, adaptation du langage, choix des termes appropriés, improvisation, gestion du temps de parole, maîtrise de l'attitude (intonation, émotions, hésitations, gestuelle), dépassement des difficultés linguistiques.</p>   |  |              |
| <b>020TPAES1</b>  | <b>Thermodynamique : principes et applications</b> | <b>6 Cr.</b> |
| <p>Ce cours cherche à fournir une méthodologie grâce à laquelle les étudiants considèrent les objets de l'univers physique comme des « systèmes » et leur appliquent les lois fondamentales de la conservation de la masse, de l'énergie et de l'équilibre d'entropie. Le cours couvre l'état et les propriétés thermodynamiques d'une substance pure, la conservation de l'énergie et des masses, l'entropie et la deuxième loi. Les applications impliquent des configurations fermées et des appareils de débit. Applications simples des cycles de vapeur et de gaz.</p> <p>Prérequis : Thermodynamique 1 (020TH1N12 ou 020TH1C12).</p>   |  |              |
| <b>020TRCES2</b>  | <b>Transfert de chaleur</b>                        | <b>6 Cr.</b> |
| <p>Le cours cherche à couvrir les concepts fondamentaux et les lois de la conduction, de la convection et du transfert de chaleur par rayonnement, ainsi que leur application à la solution de problèmes thermiques d'ingénierie. Le cours couvre la conduction thermique stationnaire et régime transitoire, surfaces planes, simulations numériques de la conduction dans des problèmes unidimensionnels et bidimensionnels, convection forcée externe et interne appliquée aux écoulements laminaires et turbulents, convection naturelle, principes de l'échangeur de chaleur et le rayonnement thermique, les facteurs de formes et l'échange par rayonnement entre les surfaces diffuses et grises.</p> <p>Prérequis : Introduction au transfert de chaleur (020ITCNI3) ou Thermodynamique 2 (020TH2C14).</p>   |  |              |

|                  |                      |              |
|------------------|----------------------|--------------|
| <b>020TRBES3</b> | <b>Turbomachines</b> | <b>4 Cr.</b> |
|------------------|----------------------|--------------|

Pompes centrifuges et volumétriques. Ventilateurs. Compresseurs. Turbines à gaz et à vapeur.

|                  |                              |              |
|------------------|------------------------------|--------------|
| <b>020VMEES2</b> | <b>Vibrations mécaniques</b> | <b>4 Cr.</b> |
|------------------|------------------------------|--------------|

Ce cours couvre les vibrations de systèmes à une dimension (1degré de libertés), les oscillations libres non amorties, les oscillations forcées non amorties, les oscillations amorties libres, les oscillations amorties forcées, la stabilité, la résonance et les systèmes à plusieurs degrés de libertés avec des exemples et des applications en génie mécanique. Il permet à l'étudiant de s'approprier comment modéliser un système et mener l'analyse de son comportement vibratoire. Les systèmes linéaires à plusieurs degrés de libertés sont résolus avec la méthode de superposition des modes et avec la méthode d'analyse modale. Une introduction aux systèmes non-linéaires, à la résolution par la méthode itérative et à la suppression des vibrations est aussi présentée.

Prérequis : Mécanique 2 (020MC2C13 ou 020MC2N13).

|                  |                       |              |
|------------------|-----------------------|--------------|
| <b>020VMEES2</b> | <b>Work Ready Now</b> | <b>2 Cr.</b> |
|------------------|-----------------------|--------------|

This course aims to equip students with essential soft skills and practical work experiences to excel in professional environments. Through active engagement and hands-on learning, students will develop and refine crucial skills, fostering the self-confidence needed to pursue, secure, and excel in roles aligned with their career aspirations. Work-based learning activities will prepare them for internships and entry-level positions, while digital assignments will reinforce these skills in practical contexts. Additionally, students will build a comprehensive career portfolio throughout the course, serving as a valuable tool in their transition from student to employee.