

## DIPLÔME D'INGÉNIEUR SPÉCIALITÉ GÉNIE ÉLECTRIQUE

### Langue principale d'enseignement :

Français ☒ Anglais ☐ Arabe ☐

**Campus où le programme est proposé :** Cycle préparatoire : CST, CLN, CLS, CZB – Concours et Diplôme d'ingénieur – CST

### OBJECTIFS

---

#### Objectifs – Concours génie électrique

Le programme de génie électrique 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.

#### Objectifs – Préparatoire génie électrique

Le programme de génie électrique 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.

#### Objectifs - Diplôme d'ingénieur spécialité génie électrique

Le programme de génie électrique 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


---

#### Compétences - Concours génie électrique

- Identifier, formuler et résoudre des problèmes d'ingénierie complexes en appliquant les principes d'ingénierie, de sciences et de mathématiques.
- 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.
- Communiquer efficacement avec des publics variés.
- 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.
- 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.
- Développer et mener des expériences appropriées, analyser et interpréter des données et utiliser un jugement d'ingénieur pour tirer des conclusions.
- Acquérir et appliquer de nouvelles connaissances au besoin, en utilisant des stratégies d'apprentissage appropriées.

#### Compétences - Préparatoire génie électrique

- Identifier, formuler et résoudre des problèmes d'ingénierie complexes en appliquant les principes d'ingénierie, de sciences et de mathématiques.
  - 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.

- Communiquer efficacement avec des publics variés.
- 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.
- 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.
- Développer et mener des expériences appropriées, analyser et interpréter des données et utiliser un jugement d'ingénieur pour tirer des conclusions.
- Acquérir et appliquer de nouvelles connaissances au besoin, en utilisant des stratégies d'apprentissage appropriées.

### **Compétences - Diplôme d'ingénieur spécialité génie électrique**

- Identifier, formuler et résoudre des problèmes complexes d'ingénierie en appliquant les principes d'ingénierie, de sciences et de mathématiques.
- 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.
- Communiquer efficacement avec des publics variés.
- 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.
- 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.
- Développer et mener des expériences appropriées, analyser et interpréter des données, et utiliser un jugement d'ingénieur pour tirer des conclusions.
- Acquérir et appliquer de nouvelles connaissances au besoin, en utilisant des stratégies d'apprentissage appropriées.

## **EXIGENCES DU PROGRAMME**

---

L'étudiant est tenu à choisir le parcours Concours ou le parcours Préparatoire. Une fois les deux années du parcours choisi finalisées, il rejoint le parcours Diplôme d'ingénieur de trois ans.

### **Concours génie électrique**

120 crédits : UE obligatoires (120 crédits, dont 10 pour les UE Formation générale de l'USJ)

#### **UE obligatoires (120 Cr.)**

Algèbre 1 (6 Cr.). Algèbre 2 (6 Cr.). Algèbre 3 (4 Cr.). Analyse 1 (4 Cr.). Analyse 2 (6 Cr.). Analyse 3 (4 Cr.). Analyse générale (6 Cr.). Mathématiques discrètes (6 Cr.). Chimie avancée (4 Cr.). Chimie générale (4 Cr.). Électromagnétisme (4 Cr.). Induction magnétique (2 Cr.). Mécanique 1 (6 Cr.). Mécanique 2 (4 Cr.). Optique ondulatoire (2 Cr.). Physique quantique (2 Cr.). Signaux physiques (6 Cr.). Thermodynamique 1 (6 Cr.). Thermodynamique 2 (2 Cr.). Traitement du signal (2 Cr.). Travaux pratiques de chimie générale (2 Cr.). Travaux pratiques de physique 1 (2 Cr.). Travaux pratiques de physique 2 (2 Cr.). Informatique 1 (4 Cr.). Informatique 2 (4 Cr.). Informatique 3 (2 Cr.). Systèmes et réseaux électriques linéaires (4 Cr.). Techniques digitales (4 Cr.). Travaux d'initiative personnelle encadrés (2 Cr.). Français et philosophie 1 (2 Cr.). Français et philosophie 2 (2 Cr.). Le génie au service de la communauté (2 Cr.). Les valeurs de l'USJ à l'épreuve du quotidien (2 Cr.).


#### **Préparatoire génie électrique**

120 crédits : UE obligatoires (116 crédits), UE optionnelles ouvertes (4 crédits)

UE Formation générale de l'USJ (10 crédits, peuvent appartenir à une ou plusieurs des catégories ci-dessus)

#### **UE obligatoires (116 Cr.)**

Algèbre bilinéaire et géométrie (6 Cr.). Algèbre linéaire (8 Cr.). Analyse 1 (4 Cr.). Analyse 2 (6 Cr.). Analyse générale



(6 Cr.). Calculs différentiels (6 Cr.). Complément de mathématiques (2 Cr.). Mathématiques discrètes (6 Cr.). Probabilité (4 Cr.). Chimie générale (4 Cr.). Électromagnétisme (4 Cr.). Induction magnétique (2 Cr.). Introduction au transfert de chaleur (2 Cr.). Mécanique 1 (6 Cr.). Mécanique 2 (4 Cr.). Signaux physiques (6 Cr.). Thermodynamique 1 (4 Cr.). Travaux pratiques de physique 1 (2 Cr.). Travaux pratiques de physique 2 (2 Cr.). Informatique 1 (4 Cr.). Informatique 2 (4 Cr.). Informatique 3 (4 Cr.). Matlab (2 Cr.). Projet d'initiation à l'ingénierie (2 Cr.). Systèmes et réseaux électriques linéaires (6 Cr.). Techniques digitales (6 Cr.). Le génie au service de la communauté (2 Cr.). Les valeurs de l'USJ à l'épreuve du quotidien (2 Cr.).

#### UE optionnelles ouvertes (4 Cr.)

#### Diplôme d'ingénieur spécialité génie électrique

180 crédits : UE obligatoires (154 crédits), UE optionnelles fermées (22 crédits), UE optionnelles ouvertes (4 crédits)  
UE Formation générale de l'USJ (26 crédits, peuvent appartenir à une ou plusieurs des catégories ci-dessus)

#### UE fondamentales (176 Cr.)

##### UE obligatoires (154 Cr.)

Analyse des réseaux électriques (4 Cr.). Anglais (4 Cr.). Automatique linéaire (6 Cr.). Capteurs et instrumentation (4 Cr.). Commande temporelle (4 Cr.). Comptabilité (4 Cr.). Conversion continu-alternatif (4 Cr.). Conversion continu-continu (4 Cr.). Droit des affaires (2 Cr.). Électronique analogique (6 Cr.). Électronique industrielle (6 Cr.). Électronique numérique (6 Cr.). Électrotechnique (6 Cr.). Énergies renouvelables (4 Cr.). Entraînements à vitesse variable (6 Cr.). Éthique et entreprise (4 Cr.). Gestion de projets (4 Cr.). Innovation and Design Thinking (2 Cr.). Installations électriques 1 (6 Cr.). Installations électriques 2 (4 Cr.). Machines électriques 1 (6 Cr.). Machines électriques 2 (4 Cr.). Management (2 Cr.). Modélisation des systèmes dynamiques (4 Cr.). Programmation orientée objets (6 Cr.). Signaux et systèmes (4 Cr.). Statistiques (4 Cr.). Systèmes à microprocesseurs (4 Cr.). Systèmes et commandes numériques (4 Cr.). Techniques d'expression et de communication (2 Cr.). Projet multidisciplinaire (6 Cr.). Projet de fin d'études (16 Cr.). Stage en entreprise (2 Cr.).

##### UE optionnelles fermées (22 Cr.), à choisir de la liste suivante :

Climatisation 1 (4 Cr.). Climatisation 2 (4 Cr.). Conception de circuits imprimés (4 Cr.). Conception de circuits intégrés (4 Cr.). Conception de systèmes mécatroniques (4 Cr.). Domotique (4 Cr.). Entrepreneurship (2 Cr.). Génie industriel (4 Cr.). Identification des processus (4 Cr.). Intelligence artificielle (4 Cr.). Logique floue et réseaux neuronaux (4 Cr.). Machine Learning (4 Cr.). Mécanique des fluides (4 Cr.). Méthodes numériques (4 Cr.). Optimisation (4 Cr.). Procédés industriels (4 Cr.). Production de l'énergie électrique (4 Cr.). Robotique (4 Cr.). Robots mobiles (4 Cr.). Space and Micro/Nano Satellite Technologies (4 Cr.). Systèmes à microcontrôleurs avancés (4 Cr.). Systèmes embarqués (4 Cr.). Systèmes non-linéaires (4 Cr.). Work Ready Now (2 Cr.).

#### UE optionnelles ouvertes (4 Cr.)

#### Formation générale USJ (10 de 36 Cr.) - Concours génie électrique, Préparatoire génie électrique

26 crédits additionnels sont validés au Département électricité et mécanique

Code	Intitulé de l'UE	Crédits
	<b>SCIENCES HUMAINES</b>	<b>4</b>
064VALEL1	Les valeurs de l'USJ à l'épreuve du quotidien	2
	<b>Engagement civique et citoyen</b>	<b>2</b>
020GSCC11	Le génie au service de la communauté	2
	<b>TECHNIQUES QUANTITATIVES</b>	<b>6</b>
020MADC11	Mathématiques discrètes	6

**Formation générale USJ (26 de 36 Cr.) - Diplôme d'ingénieur spécialité génie électrique**  
 10 crédits additionnels sont validés au Département des classes préparatoires

Code	Intitulé de l'UE	Crédits
	<b>ANGLAIS OU AUTRE LANGUE</b>	<b>4</b>
020ANGES4	Anglais	4
	<b>ARABE</b>	<b>4</b>
	<i>Langue et culture arabes</i>	<b>2</b>
435LALML2 435LALAL2 435LRCTL2	Une UE optionnelle ouverte à sélectionner entre : La langue arabe et les médias La langue arabe et les arts La langue arabe : le roman contemporain, le cinéma et le théâtre	2
	<i>Autre UE enseignée en arabe</i>	<b>2</b>
020DRAES5	Droit des affaires	2
	<b>SCIENCES HUMAINES</b>	<b>4</b>
	<i>Éthique</i>	<b>4</b>
020ETHES3	Éthique et entreprise	4
	<b>SCIENCES SOCIALES</b>	<b>6</b>
	<i>Insertion professionnelle et entrepreneuriat</i>	<b>2</b>
020ENTES1 020WRNES1	Une UE optionnelle fermée à sélectionner entre : Entrepreneurship Work Ready Now	2
	<i>Autre UE</i>	<b>4</b>
020GPRES2	Gestion de projets	4
	<b>TECHNIQUES DE COMMUNICATION</b>	<b>8</b>
020TCOES2	Techniques d'expression et de communication	2
020PRMES4	Projet multidisciplinaire	2 de 6
020PFES6	Projet de fin d'études	4 de 16

## PLAN D'ÉTUDES PROPOSÉ

L'étudiant est tenu à choisir le parcours Concours ou le parcours Préparatoire. Une fois les deux années du parcours choisi finalisées, il rejoint le parcours Diplôme d'ingénieur de trois ans.

### Semestre 1

Code	Intitulé de l'UE	Crédits
	<b>UE obligatoires - Concours génie électrique</b>	
020ANGC11	Analyse générale	6
020CHGC11	Chimie générale	4
020GSCC11	Le génie au service de la communauté	2
020MADC11	Mathématiques discrètes	6
020MC1C11	Mécanique 1	6
020SPHC11	Signaux physiques	6
	<b>Total</b>	<b>30</b>

	<b>UE obligatoires - Préparatoire génie électrique</b>	
020ANGNI1	Analyse générale	6
020CHGNI1	Chimie générale	4
020CMTNI1	Complément de mathématiques	2
020GSCNI1	Le génie au service de la communauté	2
020MADNI1	Mathématiques discrètes	6
020MC1NI1	Mécanique 1	6
020SPHNI1	Signaux physiques	6
	<b>Total</b>	<b>32</b>

## Semestre 2

Code	Intitulé de l'UE	Crédits
	<b>UE obligatoires - Concours génie électrique</b>	
020AL1CI2	Algèbre 1	6
020AA1CI2	Analyse 1	4
020FR1CI2	Français et philosophie 1	2
020INMCI2	Induction magnétique	2
020IF1CI2	Informatique 1	4
020TH1CI2	Thermodynamique 1	6
020TCGCI2	Travaux pratiques de chimie générale	2
020PP1CI2	Travaux pratiques de physique 1	2
	<b>Total</b>	<b>28</b>
	<b>UE obligatoires - Préparatoire génie électrique</b>	
020ALNNI2	Algèbre linéaire	8
020AA1NI2	Analyse 1	4
020INMNI2	Induction magnétique	2
020IF1NI2	Informatique 1	4
020TH1NI2	Thermodynamique 1	4
020PP1NI2	Travaux pratiques de physique 1	2
	UE optionnelle ouverte	2
	<b>Total</b>	<b>26</b>

## Semestre 3

Code	Intitulé de l'UE	Crédits
	<b>UE obligatoires - Concours génie électrique</b>	
020AL2CI3	Algèbre 2	6
020AN2CI3	Analyse 2	6
020CHACI3	Chimie avancée	4
020EMECI3	Électromagnétisme	4
020FR2CI3	Français et philosophie 2	2
020IF2CI3	Informatique 2	4

020MC2CI3	Mécanique 2	4
020OPTCI3	Optique ondulatoire	2
020TRSCI3	Traitement du signal	2
020PP2CI3	Travaux pratiques de physique 2	2
	<b>Total</b>	<b>36</b>
	<b>UE obligatoires - Préparatoire génie électrique</b>	
020ALBNI3	Algèbre bilinéaire et géométrie	6
020AN2NI4	Analyse 2	6
020EMENI3	Électromagnétisme	4
020IF2NI3	Informatique 2	4
020ITCNI3	Introduction au transfert de chaleur	2
020MC2NI3	Mécanique 2	4
020PRBNI4	Probabilité	4
020PP2NI3	Travaux pratiques de physique 2	2
	<b>Total</b>	<b>32</b>

#### Semestre 4

Code	Intitulé de l'UE	Crédits
	<b>UE obligatoires - Concours génie électrique</b>	
020AL3CI4	Algèbre 3	4
020AN3CI4	Analyse 3	4
020IF3CI4	Informatique 3	2
064VALEL1	Les valeurs de l'USJ à l'épreuve du quotidien	2
020PHQCI4	Physique quantique	2
020SRLCI4	Systèmes et réseaux électriques linéaires	4
020TEDCI4	Techniques digitales	4
020TH2CI4	Thermodynamique 2	2
020TIPCI4	Travaux d'initiative personnelle encadrés	2
	<b>Total</b>	<b>26</b>
	<b>UE obligatoires - Préparatoire génie électrique</b>	
020CDFNI4	Calculs différentiels	6
020IF3NI4	Informatique 3	4
064VALEL1	Les valeurs de l'USJ à l'épreuve du quotidien	2
020MATNI4	Matlab	2
020PIINI4	Projet d'initiation à l'ingénierie	2
020SRLNI4	Systèmes et réseaux électriques linéaires	6
020TEDNI4	Techniques digitales	6
	UE optionnelle ouverte	2
	<b>Total</b>	<b>30</b>

### Semestre 5

Code	Intitulé de l'UE	Crédits
	<b>UE obligatoires - Diplôme d'ingénieur spécialité génie électrique</b>	
020ELAES1	Électronique analogique	6
020ETCES1	Électrotechnique	6
020MSDES1	Modélisation des systèmes dynamiques	4
020CPPEs1	Programmation orientée objets	6
020SYSES2	Signaux et systèmes	4
020STAES1	Statistiques	4
020WRNES1 <b>ou</b> 020ENTES1	UE optionnelle fermée Work Ready Now <b>ou</b> Entrepreneurship	2
	<b>Total</b>	<b>32</b>

### Semestre 6

Code	Intitulé de l'UE	Crédits
	<b>UE obligatoires - Diplôme d'ingénieur spécialité génie électrique</b>	
020AULES2	Automatique linéaire	6
020ELIES2	Électronique industrielle	6
020ELNES2	Électronique numérique	6
020IE1ES2	Installations électriques 1	6
020ME1ES2	Machines électriques 1	6
020TCOES2	Techniques d'expression et de communication	2
	UE optionnelle ouverte	2
	<b>Total</b>	<b>34</b>

### Semestre 7

Code	Intitulé de l'UE	Crédits
	<b>UE obligatoires - Diplôme d'ingénieur spécialité génie électrique</b>	
020CEIES3	Capteurs et instrumentation	4
020CCCES3	Conversion continu-continu	4
020GPRES2	Gestion de projets	4
020INDES2	Innovation and Design Thinking	2
020IE2ES3	Installations électriques 2	4
020ME2ES4	Machines électriques 2	4
020SMPES3	Systèmes à microprocesseurs	4
020SCNES3	Systèmes et commandes numériques	4
	UE optionnelles fermées	4
	<b>Total</b>	<b>34</b>

## Semestre 8

Code	Intitulé de l'UE	Crédits
	<b>UE obligatoires - Diplôme d'ingénieur spécialité génie électrique</b>	
020ANGES4	Anglais	4
020CTMES4	Commande temporelle	4
020CCAES4	Conversion continu-alternatif	4
020EVVES4	Entraînements à vitesse variable	6
020PRMES4	Projet multidisciplinaire	6
	UE optionnelle ouverte	2
	UE optionnelles fermées	8
	<b>Total</b>	<b>34</b>

## Semestre 9

Code	Intitulé de l'UE	Crédits
	<b>UE obligatoires - Diplôme d'ingénieur spécialité génie électrique</b>	
020ANRES4	Analyse des réseaux électriques	4
020CMPES5	Comptabilité	4
020DRAES5	Droit des affaires	2
020ERNES6	Énergies renouvelables	4
020ETHES3	Éthique et entreprise	4
020MNGES5	Management	2
020STGES5	Stage en entreprise	2
	UE optionnelles fermées	8
	<b>Total</b>	<b>30</b>

## Semestre 10

Code	Intitulé de l'UE	Crédits
	<b>UE obligatoires - Diplôme d'ingénieur spécialité génie électrique</b>	
020PFES6	Projet de fin d'études	16
	<b>Total</b>	<b>16</b>

## DESCRIPTIFS DES UE

### Concours génie électrique

<b>020AL1CI2</b>	<b>Algèbre 1</b>	<b>6 Cr.</b>
------------------	------------------	--------------

Structures algébriques, espaces vectoriels, applications linéaires, matrices, déterminants, systèmes linéaires, espaces euclidiens.

<b>020AL2CI3</b>	<b>Algèbre 2</b>	<b>6 Cr.</b>
------------------	------------------	--------------

Ce cours, une continuation d'Algèbre 1, explore l'étude avancée des structures algébriques telles que les groupes, les anneaux et les corps. Il comprend un examen détaillé des endomorphismes, de la réduction des matrices et des sous-structures spéciales des structures algébriques, comme les idéaux. Les sujets explorés incluent la classification de matrices, le calcul des valeurs propres et des matrices équivalentes. Avec un mélange de



compréhension théorique et d'applications pratiques, les étudiants acquerront une compréhension complète de ces concepts mathématiques.

**Prérequis :** Algèbre 1 (020AL1C12)

<b>020AL3C14</b>	<b>Algèbre 3</b>	<b>4 Cr.</b>
------------------	------------------	--------------

L'Algèbre 3 est un cours avancé, divisé en deux parties principales. La première partie se concentre sur les espaces à produit scalaire, explorant des concepts tels que les produits scalaires, les vecteurs orthogonaux, les bases orthonormées et l'isométrie dans les espaces euclidiens 2 et 3-dimensionnels. Cette section approfondit également l'étude des endomorphismes symétriques et des matrices orthogonales. La seconde partie du cours introduit la théorie des probabilités, incluant les espaces probabilistes, les variables aléatoires discrètes, les distributions de probabilité et la loi des grands nombres. S'appuyant sur les fondements de l'Algèbre 2, ce cours offre aux étudiants une compréhension complète de ces disciplines mathématiques.

**Prérequis :** Algèbre 2 (020AL2C13) - Analyse 1 (020AA1C12)

<b>020AA1C12</b>	<b>Analyse 1</b>	<b>4 Cr.</b>
------------------	------------------	--------------

Analyse asymptotique : séries de Taylor – Intégration sur un segment : intégration et dérivation – Somme de Riemann – Séries réelles et complexes, séries à termes positifs, convergence et convergence absolue – Combinatoire : produit cartésien, arrangements, combinaisons, cardinalité des ensembles finis, probabilité sur un espace fini, formule de Bayes, indépendance, variables aléatoires finies.

<b>020AN2C13</b>	<b>Analyse 2</b>	<b>6 Cr.</b>
------------------	------------------	--------------

Espaces vectoriels normés : continuité, continuité uniforme et continuité lipschitzienne, compacité, applications linéaires, connexité par arcs – Intégrales généralisées : tests de convergence, convergence dominée – Fonctions de plusieurs variables : dérivées directionnelles et partielles, différentiabilité, gradient, extrema de fonctions de plusieurs variables, formes différentielles, intégrales multiples, intégrales curvilignes.

**Prérequis :** Analyse 1 (020AA1C12)

<b>020AN3C14</b>	<b>Analyse 3</b>	<b>4 Cr.</b>
------------------	------------------	--------------

Séries et familles sommables, séquences et séries de fonctions, intégration et dérivation d'une série de fonctions, séries entières, probabilité et variables aléatoires discrètes, équations différentielles linéaires et systèmes de la forme  $X' = A(t)X + B(t)$ , méthode de la variation constante, méthode de Lagrange.

**Prérequis :** Analyse 2 (020AN2C13)

<b>020ANGC11</b>	<b>Analyse générale</b>	<b>6 Cr.</b>
------------------	-------------------------	--------------

Ensemble des nombres réels, fonctions réelles, fonctions trigonométriques, fonctions logarithmiques, fonctions puissances, fonctions trigonométriques inverses, fonctions hyperboliques, équations différentielles linéaires du premier ordre, équations différentielles du second ordre à coefficients constants, suites réelles et complexes, limites et continuité des fonctions réelles, différentiabilité, théorème de Rolle, applications.

<b>020CHAC13</b>	<b>Chimie avancée</b>	<b>4 Cr.</b>
------------------	-----------------------	--------------

L'objectif global de ce cours est de fournir aux étudiants les principes de base de la thermodynamique chimique ainsi que de l'électrochimie, y compris les lois de la thermodynamique ; enthalpie, entropie, énergie interne, énergie libre, potentiel chimique, équilibre des phases, constante d'équilibre, caractérisation de l'état intensif d'un système à l'équilibre : variance d'un système à l'équilibre. Optimisation d'un processus chimique, surtension : courbes courant-potentiel, transformations spontanées, piles et électrolyseurs, potentiel mixte, potentiel de corrosion, intensité du courant de corrosion, corrosion uniforme en milieu oxygéné acide ou neutre, corrosion différentielle par hétérogénéité du support ou de l'environnement, protection contre la corrosion.

**Prérequis :** Chimie générale (020CHGC11)

<b>020CHGC11</b>	<b>Chimie générale</b>	<b>4 Cr.</b>
------------------	------------------------	--------------

Ce cours permet aux étudiants de maîtriser les équilibres acido-basiques, la méthode de la réaction prépondérante, ainsi que le calcul du pH à l'état final de l'équilibre chimique, de même que les titrages pH-métriques et

conductimétriques. Il aborde également les notions d'oxydants et de réducteurs, la pile électrochimique, les types d'électrodes, le calcul de la force électromotrice et de la capacité de la pile, le potentiel d'électrode via l'équation de Nernst, ainsi que les titrages par réaction d'oxydoréduction. Les étudiants découvrent aussi le concept d'équilibre hétérogène en solution aqueuse, l'effet de l'ion commun et de la complexation sur la solubilité, les réactions de complexation et l'influence du pH sur la solubilité. Enfin, le cours permet d'analyser les diagrammes potentiel-pH à travers des exemples selon des lignes verticales et horizontales.

<b>020EMECI3</b>	<b>Électromagnétisme</b>	<b>4 Cr.</b>
------------------	--------------------------	--------------

Ce cours commence par une étude séparée dans le cas stationnaire des champs électriques et magnétiques. Les symétries géométriques sont utilisées pour tirer parti des propriétés du flux et de la circulation d'un champ vectoriel. Les équations locales stationnaires sont introduites comme un cas particulier des équations de Maxwell. Après une présentation des équations de Maxwell et de l'énergie électromagnétique (EM), l'attention est portée sur la propagation des ondes EM dans le vide, dans les conducteurs, dans le plasma et loin d'un dipôle oscillant EM.  
**Prérequis :** Analyse générale (020ANGC1) - Signaux physiques (020SPHC1)

<b>020FR1CI2</b>	<b>Français et philosophie 1</b>	<b>2 Cr.</b>
------------------	----------------------------------	--------------

Ce cours est proposé aux étudiants en mathématiques supérieures - section Concours afin de les préparer à l'épreuve écrite de français du concours d'admission aux écoles polytechniques (Filière universitaire internationale - Formation francophone, FUI-FF). Son objectif est de fournir aux étudiants les outils académiques et didactiques nécessaires pour réussir cette épreuve d'admission.

<b>020FR2CI3</b>	<b>Français et philosophie 2</b>	<b>2 Cr.</b>
------------------	----------------------------------	--------------

Ce cours est proposé aux étudiants en mathématiques supérieures - section Concours afin de les préparer à l'épreuve écrite de français du concours d'admission aux écoles polytechniques (Filière universitaire internationale - Formation francophone, FUI-FF).  
Son objectif est de fournir aux étudiants les outils académiques et didactiques nécessaires pour réussir cette épreuve d'admission.

<b>020INMCI2</b>	<b>Induction magnétique</b>	<b>2 Cr.</b>
------------------	-----------------------------	--------------

Ce cours est nouveau pour les étudiants car ils n'avaient qu'une approche descriptive du champ magnétique au lycée. Il porte sur les applications quotidiennes : boussole, moteur électrique, alternateur, transformateur, haut-parleur, plaque d'induction, identification par radiofréquence. Le flux magnétique est introduit et la notion de dipôle magnétique d'une boucle de courant est étendue au cas des aimants.

<b>020IF1CI2</b>	<b>Informatique 1</b>	<b>4 Cr.</b>
------------------	-----------------------	--------------

Ce cours couvre les composants matériels d'un ordinateur ainsi que les concepts de base de la programmation de haut niveau en Python. Les sujets abordés incluent les composants matériels de l'ordinateur, les algorithmes, les langages de programmation, Python et l'environnement IDLE, les variables, les expressions arithmétiques et les opérateurs, les types de données primitifs, l'entrée et la sortie de données, les types de données composites intégrés, les instructions simples, les instructions de contrôle, les expressions logiques, les opérateurs relationnels et logiques, la définition et l'appel de fonctions, ainsi que les fonctions issues de modules externes.

<b>020IF2CI3</b>	<b>Informatique 2</b>	<b>4 Cr.</b>
------------------	-----------------------	--------------

Ce cours couvre les structures LIFO et FIFO. Les sujets incluent une étude systématique des algorithmes de tri existants et le calcul de leur complexité temporelle. Il aborde également les concepts de base de la programmation orientée objet et leur application à l'abstraction de données en introduisant les notions d'instanciation d'objets, d'attributs et de méthodes. Une introduction aux bases de données relationnelles est également proposée.

**Prérequis :** Informatique 1 (020IF1CI2)

<b>020IF3CI4</b>	<b>Informatique 3</b>	<b>2 Cr.</b>
------------------	-----------------------	--------------

Programmation et algorithmes avec le langage CAML (Categorical Abstract Machine Language), variables, expressions arithmétiques et opérateurs, types de données primitifs, entrée et sortie de données, types de

données composites intégrés, instructions simples, instructions de contrôle, expressions logiques, opérateurs relationnels et logiques, définition et appel de fonctions, fonctions provenant de modules externes, tableaux, programmation dynamique, structures récursives (listes, arbres), LIFO, FIFO, complexité, graphes, logique propositionnelle, automates finis déterministes et non déterministes, expressions régulières.

**Prérequis :** Informatique 1 (020IF1CI2)

<b>020GSCCI1</b>	<b>Le génie au service de la communauté</b>	<b>2 Cr.</b>
------------------	---	--------------

Ce cours vise à explorer le rôle des ingénieurs dans la société moderne, en mettant particulièrement l'accent sur l'innovation, les énergies renouvelables, les bâtiments écologiques, la conception, la sécurité alimentaire, le recyclage, et d'autres domaines pertinents pour notre quotidien. Les étudiants apprendront comment les ingénieurs peuvent exploiter leurs compétences techniques, leurs connaissances et leurs outils pour aborder et résoudre les défis sociaux et environnementaux à travers l'ingénierie.

<b>064VALEL1</b>	<b>Les valeurs de l'USJ à l'épreuve du quotidien</b>	<b>2 Cr.</b>
------------------	--	--------------

Cette unité d'enseignement vise à sensibiliser les étudiants aux valeurs fondamentales de l'Université Saint-Joseph de Beyrouth (USJ) afin de les investir dans leur vie personnelle, interpersonnelle et professionnelle. Elle les engage ainsi dans une réflexion critique sur la manière dont les valeurs inscrites dans la Charte de l'USJ peuvent influencer leurs comportements, leurs actions et leurs décisions afin de relever les défis du monde contemporain. Ils seront également conscients des enjeux globaux et des responsabilités éthiques, prêts à contribuer positivement à la construction d'une société meilleure.

<b>020MADCI1</b>	<b>Mathématiques discrètes</b>	<b>6 Cr.</b>
------------------	--------------------------------	--------------

Logique et raisonnement, théorie des ensembles, applications, relations binaires, calculs algébriques, nombres complexes, arithmétique des entiers, polynômes.

<b>020MC1CI1</b>	<b>Mécanique 1</b>	<b>6 Cr.</b>
------------------	--------------------	--------------

L'objectif principal de ce cours est de maîtriser les principes et concepts fondamentaux de la physique classique (principe d'inertie, principe fondamental de la dynamique, principe des actions réciproques, théorème travail-énergie), et de renforcer la compréhension de ces principes à travers un large éventail d'applications concrètes ou de situations réelles dans toute leur richesse, en particulier dans le domaine de l'ingénierie.

<b>020MC2CI3</b>	<b>Mécanique 2</b>	<b>4 Cr.</b>
------------------	--------------------	--------------

Le cours de Mécanique 2 vise à approfondir notre compréhension des concepts fondamentaux de la mécanique en abordant des situations plus complexes telles que les référentiels non galiléens, le frottement solide et la rotation des solides. Ces connaissances sont essentielles pour résoudre des problèmes réels et pour explorer des domaines tels que l'ingénierie et la physique. Dans la première partie du cours, nous abordons les situations où les lois de la physique ne sont pas valables dans un référentiel non galiléen, c'est-à-dire un référentiel en mouvement accéléré par rapport à un référentiel inertiel. Nous étudions les transformations des coordonnées et des vitesses dans ce type de référentiel, ainsi que les forces fictives qui apparaissent en raison de l'accélération du référentiel. Ensuite, nous nous penchons sur les phénomènes de frottement solide, qui jouent un rôle crucial dans de nombreux domaines de l'ingénierie et des sciences appliquées. Nous étudions les lois du frottement et comment elles influencent le mouvement des objets en contact. Nous explorons les différents types de frottement, tels que le frottement statique et le frottement cinétique, et analysons les conditions dans lesquelles ils se produisent. Enfin, nous examinons les solides en rotation autour d'un axe fixe. Nous étudions les moments d'inertie, les lois de conservation du moment cinétique et les équations de mouvement pour les objets en rotation.

**Prérequis :** Mécanique 1 (020MC1CI1)

<b>020OPTCI3</b>	<b>Optique ondulatoire</b>	<b>2 Cr.</b>
------------------	----------------------------	--------------

Ce cours couvre en profondeur les concepts clés de la théorie ondulatoire de la lumière. Il commence par définir les ondes sphériques et les ondes planes, ainsi que les notions fondamentales qui leur sont associées, telles que le chemin optique, l'intensité vibratoire, la surface d'onde, les trains d'ondes et la longueur de cohérence. Une attention particulière est accordée à l'interférence lumineuse par division du front d'onde, en étudiant le dispositif des fentes de Young et le montage de Fraunhofer. L'impact d'une source élargie et d'une source à faible largeur

spectrale est également examiné. Ce cours explore également l'interférence lumineuse par division d'amplitude à l'aide de l'interféromètre de Michelson. De plus, une analyse approfondie du phénomène de diffraction dans les conditions de Fraunhofer est présentée, suivie d'une étude des interférences engendrées par plusieurs ondes cohérentes et l'utilisation des réseaux de diffraction.

**Prérequis :** Signaux physiques (020SPHC1)

<b>020PHQCI4</b>	<b>Physique quantique</b>	<b>2 Cr.</b>
------------------	---------------------------	--------------

Ce cours porte sur deux aspects de la physique moderne. Le premier est basé sur la formulation de Schrödinger de la mécanique des ondes et traite de problèmes simples mais fondamentaux : particule libre, particule à potentiel unique, effet tunnel, particule dans une boîte et quantification de l'énergie. Le second est une introduction à la thermodynamique statistique où les propriétés macroscopiques d'un système doivent être liées à ses constituants microscopiques. Le facteur de Boltzmann est introduit pour le modèle d'atmosphère isotherme puis généralisé aux systèmes ayant un spectre d'énergie discret. Le théorème d'équipartition est ensuite utilisé pour évaluer la capacité thermique des gaz et des solides.

**Prérequis :** Électromagnétisme (020EMECI3)

<b>020SPHC1</b>	<b>Signaux physiques</b>	<b>6 Cr.</b>
-----------------	--------------------------	--------------

Le cours porte sur un large éventail de concepts déjà introduits au lycée : signaux périodiques, spectres, énergie électrique, loi d'Ohm, loi de Joule, lentilles, longueur d'onde, spectre lumineux, signal numérique, onde progressive, diffraction, interférences, effet Doppler, loi de Newton, énergie mécanique, oscillateur harmonique. L'idée est d'assurer une transition en douceur vers une physique plus quantitative que celle observée au lycée.

<b>020SRLCI4</b>	<b>Systèmes et réseaux électriques linéaires</b>	<b>4 Cr.</b>
------------------	--	--------------

Ce cours sert d'introduction aux principes fondamentaux de l'ingénierie électrique, en mettant l'accent sur l'analyse des circuits électriques. Les étudiants approfondiront l'analyse des réseaux résistifs, l'analyse des réseaux en courant alternatif, l'analyse transitoire, et exploreront la réponse en fréquence et les concepts de système. L'utilisation des diagrammes de Bode, Black et Nyquist sera largement abordée afin de fournir une compréhension complète des circuits électriques.

**Prérequis :** Signaux physiques (020SPHC1)

<b>020TEDCI4</b>	<b>Techniques digitales</b>	<b>4 Cr.</b>
------------------	-----------------------------	--------------

Ce cours offre aux étudiants l'opportunité de se familiariser avec les différentes méthodes de conception des systèmes numériques simples. Ils apprendront à décomposer une fonction en blocs combinatoires et séquentiels, ainsi qu'à découvrir des techniques permettant l'automatisation des procédés industriels à partir d'un cahier des charges. Le contenu du cours comprend les concepts essentiels des systèmes de numération et codes, la logique combinatoire et séquentielle, les fonctions logiques et les circuits logiques intégrés. Les étudiants exploreront également des sujets tels que le théorème de Morgan, les tables de Karnaugh, les bascules, les compteurs/décompteurs binaires synchrones et asynchrones, ainsi que les registres à décalage. Des travaux pratiques seront réalisés pour mettre en pratique ces concepts.

<b>020TH1CI2</b>	<b>Thermodynamique 1</b>	<b>6 Cr.</b>
------------------	--------------------------	--------------

Ce cours s'intéresse aux lois gouvernant les propriétés macroscopiques d'un corps pur, en recensant des notions fondamentales comme le travail, la chaleur et la température. C'est dans ce cours que l'étudiant comprend, décrit et quantifie le fonctionnement des machines thermodynamiques comme les moteurs, les réfrigérateurs et les pompes à chaleur.

<b>020TH2CI4</b>	<b>Thermodynamique 2</b>	<b>2 Cr.</b>
------------------	--------------------------	--------------

L'objectif de ce cours est de maîtriser et d'appliquer les concepts et les principes fondamentaux de la thermodynamique. Ils visent à développer des aptitudes à résoudre des problèmes concrets à l'aide de bilans énergétiques, massiques et entropiques. En effet, l'énergie sous toutes ses formes est étudiée dans diverses machines, telles que les moteurs à explosion, les turboréacteurs pour la propulsion aéronautique et navale, les turbines à gaz ou à vapeur, les centrales thermiques et les systèmes de réfrigération. Une attention particulière

est ensuite accordée aux problèmes de transferts thermiques qui ont besoin d'une maîtrise d'outils puissants (Laplacien, divergence) dans des situations concrètes. L'étudiant se familiarise avec les équations aux dérivées partielles, il apprend à manipuler la fameuse équation de la diffusion thermique avec ou sans terme de source en géométrie cartésienne, cylindrique ou sphérique.

**Prérequis :** Thermodynamique 1 (020TH1C12)

<b>020TRSC13</b>	<b>Traitement du signal</b>	<b>2 Cr.</b>
------------------	-----------------------------	--------------

Ce cours a pour objectif de permettre aux étudiants d'acquérir une compréhension approfondie des concepts clés liés au filtrage des signaux périodiques et à l'échantillonnage. Les étudiants auront l'opportunité d'approfondir leurs connaissances sur les filtres linéaires, en comprenant leur fonctionnement et en explorant l'effet des filtres du premier et du second ordre sur un signal périodique. Une attention particulière sera accordée au processus d'échantillonnage, avec une étude détaillée du théorème de Nyquist-Shannon, qui établit les conditions requises pour éviter le phénomène de repliement de spectre. De plus, les étudiants auront l'occasion de se familiariser avec le filtrage numérique.

**Prérequis :** Signaux physiques (020SPHC11)

<b>020TIPCI4</b>	<b>Travaux d'initiative personnelle encadrés</b>	<b>2 Cr.</b>
------------------	--	--------------

Dans le cadre des Travaux d'initiative personnelle encadrés (TIPE), l'étudiant réalise un travail personnel axé sur la démarche de recherche scientifique et technologique. L'accent est mis sur la nécessité de poser des questions préalables, reflétant la pratique courante des scientifiques. La démarche de recherche conduit à la création d'objets de pensée et réels, favorisant la construction des connaissances.

<b>020TCGCI2</b>	<b>Travaux pratiques de chimie générale</b>	<b>2 Cr.</b>
------------------	---	--------------

Ce cours porte sur la compréhension des dangers et des risques, ainsi que sur l'identification des consignes de sécurité appropriées. Il vise à renforcer les connaissances des étudiants concernant les procédures, les techniques et les protocoles de sécurité en laboratoire. De plus, le cours a pour objectif de développer les compétences des étudiants en analyse chimique qualitative et en titration de diverses solutions minérales, notamment les acides, les solutions alcalines et les réactions de précipitation. Les étudiants apprendront également à vérifier les informations théoriques par la détermination des concentrations à l'aide de méthodes d'analyse électrochimique telles que l'analyse spectrophotométrique. Une attention particulière sera accordée à la familiarisation avec le matériel utilisé lors de chaque séance de laboratoire et à l'acquisition de bases solides pour l'interprétation des données.

**Prérequis :** Chimie générale (020CHGCI1)

<b>020PP1CI2</b>	<b>Travaux pratiques de physique 1</b>	<b>2 Cr.</b>
------------------	--	--------------

Ce cours de travaux pratiques est conçu pour combler le fossé entre les connaissances théoriques et l'application pratique dans le domaine de l'ingénierie électrique et de la physique. Tout au long du cours, les étudiants participeront à des activités pratiques pour acquérir une compréhension approfondie de divers concepts. Les principaux sujets abordés comprennent la résonance dans les circuits RLC, l'analyse des systèmes, les mesures de circuits, la mécanique et le mouvement, le logiciel LabVIEW, les champs et les caractéristiques, les applications de l'oscilloscope, l'oscillateur à un degré de liberté, la focométrie et les systèmes optiques. En résumé, ce cours de travaux pratiques est conçu pour doter les étudiants des compétences nécessaires pour appliquer les connaissances théoriques dans des scénarios réels, favorisant ainsi une compréhension globale des concepts d'ingénierie électrique et de physique.

<b>020PP2CI3</b>	<b>Travaux pratiques de physique 2</b>	<b>2 Cr.</b>
------------------	--	--------------

Ce cours permet aux étudiants de consolider leurs connaissances théoriques, en les mettant en pratique à travers une variété de sujets. Ils auront l'opportunité d'explorer des domaines tels que les circuits électriques, les filtres linéaires, l'analyse de Fourier, l'analyse fréquentielle, le tube de Thomson, la conduction thermique, la loi de Stefan-Boltzmann, l'oscillateur à deux degrés de liberté, la diffraction et les interférences, ainsi que la polarisation.

**Prérequis :** Travaux pratiques de physique 1 (020PP1CI2)



## Préparatoire génie électrique

<b>020ALBN13</b>	<b>Algèbre bilinéaire et géométrie</b>	<b>6 Cr.</b>
------------------	--	--------------

Le cours d'Algèbre bilinéaire vise à donner aux étudiants une solide compréhension des concepts fondamentaux de la réduction des endomorphismes, des espaces préhilbertiens et des endomorphismes des espaces euclidiens. Les étudiants qui suivent ce cours acquerront une maîtrise des techniques de réduction des matrices et des endomorphismes, ainsi que de leurs applications pratiques telles que le calcul de la puissance d'une matrice, la résolution des systèmes de suites récurrentes linéaires et l'utilisation de suites récurrentes linéaires pour l'exponentiation des matrices. En addition, cette UE explore les espaces préhilbertiens en mettant l'accent sur des notions clés telles que le produit scalaire, l'orthogonalité et les projections orthogonales. Les étudiants apprendront à utiliser ces concepts pour résoudre des problèmes d'orthonormalisation. Enfin, les étudiants apprennent les isométries du plan, notamment les translations, les rotations et les réflexions, ainsi qu'aux isométries de l'espace.

**Prérequis :** Algèbre linéaire (020ALNN12)

<b>020ALNN12</b>	<b>Algèbre linéaire</b>	<b>8 Cr.</b>
------------------	-------------------------	--------------

Ce cours permet aux étudiants de manipuler les nombres complexes et d'exploiter leurs propriétés pour effectuer des calculs et résoudre des équations. Ils développent également une compréhension des transformations géométriques, telles que les translations, les rotations et les homothéties. Cette UE initie les étudiants aux espaces vectoriels et à comprendre les concepts d'indépendance linéaire, de base et de dimension. Les applications linéaires et les matrices occupent une place centrale dans ce cours. Ils étudient les propriétés des applications linéaires en apprenant à trouver le noyau et l'image de ces applications et à identifier les endomorphismes, les automorphismes et les isomorphismes. Les étudiants apprennent également à représenter ces applications à l'aide de matrices. En plus, ils maîtriseront le calcul des déterminants, qui jouent un rôle clé dans l'étude des systèmes linéaires et de leurs solutions.

<b>020AA1N12</b>	<b>Analyse 1</b>	<b>4 Cr.</b>
------------------	------------------	--------------

Le cours d'Analyse 1 vise à approfondir la compréhension des concepts fondamentaux de l'analyse mathématique, permettant aux étudiants d'appliquer ces connaissances à des problèmes plus avancés. Il couvre les développements limités pour l'approximation et l'étude locale des fonctions. Les étudiants acquièrent également des compétences en matière de primitives et d'intégrales impropres, ce qui leur permet de les manipuler efficacement. Enfin, le cours aborde les séries numériques, en enseignant aux étudiants comment déterminer leur convergence ou divergence à l'aide de critères spécifiques. L'ensemble de ces apprentissages prépare les étudiants à résoudre des problèmes mathématiques complexes.

<b>020AN2N14</b>	<b>Analyse 2</b>	<b>6 Cr.</b>
------------------	------------------	--------------

Cette matière a pour objectif d'approfondir la compréhension des concepts avancés de l'analyse mathématique. Elle englobe différents domaines, tels que la convergence simple et uniforme des suites et séries de fonctions. De plus, elle explore en détail les séries de puissances, en étudiant leurs rayons de convergence, leurs propriétés et leur relation avec les fonctions analytiques. L'analyse complexe est également introduite, offrant une étude des fonctions d'une variable complexe, qui revêt une grande importance dans diverses applications. Enfin, le cours aborde les séries de Fourier, qui sont utilisées pour représenter des fonctions périodiques en utilisant des combinaisons linéaires de fonctions de sinus et de cosinus. Cette connaissance approfondie prépare les étudiants à aborder des concepts plus avancés dans les domaines des mathématiques appliquées, de la physique théorique, de l'ingénierie et d'autres disciplines connexes.

**Prérequis :** Analyse 1 (020AA1N12)

<b>020ANGN11</b>	<b>Analyse générale</b>	<b>6 Cr.</b>
------------------	-------------------------	--------------

Ce cours permet aux étudiants d'acquérir une compréhension approfondie des concepts de base de l'analyse tels que les limites, la continuité, la dérivation, les fonctions usuelles, les suites numériques, l'ensemble des nombres réels et les équations différentielles. Il vise à permettre aux étudiants de maîtriser les techniques de calcul relatives aux limites, à la dérivation et à la résolution des équations différentielles linéaires du premier et second ordre. Il permet l'exploration des fonctions circulaires réciproques et hyperboliques. De plus, ce cours favorise le développement des compétences en raisonnement mathématique. Les étudiants apprendront à

formuler des arguments cohérents, à justifier leurs étapes de calcul et à démontrer des résultats mathématiques. En complétant ce cours, les étudiants obtiennent une base solide pour aborder des cours plus avancés en mathématiques, en physique et en ingénierie.

<b>020CDFNI4</b>	<b>Calculs différentiels</b>	<b>6 Cr.</b>
------------------	------------------------------	--------------

Ce cours est une exploration approfondie des équations différentielles et des systèmes d'EDO. Les concepts de base tels que les normes vectorielles, les sous-espaces, les bases et les boules ouvertes et fermées seront bien détaillés. Les étudiants explorent également les notions de convergence et d'équivalence entre les normes. Ce cours aborde aussi la topologie en introduisant les concepts de base tels que les ensembles ouverts et fermés, les points adhérents et les points intérieurs. Ensuite, une partie importante est consacrée à l'étude des fonctions de plusieurs variables afin d'explorer les concepts d'extrema et de fonctions implicites. Enfin, les étudiants apprennent à calculer les intégrales doubles et triples à l'aide de différentes méthodes telles que les coordonnées cartésiennes, polaires et cylindriques. Les concepts et les techniques, étudiés dans ce cours, sont essentiels pour développer des compétences analytiques avancées et pour résoudre des problèmes mathématiques complexes.

**Prérequis :** Analyse générale (020ANGNI1)

<b>020CHGNI1</b>	<b>Chimie générale</b>	<b>4 Cr.</b>
------------------	------------------------	--------------

Ce cours permet aux étudiants de maîtriser les équilibres acido-basiques, la méthode de la réaction prépondérante, le calcul de pH à l'état final de l'équilibre chimique ainsi que les titrages pH-métriques. En outre, ce cours permet d'acquérir des notions sur les oxydants et les réducteurs, la pile électrochimique et le type d'électrodes, le calcul de la force électromotrice et la capacité de la pile, le potentiel de l'électrode à travers l'équation de Nernst ainsi que le titrage par réaction d'oxydoréduction. Les étudiants apprennent aussi le concept de l'équilibre hétérogène en solution aqueuse, l'effet de l'ion commun, la complexation et le pH sur la solubilité d'un solide. Finalement, ce cours permet d'analyser des diagrammes de potentiel-pH à travers d'exemples selon des frontières verticales et horizontales.

<b>020CMTNI1</b>	<b>Complément de mathématiques</b>	<b>2 Cr.</b>
------------------	------------------------------------	--------------

Ce cours permet aux étudiants d'acquérir les compétences nécessaires pour résoudre des problèmes mathématiques élémentaires. Ils apprennent des sujets clés tels que les fonctions réciproques et inverses, les suites numériques, les fonctions circulaires, ainsi que les intégrales définies et indéfinies. En étudiant les fonctions composées et réciproques, les étudiants développeront une compréhension de la relation entre les différentes fonctions et apprendront à décomposer et à reconstruire des fonctions plus complexes. De plus, ce cours introduira les étudiants aux suites numériques, en particulier les suites arithmétiques et géométriques. Une autre composante essentielle de ce cours est l'étude des fonctions trigonométriques fondamentales, telles que le sinus, le cosinus et la tangente. Enfin, ce cours abordera les intégrales en explorant leurs propriétés, la technique d'intégration par parties, la méthode de changement de variable, ainsi qu'une application fondamentale : le calcul d'aires.

<b>020EMENI3</b>	<b>Électromagnétisme</b>	<b>4 Cr.</b>
------------------	--------------------------	--------------

Ce cours explore les champs électrostatiques et magnétostatiques créés par des distributions de charges et de courants. Les étudiants explorent les symétries, établissent les champs et les potentiels dans des cas simples, puis étudient les équations de Maxwell. Le cours couvre également la conservation de la charge, les relations entre le champ électrique et magnétique ainsi que la propagation des ondes électromagnétiques dans le vide.

**Prérequis :** Analyse générale (020ANGNI1) - Signaux physiques (020SPHNI1)

<b>020INMNI2</b>	<b>Induction magnétique</b>	<b>2 Cr.</b>
------------------	-----------------------------	--------------

Ce cours explore les principes fondamentaux de l'induction magnétique et de ses applications. Il aborde différents sujets comme le champ magnétique, la loi de Faraday, l'induction électromagnétique, la loi de Lenz, les transformateurs, etc. Le cours aborde également différentes applications pratiques de l'induction magnétique, telles que les générateurs électriques, les moteurs électriques, les bobines d'induction, les capteurs magnétiques, etc. Les étudiants acquerront les bases nécessaires pour comprendre et analyser les phénomènes d'induction magnétique dans diverses applications. Ces concepts sont essentiels dans de nombreux domaines, notamment l'électrotechnique, l'électronique, l'électromagnétisme, la production d'énergie, les télécommunications, etc.

<b>020IF1NI2</b>	<b>Informatique 1</b>	<b>4 Cr.</b>
------------------	-----------------------	--------------

Ce cours aborde les composants matériels d'un ordinateur et les concepts de base de la programmation de haut niveau en utilisant Python. Les sujets traités incluent les composants matériels de l'ordinateur, les algorithmes, les langages de programmation, Python et l'environnement IDLE, les variables, les expressions arithmétiques et les opérateurs, les types de données primitifs, l'entrée et la sortie de données, les types de données composites intégrés, les instructions simples, les instructions de contrôle, les expressions logiques, les opérateurs relationnels et logiques, la définition et l'appel de fonctions, les fonctions provenant de modules externes.

<b>020IF2NI3</b>	<b>Informatique 2</b>	<b>4 Cr.</b>
------------------	-----------------------	--------------

Ce cours permet aux étudiants de maîtriser la manipulation des structures de données du langage Python et d'acquérir des concepts avancés de la programmation structurée tout en apprenant la gestion d'exceptions. En outre, ce cours initie les étudiants aux principes de la programmation orientée objet en Python et son application dans l'abstraction et l'encapsulation des données en introduisant les concepts de l'instanciation des classes, de la visibilité des membres, de l'héritage et du polymorphisme. Les étudiants apprennent aussi à créer des interfaces graphiques avec la librairie standard de Python (tkinter) en utilisant les éléments graphiques les plus communs dans le cadre d'applications simples et autonomes.

**Prérequis :** Informatique 1 (020IF1NI2)

<b>020IF3NI4</b>	<b>Informatique 3</b>	<b>4 Cr.</b>
------------------	-----------------------	--------------

Ce cours aborde des concepts avancés de programmation en Python. Il comprend une étude systématique des algorithmes de tri existants et de la manière de calculer leur complexité temporelle. Le cours explore l'application de la récursivité aux algorithmes de tri dotés d'une structure récursive. Il couvre également la gestion des fichiers pour enregistrer ou lire des données structurées ou non structurées, la création et la manipulation de bases de données relationnelles, la construction d'interfaces en ligne de commande, l'utilisation de bibliothèques spécialisées pour le calcul scientifique et l'analyse de données, ainsi que la connexion à des sites distants pour récupérer ou soumettre des données via des interfaces de programmation (API).

**Prérequis :** Informatique 1 (020IF1NI2)

<b>020ITCN13</b>	<b>Introduction au transfert de chaleur</b>	<b>2 Cr.</b>
------------------	---	--------------

Ce cours explore les principes fondamentaux des mécanismes de transfert de chaleur tels que la conduction, la convection et le rayonnement, en mettant l'accent sur la conduction thermique. L'objectif est d'établir le bilan thermique et d'appliquer les lois de Fourier pour déterminer l'équation de la chaleur. De plus, les étudiants seront capables de calculer la résistance thermique de différents systèmes, ce qui est essentiel pour la conception de systèmes de transfert de chaleur efficaces. Ce cours d'introduction au transfert de chaleur fournit les bases nécessaires pour comprendre et analyser les phénomènes de transfert de chaleur dans une variété de systèmes. Cela est essentiel dans de nombreux domaines tels que l'ingénierie thermique, la science des matériaux, la thermodynamique, etc.

**Prérequis :** Thermodynamique 1 (020TH1NI2).

<b>020GSCNI1</b>	<b>Le génie au service de la communauté</b>	<b>2 Cr.</b>
------------------	---	--------------

Ce cours vise à explorer le rôle des ingénieurs dans la société moderne, en mettant particulièrement l'accent sur l'innovation, les énergies renouvelables, les bâtiments écologiques, la conception, la sécurité alimentaire, le recyclage, et d'autres domaines pertinents pour notre quotidien. Les étudiants apprendront comment les ingénieurs peuvent exploiter leurs compétences techniques, leurs connaissances et leurs outils pour aborder et résoudre les défis sociaux et environnementaux à travers l'ingénierie.

<b>064VALEL1</b>	<b>Les valeurs de l'USJ à l'épreuve du quotidien</b>	<b>2 Cr.</b>
------------------	--	--------------

Cette unité d'enseignement vise à sensibiliser les étudiants aux valeurs fondamentales de l'Université Saint-Joseph de Beyrouth (USJ) afin de les investir dans leur vie personnelle, interpersonnelle et professionnelle. Elle les engage ainsi dans une réflexion critique sur la manière dont les valeurs inscrites dans la Charte de l'USJ peuvent influencer leurs comportements, leurs actions et leurs décisions afin de relever les défis du monde contemporain. Ils seront également conscients des enjeux globaux et des responsabilités éthiques, prêts à contribuer positivement à la construction d'une société meilleure.



<b>020MADN1</b>	<b>Mathématiques discrètes</b>	<b>6 Cr.</b>
-----------------	--------------------------------	--------------

Logique propositionnelle - Raisonnement mathématique - Ensembles - Relations - Nombres naturels, induction - Applications - Calcul algébrique - Coefficient binomial et triangle de Pascal - Polynômes - Arithmétique des entiers.

<b>020MATN14</b>	<b>Matlab</b>	<b>2 Cr.</b>
------------------	---------------	--------------

Ce cours couvre plusieurs aspects clés de Matlab et Simulink, avec un accent particulier sur le calcul symbolique en analyse et en algèbre, ainsi que le calcul matriciel, la programmation, et une introduction à Simulink. Les étudiants auront l'opportunité d'explorer en profondeur les fonctionnalités avancées de Matlab, en mettant l'accent sur son utilisation dans les différents domaines de l'ingénierie. L'analyse symbolique permet aux étudiants de manipuler des expressions mathématiques complexes, de simplifier des équations, de calculer des dérivées et des intégrales et de résoudre des systèmes d'équations symboliques. Les étudiants apprendront à manipuler des matrices et des vecteurs et à effectuer des opérations matricielles essentielles. En outre, le cours couvre également des aspects pratiques de la programmation Matlab, en enseignant aux étudiants comment écrire des scripts et des fonctions personnalisées. Enfin, le cours offre une introduction à Simulink, l'environnement graphique de Matlab dédié à la modélisation et à la simulation de systèmes dynamiques.

**Prérequis :** Analyse générale (020ANGN1) - Informatique 1 (020IF1N12)

<b>020MC1N1</b>	<b>Mécanique 1</b>	<b>6 Cr.</b>
-----------------	--------------------	--------------

La mécanique du point de vue matériel est une branche de la physique qui étudie le mouvement des objets en les considérant comme des points de masse sans dimensions. Elle simplifie l'étude des systèmes physiques en négligeant les dimensions et la structure interne des objets, en se concentrant uniquement sur leur mouvement global. Dans ce cas, on suppose que l'objet étudié est ponctuel, c'est-à-dire qu'il n'a pas de dimensions spatiales significatives, ce qui simplifie les calculs en considérant uniquement la masse de l'objet et sa position dans l'espace. Les principes fondamentaux de la mécanique du point matériel reposent sur les lois de Newton, qui décrivent le lien entre la force appliquée sur un objet, sa masse et son mouvement. En utilisant ces principes, on peut analyser le mouvement d'un point matériel en étudiant les forces appliquées, la masse de l'objet et les conditions initiales. La mécanique du point matériel constitue une base essentielle pour comprendre les concepts plus avancés de la mécanique classique, tels que la cinématique, la dynamique, les lois du mouvement, l'énergétique, etc.

<b>020MC2N13</b>	<b>Mécanique 2</b>	<b>4 Cr.</b>
------------------	--------------------	--------------

La mécanique des solides est une branche de la mécanique qui étudie le mouvement et l'équilibre des objets considérés comme des corps rigides. Un corps rigide est un objet dont les différentes parties ne se déforment pas les unes par rapport aux autres lorsqu'il est soumis à des forces externes. Ce cours traite des lois de la mécanique des systèmes pour aborder le cas particulier des solides. Cela permet aux étudiants de savoir appliquer les différentes méthodes de détermination du centre de masse d'un solide et d'étudier son mouvement de translation et/ou de rotation autour d'un axe fixe. Une fois la définition du torseur en mécanique donnée avec toutes les lois qui en dérivent, les étudiants maîtrisent dans cette matière l'application des lois statiques, dynamiques et énergétiques pour traiter un problème compliqué de mécanique.

**Prérequis :** Mécanique 1 (020MC1N1)

<b>020PRBN14</b>	<b>Probabilité</b>	<b>4 Cr.</b>
------------------	--------------------	--------------

Ce cours vise à permettre aux étudiants d'acquérir une connaissance approfondie des concepts fondamentaux de la théorie des probabilités. Ce cours offre aux étudiants l'occasion de maîtriser les techniques de calcul des probabilités. Au cours de l'UE, les étudiants seront initiés aux différents aspects des probabilités, en commençant par les dénombrements. Ils apprennent les techniques de combinaison, de permutation et d'arrangement. Ensuite, ils explorent les notions permettant de comprendre et de manipuler les probabilités sur un ensemble dénombrable (le vocabulaire probabiliste, le théorème de limite monotone et l'inégalité de Boole, le conditionnement, les probabilités composées, les probabilités totales et la formule de Bayes). Le cours se concentrera également sur les variables aléatoires discrètes, permettant aux étudiants de modéliser et d'analyser des phénomènes aléatoires à l'aide de lois de probabilité. Enfin, les variables aléatoires continues seront abordées, avec une étude approfondie des fonctions de répartition, de l'espérance, de la variance et des lois usuelles.

**Prérequis :** Analyse 1 (020AA1N12)

<b>020PIINI4</b>	<b>Projet d'initiation à l'ingénierie</b>	<b>2 Cr.</b>
------------------	---	--------------

Ce cours vise à inculquer aux étudiants un sens des responsabilités similaire à celui des chercheurs et ingénieurs, en introduisant et en développant leurs compétences dans le processus de recherche scientifique. Il cherche également à intégrer les efforts de recherche scientifique et technologique, et à faciliter le développement d'éléments conceptuels et tangibles qui contribuent activement au processus continu de création de connaissances, allant de l'idéation à la conception, et, dans certains cas, à la réalisation.

<b>020SPHNI1</b>	<b>Signaux physiques</b>	<b>6 Cr.</b>
------------------	--------------------------	--------------

Ce cours vise à fournir aux étudiants une compréhension approfondie des concepts fondamentaux liés aux circuits linéaires et à la propagation des signaux. Les étudiants exploreront les notions des : oscillateurs harmoniques, ondes progressives, interférences, lois générales de l'électrocinétique, notations complexes, Impédances et admittances, filtres linéaires. Ils acquerront les connaissances nécessaires pour analyser et résoudre des problèmes liés à ces domaines.

<b>020SRLNI4</b>	<b>Systèmes et réseaux électriques linéaires</b>	<b>6 Cr.</b>
------------------	--	--------------

Ce cours sert d'introduction aux principes fondamentaux de l'ingénierie électrique, en mettant l'accent sur l'analyse des circuits électriques. Les étudiants approfondiront l'analyse des réseaux résistifs, l'analyse des réseaux en courant alternatif et l'analyse transitoire, et exploreront la réponse en fréquence et les concepts de système. L'utilisation des diagrammes de Bode, Black et Nyquist sera largement abordée afin de fournir une compréhension complète des circuits électriques.

**Prérequis :** Signaux physiques (020SPHNI1)

<b>020TEDNI4</b>	<b>Techniques digitales</b>	<b>6 Cr.</b>
------------------	-----------------------------	--------------

Ce cours offre aux étudiants l'opportunité de se familiariser avec les différentes méthodes de conception des systèmes numériques simples. Ils apprendront à décomposer une fonction en blocs combinatoires et séquentiels, ainsi qu'à découvrir des techniques permettant l'automatisation des procédés industriels à partir d'un cahier des charges. Le contenu du cours comprend les concepts essentiels des systèmes de numération et de codes, la logique combinatoire et séquentielle, les fonctions logiques et les circuits logiques intégrés. Les étudiants exploreront également des sujets tels que le théorème de Morgan, les tables de Karnaugh, les bascules, les compteurs/décompteurs binaires synchrones et asynchrones, ainsi que les registres à décalage. Des travaux pratiques seront réalisés pour mettre en pratique ces concepts.

<b>020TH1NI2</b>	<b>Thermodynamique 1</b>	<b>4 Cr.</b>
------------------	--------------------------	--------------

Ce cours permet aux étudiants de maîtriser les principaux concepts de la thermodynamique. Il commence par une introduction aux différents états de la matière et aux échelles d'étude. Ensuite, il explore l'état d'un système thermodynamique, les équations d'état et l'énergie interne. Les transformations d'un système thermodynamique et le premier principe de la thermodynamique sont également étudiés, en mettant l'accent sur le travail des forces de pression et les transferts thermiques. Le second principe de la thermodynamique et le concept d'entropie sont présentés, avec des applications. Le cours aborde également l'étude thermodynamique des transitions de phase.

<b>020PP1NI2</b>	<b>Travaux pratiques de physique 1</b>	<b>2 Cr.</b>
------------------	--	--------------

Ce cours de travaux pratiques est conçu pour combler le fossé entre les connaissances théoriques et l'application pratique dans le domaine de l'ingénierie électrique et de la physique. Tout au long du cours, les étudiants participeront à des activités pratiques pour acquérir une compréhension approfondie de divers concepts. Les principaux sujets abordés comprennent la résonance dans les circuits RLC, l'analyse des systèmes, les mesures de circuits, la mécanique et le mouvement, le logiciel LabVIEW, les champs et les caractéristiques, les applications de l'oscilloscope, l'oscillateur à un degré de liberté, la focométrie et les systèmes optiques. En résumé, ce cours de travaux pratiques est conçu pour doter les étudiants des compétences nécessaires pour appliquer les connaissances théoriques dans des scénarios réels, favorisant ainsi une compréhension globale des concepts d'ingénierie électrique et de physique.

<b>020PP2NI3</b>	<b>Travaux pratiques de physique 2</b>	<b>2 Cr.</b>
------------------	--	--------------

Ce cours permet aux étudiants de consolider leurs connaissances théoriques en les mettant en pratique à travers une variété de sujets. Ils auront l'opportunité d'explorer des domaines tels que les circuits électriques, les filtres linéaires, l'analyse de Fourier, l'analyse fréquentielle, le tube de Thomson, la conduction thermique, la loi de Stefan-Boltzmann, l'oscillateur à deux degrés de liberté, la diffraction et les interférences, ainsi que la polarisation.

**Prérequis :** Travaux pratiques de physique 1 (020PP1NI2)

### Diplôme d'ingénieur spécialité génie électrique

<b>020ANRES4</b>	<b>Analyse des réseaux électriques</b>	<b>4 Cr.</b>
------------------	--	--------------

Généralités sur les réseaux de distribution de l'énergie électrique. Historique. Rappel sur les concepts énergétiques. Bases de calcul et valeurs réduites. Modélisation d'un réseau électrique. Composants d'une ligne électrique. Calcul des résistances, inductances et capacités linéiques. Effets de la fréquence. Notions de Circular Mil, GMR et GMD. Caractéristiques des conducteurs d'aluminium renforcés d'acier (ACSR). Étude des lignes en régime permanent. Modèle nominal en  $\pi$  d'une ligne. Pertes de puissance. Rendement. Régulation de tension. Impédance caractéristique et puissance caractéristique d'une ligne. Écoulement de puissance. Compensation réactive. Étude des défauts de court-circuit. Composantes symétriques. Séquences directes, inverse et homopolaire. Application à l'étude de la stabilité. Choix des disjoncteurs. Surtension et coordination de l'isolement. Isolation externe et interne. Prise en compte de la pollution. Méthodes statistiques et semi-statistiques. Réseau de transport à courant continu. Avantages et faiblesses. Principaux composants. Fonctionnement. Commande et réglage. Étude des grands réseaux. Représentation matricielle. Matrice d'admittance nodale. Techniques de résolution numérique. Algorithmes de Gauss-Seidel et de Newton-Raphson. Simulations numériques des grands réseaux sous Matlab.

<b>020ANGES4</b>	<b>Anglais</b>	<b>4 Cr.</b>
------------------	----------------	--------------

Ce cours vise à développer l'esprit critique, la lecture, l'expression orale et l'écriture. Il met l'accent sur la synthèse des sources pour la rédaction d'un mémoire de recherche et sa soutenance devant un public. L'accent est mis sur la lecture analytique de différents types de textes requis dans les disciplines, ainsi que sur la synthèse de sources variées pour produire un texte écrit et le présenter oralement.

<b>020AULES2</b>	<b>Automatique linéaire</b>	<b>6 Cr.</b>
------------------	-----------------------------	--------------

Cette unité d'enseignement couvre les concepts de base de l'automatique linéaire : I) Étude des systèmes linéaires du 1er et du 2nd ordre : réponses aux entrées usuelles (réponses indicielle, 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).

**Corequis :** Électronique (020ELCES1) ou Électronique analogique (020ELAES1)

<b>020CEIES3</b>	<b>Capteurs et instrumentation</b>	<b>4 Cr.</b>
------------------	------------------------------------	--------------

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, tachymètres à courant continu, tachymètres à courant alternatif, tachymètres à réluctance variable, tachymètres optiques. 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)

<b>020CL1ES3</b>	<b>Climatisation 1</b>	<b>4 Cr.</b>
<p>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.</p> <p><b>Prérequis :</b> Mécanique des fluides (020MEFES1) ou Mécanique des fluides 1 (020MF1ES1) et introduction au transfert de chaleur (020ITCEN13) ou Thermodynamique 2 (020TH2NI3 ou 020TH2CI4)</p>		
<b>020CL2ES4</b>	<b>Climatisation 2</b>	<b>4 Cr.</b>
<p>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.</p> <p><b>Prérequis :</b> Climatisation 1 (020CL1ES3)</p>		
<b>020CTMES4</b>	<b>Commande temporelle</b>	<b>4 Cr.</b>
<p>Ce cours 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.</p> <p><b>Prérequis :</b> Automatique linéaire (020AULES2)</p>		
<b>020CMPE5</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>020PCBES5</b>	<b>Conception de circuits imprimés</b>	<b>4 Cr.</b>
<p>Ce cours présente les principes fondamentaux de la conception de circuits imprimés (CI) en utilisant des outils logiciels d'EDA industriels. Les étudiants apprendront les concepts clés, les outils et les techniques utilisés dans la conception de CI, notamment la capture de schémas, le placement des composants, le routage, les règles de conception et les considérations liées à la fabrication. Le cours abordera également des sujets tels que l'intégrité du signal, les effets parasites, le couplage, le contrôle d'impédance et la distribution des lignes d'alimentation.</p> <p><b>Prérequis :</b> Électronique numérique (020ELNES2)</p>		
<b>020CCIES4</b>	<b>Conception de circuits intégrés</b>	<b>4 Cr.</b>
<p>Introduction au flux de fabrication et de conception des circuits intégrés, amplificateurs multi-étage, miroirs de courant, charges actives, concept de polarisation, signaux différentiels, amplificateurs différentiels, réponse en fréquences des circuits analogiques, stabilité des circuits AO rebouclés, circuits commutés, simulation des circuits analogiques sur logiciel EDA avancé, introduction aux notions de bruit et de non-linéarité.</p> <p><b>Prérequis :</b> Électronique numérique (020ELNES2)</p>		
<b>020CSMES4</b>	<b>Conception de systèmes mécatroniques</b>	<b>4 Cr.</b>
<p>Ce cours propose une introduction approfondie à la mécatronique et aux systèmes à microcontrôleurs, en mettant</p>		

l'accent sur l'intégration des composants mécaniques, de l'électronique et du contrôle basé sur les données. Les étudiants apprendront à associer conception mécanique, microcontrôleurs, capteurs et systèmes de commande pour concevoir et réaliser des solutions mécatroniques adaptées à diverses applications. Ils participeront également à un projet de groupe visant à mettre en pratique ces compétences dans des situations concrètes, développant ainsi à la fois leur expertise technique et leur aptitude au travail collaboratif.

**Prérequis :** Capteurs et instrumentations (020CEIES3)

<b>020CCES3</b>	<b>Conversion continu-continu</b>	<b>4 Cr.</b>
-----------------	-----------------------------------	--------------

Généralités. Rappel sur les familles de convertisseurs. Place de la conversion continu-continu dans les applications industrielles. Rappel sur les principaux semi-conducteurs de puissance utilisés dans la conversion continu-continu : structure, caractéristiques statiques et dynamiques, circuits de protection et d'aide à la commutation, circuit de commande. Variateurs à courant continu. Fonctions de base. Hacheurs série et parallèle. Application à la commande en vitesse d'un moteur à courant continu. Alimentations à découpage non isolées. Structures de base. Hacheurs abaisseurs, élévateurs et inverseurs. Fonctionnement en conduction continue et discontinue. Dimensionnement des composants. Alimentations isolées. Forward à un interrupteur, asymétrique et à sorties multiples. Push-pull série, parallèle et en pont complet. Fly-back à une ou plusieurs sorties, en continuité ou en discontinuité de flux. Modélisation mathématique des alimentations à découpage. Technique de modélisation : Méthode des générateurs moyens. Méthode du modèle d'état moyen. Méthode de la série de Fourier. Linéarisation. Modèles statique et dynamique en « petits signaux ». Fonctions de transfert. Conception du système de réglage. Choix des paramètres des régulateurs. Détermination du pire cas pour la commande.

**Prérequis :** Électronique industrielle (020ELIES2)

<b>020CCAES4</b>	<b>Conversion continu-alternatif</b>	<b>4 Cr.</b>
------------------	--------------------------------------	--------------

Généralités. Rappel sur les familles de convertisseurs. Place des onduleurs dans les applications industrielles. Composants semi-conducteurs utilisés. Onduleurs monophasés. Onduleur avec un transformateur à point milieu. Onduleur en demi-pont. Onduleur en pont complet. Onduleurs triphasés. Notes sur les onduleurs multi-niveaux. Techniques de commande. Commande pleine onde décalée. Commande MLI sinus-triangle. Principes de la surmodulation. Commande unipolaire et bipolaire d'un pont monophasé complet. Modulation phase par phase d'un onduleur triphasé. Modulation suboptimale. Modulation partielle. Commande vectorielle d'un onduleur triphasé. Modulation précalculée. Commande d'un onduleur en pont monophasé par déphasage des commandes des deux demi-ponts. Modulation sigma-delta et modulation delta. Notes sur le filtrage des grandeurs d'entrée et de sortie. Dimensionnement des filtres. Convertisseurs alternatif-continu à facteur de puissance élevé. Principes de filtrage et de mise en forme des courants de source. Filtrage passif versus filtrage actif. Topologies monophasées uni et bidirectionnelles. Circuits de correction du facteur de puissance. Topologies triphasées directes. Topologie à six interrupteurs. Redresseur de Vienne. Topologies indirectes. Redresseur de Minnesota. Redresseur triphasé à injection active de courant. Techniques de commande : commande à fréquence fixe versus commande par bascules à hystérésis. Modélisation et réglage des redresseurs actifs. Simulations numériques et vérification des performances. Imperfections de fonctionnement. Problème de saturation de commande.

**Prérequis :** Conversion continu-continu (020CCES3)

<b>020DOMES3</b>	<b>Domotique</b>	<b>4 Cr.</b>
------------------	------------------	--------------

La domotique est l'ensemble des techniques de l'électronique, de la physique du bâtiment, de l'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 ou les lieux publics.

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

<b>020DRAES5</b>	<b>Droit des affaires</b>	<b>2 Cr.</b>
------------------	---------------------------	--------------

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.

<b>020ELAES1</b>	<b>Électronique analogique</b>	<b>6 Cr.</b>
------------------	--------------------------------	--------------

Ce cours couvre les principaux composants électroniques à faible consommation : 1) Semi-conducteurs de type P et de type N – jonction P-N 2) Diodes : caractéristiques et circuits d'application (limitation, redressement, etc.), diode Zener (régulation), diode électroluminescente 3) Transistor bipolaire : fonctionnement en régime continu (caractéristiques I-V, polarisation, droite de charge), fonctionnement en régime alternatif (circuits amplificateurs), synthèse de circuits amplificateurs, transistor bipolaire utilisé comme interrupteur 4) Transistors MOSFET : caractéristiques I-V, fonctionnement en régime résistif et en amplification 5) Amplificateur opérationnel (AO) : modèle comportemental et imperfections, circuits d'application (amplificateurs inverseur / non-inverseur, intégrateurs, suiveur de tension, filtres actifs) 6) Comparateur : caractéristiques, performances, limitations et applications.

**Prérequis :** Systèmes et réseaux électriques linéaires (020SRLNI4 ou 020SRLCI4)

<b>020ELIES2</b>	<b>Électronique industrielle</b>	<b>6 Cr.</b>
------------------	----------------------------------	--------------

Ce cours permet l'étude des points suivants: Aspect énergétique des signaux temporels - Interrupteurs de puissance (diodes, thyristors, triacs, transistor bipolaire, MOSFET, IGBT, GTO, etc.) : caractéristiques, fonctionnement en commutation, circuit de commande, critères de choix, protections - Introduction aux convertisseurs de puissance de type AC-DC, DC-AC, DC-DC, AC-AC - Redresseurs assistés par le réseau alternatif de type monophasé à quatre thyristors et triphasé à six thyristors : formes d'ondes, grandeurs caractéristiques, aspect énergétique - Autres topologies : aspect énergétique, avantages/inconvénients - Bureau d'études : cahier des charges, chaîne de conversion d'énergie, dimensionnement des composants, protections thermique et électriques.

**Prérequis :** Électronique analogique (020ELAES1).

<b>020ELNES2</b>	<b>Électronique numérique</b>	<b>6 Cr.</b>
------------------	-------------------------------	--------------

Introduction à la technologie des circuits intégrés. Circuits intégrés numériques à base de transistor MOS, caractéristiques des circuits CMOS, briques de base CMOS, conception au niveau transistor de fonctions et portes logiques, Interfaçage des Circuits intégrés numériques.

Systèmes numériques et analogiques : échantillonnage, quantification, codage et interrupteurs analogiques, convertisseurs analogique numérique et numérique analogique et leurs circuits (résistif pondéré, R/2R, SAR, Flash). Introduction aux circuits mémoire : terminologie, architecture, ROM, SRAM, DRAM, assemblage de circuits mémoire.

**Prérequis :** Électronique analogique (020ELAES1)

<b>020ETCES1</b>	<b>Électrotechnique</b>	<b>6 Cr.</b>
------------------	-------------------------	--------------

Principes de conversion de l'énergie - Présentation d'une chaîne de conversion de l'énergie - Matériaux de l'électrotechnique : matériaux isolants, conducteurs, magnétiques - Circuits magnétiques en régimes linéaire et saturé. Fuites magnétiques et incidence de la présence d'un entrefer - Transformateur monophasé: transformateur parfait, couplage magnétique, modélisation du couplage magnétique réel par les méthodes des fuites partielles et totales, constitution d'un transformateur monophasé, schémas équivalents d'un transformateur monophasé, grandeurs nominales, plaque signalétique, grandeurs réduites, détermination des éléments du schéma équivalent à partir des essais expérimentaux, exploitation du schéma équivalent pour étudier le fonctionnement du transformateur à vide, en court-circuit et en charge, fonctionnements anormaux d'un transformateur monophasé - Circuits électriques fonctionnant en régime sinusoïdal triphasé équilibré et déséquilibré : rappels sur le régime sinusoïdal, schéma monophasé étoile équivalent, calculs et mesures de puissances, méthode des composantes symétriques - Transformateur triphasé : introduction aux normes, constitution, couplage des enroulements, indice horaire, schémas équivalents, grandeurs nominales, plaque signalétique, grandeurs réduites, fonctionnement à vide, en court-circuit et en charge, détermination des éléments du schéma monophasé étoile équivalent à partir des essais expérimentaux, fonctionnements anormaux d'un transformateur triphasé.

**Prérequis :** Électromagnétisme (020EMENI3 ou 020EMECI3), Systèmes et réseaux électriques linéaires (020SRLNI4 ou 020SRLCI4)

<b>020ERNES6</b>	<b>Énergies renouvelables</b>	<b>4 Cr.</b>
------------------	-------------------------------	--------------

Ce cours présente un état-des-lieux des avancées technologiques en énergies renouvelables et de leurs applications. Le but est d'expliquer le potentiel et les caractéristiques de ces énergies, notamment dans le domaine de la production d'électricité. Des questions clés sont abordées telles que la nature de ces ressources énergétiques, leurs méthodes de transformation, ainsi que leurs différentes formes d'utilisation.

Dans ce cours, les participants exploreront des sujets spécifiques, notamment les principes du rayonnement solaire, les composants, la conception, la sélection et le dimensionnement des systèmes photovoltaïques. Cette UE explore également l'origine et la puissance du vent, les composants des systèmes éoliens, la conception et le contrôle des turbines, les aspects électriques des éoliennes, les bases de la sélection et du dimensionnement des systèmes éoliens, ainsi qu'un aperçu sur les structures de contrôle et des techniques de raccordement au réseau. Le cours présente également les technologies des systèmes de stockage par batterie, leur structure, leur principe de fonctionnement, leurs performances et leur efficacité, les cycles de charge/décharge des batteries, les systèmes de gestion de batterie (BMS), les modèles de batteries, les techniques d'égalisation, ainsi qu'une introduction aux piles à combustible.

<b>020EVVES4</b>	<b>Entraînements à vitesse variable</b>	<b>6 Cr.</b>
------------------	---	--------------

Nécessité de la vitesse variable - Machine à courant continu à vitesse variable : réversibilité totale, convertisseur quatre quadrants sans circulation de courant, boucle de courant, boucle de vitesse - Modélisation et types d'alimentations du moteur asynchrone : équations en valeurs réduites, modèle simplifié à fréquences élevées, commande en tension, commande en courant, convertisseurs associés au moteur asynchrone - Commandes scalaire, vectorielle et DTC de la machine asynchrone - Modélisation de la machine synchrone en vue de la commande - Alimentation par le réseau triphasé - Commande en couple de la machine synchrone : autopilotage et commande vectorielle - Commande en vitesse de la machine synchrone - bureau d'études sur Matlab/Simulink.  
**Prérequis :** Automatique linéaire (020AULES1), Machines électriques 2 (020ME2ES4)

<b>020ENTES1</b>	<b>Entrepreneurship</b>	<b>2 Cr.</b>
------------------	-------------------------	--------------

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 », durant lesquels 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.

<b>020ETHES3</b>	<b>Éthique et entreprise</b>	<b>4 Cr.</b>
------------------	------------------------------	--------------

Le cours s'adresse aux étudiants destinés à opérer dans des entreprises publiques ou privées 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.

<b>020GPRES2</b>	<b>Gestion de projets</b>	<b>4 Cr.</b>
------------------	---------------------------	--------------

Une gestion de projet efficace garantit la réalisation d'un projet dans les délais, dans le respect du budget et avec une qualité irréprochable. Les techniques spécifiques permettant d'atteindre ces trois objectifs ne sont pas toujours évidentes. Ce cours vise à enseigner aux étudiants ces techniques efficaces et à leur faire acquérir diverses compétences pour gérer le budget, le calendrier et la qualité des projets dont ils sont ou seront responsables.

<b>020IPRES5</b>	<b>Identification des processus</b>	<b>4 Cr.</b>
------------------	-------------------------------------	--------------

Ce cours consiste à étudier les différentes techniques permettant d'identifier un système inconnu dans le but de réaliser un contrôle automatisé, selon les points suivants : Modélisation d'un système (type de modèles, méthodes de représentation, méthodes de conversion continu/discret) - Approximation d'un bruit par un signal binaire pseudo-aléatoire - Identification de modèles non-paramétriques dans les domaines temporel (réponse

impulsionnelle par déconvolution numérique et par la méthode de corrélation) et fréquentiel (par transformée de Fourier et par analyse spectrale) - Identification d'un modèle paramétrique par la méthode des moindres carrés et ses dérivées (récurifs, pondérés, généralisés, etc.) - Aspects pratiques de l'identification (choix de l'entrée d'excitation, ordre du système à identifier, validation du modèle obtenu, identification en boucle fermée, passage d'un modèle non-paramétrique à un modèle paramétrique, etc.).

**Prérequis :** Signaux et systèmes (020SYSES2)

<b>020INDES2</b>	<b>Innovation and Design Thinking</b>	<b>2 Cr.</b>
------------------	---------------------------------------	--------------

This course is designed to cultivate a creative mindset and the practices essential for driving innovation. Students will explore the nature of creativity and the sources of groundbreaking ideas. The course emphasizes that fostering the belief in one's creative potential is the first step toward becoming an innovative thinker and leader. It also covers strategies for enhancing creative confidence and empowering others to adopt this mindset. Additionally, students will be introduced to the design thinking process, a proven methodology for systematic innovation. The course guides students through each stage of design thinking, from identifying needs and building empathy to generating insights, prototyping, and experimenting. Ultimately, the course focuses on cultivating an innovative mindset within professional environments and learning how to inspire and lead others in the pursuit of creative solutions.

<b>020IE1ES2</b>	<b>Installations électriques 1</b>	<b>6 Cr.</b>
------------------	------------------------------------	--------------

Équipement électrique, interrupteurs, sectionneurs, contacteurs, fusibles, disjoncteurs, disjoncteur différentiel, relais thermiques. Câbles (types, dimensionnement). Schémas électriques (raccordement de contacteur, disjoncteur, fusibles et dessins). Batteries, éclairage : physique de base, lumière et couleur, unités de mesure, types de lampes (ballasts et ballasts HID, décharge à haute intensité (HID)), techniques de calcul, introduction au logiciel « DIALux ». Cours d'AutoCAD.

**Prérequis :** Électrotechnique (020ETCES1)

<b>020IE2ES3</b>	<b>Installations électriques 2</b>	<b>4 Cr.</b>
------------------	------------------------------------	--------------

Calcul de la consommation électrique et estimation de la puissance. Éclairage, prises de courant, dimensionnement des sorties pour la climatisation. Calcul du courant de court-circuit (en tenant compte des transformateurs, de l'impédance des câbles). Dimensionnement des disjoncteurs et interrupteurs, installation des câbles (différents niveaux de protection). Schémas de mise à la terre (disjoncteur différentiel), paratonnerre, parafoudre. Alimentation de secours, onduleurs. Systèmes basse tension (téléphone, données, vidéosurveillance, télévision, musique, vidéophone, etc.). Tableaux électriques (consommation réelle). Alimentation auxiliaire. Schémas de distribution verticale et dessins. Devis quantitatif estimatif. Logiciels (DIALux, Ecodial et AutoCAD).

**Prérequis :** Installations électriques 1 (020IE1ES2)

<b>020IA2ES4</b>	<b>Intelligence artificielle</b>	<b>4 Cr.</b>
------------------	----------------------------------	--------------

Ce cours vise à étudier les agents dotés d'intelligence artificielle. Il présente plusieurs méthodes de mise en œuvre de ces agents, allant des agents de réflexe simples aux agents basés sur l'utilité, ainsi qu'aux agents d'apprentissage. Nous commençons par aborder les recherches gloutonnes et A\*, l'implémentation de jeux à l'aide des algorithmes minimax et expectimax, les processus de décision markoviens (MDP) et l'apprentissage par renforcement (RL). Nous introduisons ensuite les réseaux bayésiens et plusieurs algorithmes d'apprentissage automatique que nous pouvons appliquer en télédétection.

<b>435LALAL2</b>	<b>La langue arabe et les arts</b>	<b>2 Cr.</b>
------------------	------------------------------------	--------------

Cette unité d'enseignement propose une immersion progressive dans la langue et la culture arabes et permet aux étudiants de développer des compétences linguistiques fondamentales, tout en explorant des thématiques culturelles diversifiées.

Objectifs spécifiques :

- Explorer les formes d'expression artistique arabe dans leur diversité.
- Comprendre la place de l'art dans la culture et l'identité arabes.



<b>435LALML2</b>	<b>La langue arabe et les médias</b>	<b>2 Cr.</b>
------------------	--------------------------------------	--------------

Cette unité d'enseignement propose une immersion progressive dans la langue et la culture arabes et permet aux étudiants de développer des compétences linguistiques fondamentales, tout en explorant des thématiques culturelles diversifiées.

Objectifs spécifiques :

- Comprendre le paysage médiatique arabe et analyser son rôle dans la société contemporaine.
- Développer des compétences d'analyse critique des médias en arabe.

<b>435LRCTL2</b>	<b>La langue arabe : le roman contemporain, le cinéma et le théâtre</b>	<b>2 Cr.</b>
------------------	---	--------------

Cette unité d'enseignement propose une immersion progressive dans la langue et la culture arabes et permet aux étudiants de développer des compétences linguistiques fondamentales, tout en explorant des thématiques culturelles diversifiées.

Objectifs spécifiques :

- Approfondir la connaissance des grandes œuvres littéraires et cinématographiques arabes.
- Développer une capacité d'analyse critique et de débat en arabe.

<b>020LFLES5</b>	<b>Logique floue - Réseaux neuronaux</b>	<b>4 Cr.</b>
------------------	--	--------------

Introduction à l'intelligence artificielle. Application à la commande des processus complexes. La logique floue. Fondements historiques. Notions de sous-ensembles flous. Opérations sur les sous-ensembles flous. Les  $\alpha$ -coupes. Principe d'extension. Normes et conormes triangulaires. Relations floues. Quantités floues. Variable linguistique. Modificateurs linguistiques. Propositions floues. Quantificateurs flous. Caractéristiques de la logique floue. Implications floues. Modus ponens généralisé. Commande floue. Fuzzification et défuzzification. Règles d'inférence. Agrégation. Méthodes de Mamdani et de Larsen. Simulations numériques avec Fuzzy Toolbox de Matlab. Réseaux de neurones artificiels. Généralités. Historique. Fondements biologiques. Modèles d'un neurone. Architectures de réseaux neuronaux. Paradigmes et lois d'apprentissage. Mémoire associative. Matrice de corrélation. Correction d'erreur. Le Perceptron. Théorème de convergence de l'algorithme d'apprentissage. Mesure de performance. Algorithme LMS. Equations de Wiener-Hopf. Méthode de la descente du gradient. Convergence. Paramètres d'apprentissage. Adaline. Perceptrons multicouches. Algorithme de rétropropagation de l'erreur. Amélioration de l'algorithme. Problème de surdimensionnement. Validation croisée. Application à l'identification de fonctions. Algorithme de Levenberg-Marquardt. Fonctions à base radiale. Problème d'interpolation. Théorie de régularisation. Réseaux RBF généralisés. Stratégies d'apprentissage. Application des réseaux neuronaux à l'identification et au réglage des processus dynamiques non-linéaires. Simulations numériques avec Neural Networks Toolbox de Matlab.

<b>020MLRES4</b>	<b>Machine Learning</b>	<b>4 Cr.</b>
------------------	-------------------------	--------------

This course introduces machine learning (ML), a subfield of artificial intelligence focused on enabling machines to learn from examples. It explains that the goal of ML is to create computers that can learn autonomously, and covers main research topics, including computer vision, natural language processing, and precision medicine for personalized treatments. This course provides students with a basic understanding of ML algorithms and hands-on ML engineering experience using realistic datasets through Python implementations with libraries such as Scikit-learn, TensorFlow, and Keras.

<b>020ME1ES2</b>	<b>Machines électriques 1</b>	<b>6 Cr.</b>
------------------	-------------------------------	--------------

Constitution, modélisation, mise en équation et caractéristiques externes en régime permanent de la machine à courant continu - Champs tournants - Machine asynchrone : constitution, modélisation, mise en équation, schémas équivalents et caractéristiques externes en régime, détermination des éléments du schéma monophasé étoile équivalent à partir des essais expérimentaux - Machine synchrone : constitution, modélisation, mise en équation, schémas équivalents et caractéristiques externes en régime permanent de la machine synchrone à pôles lisses, notion de stabilité, détermination des éléments du schéma monophasé étoile équivalent à partir des essais expérimentaux - Introduction aux entraînements à vitesse variable.

**Prérequis :** Électrotechnique (020ETCES1)

<b>020ME2ES4</b>	<b>Machines électriques 2</b>	<b>4 Cr.</b>
------------------	-------------------------------	--------------

Le cours de Machines électriques 2 s'articule autour de quatre axes : I) Transformateurs : étude des transformateurs spéciaux - Transformateurs en régime déséquilibré - Régimes transitoires des transformateurs - Fonctionnement en parallèle des transformateurs - Applications sous Matlab. II) Machines à courant continu : mise en équation de la MCC en régime transitoire - Exploitation des équations en régime transitoire non saturé. III) Machines asynchrones : fonctionnement en génératrice et en frein - Machines asynchrones spéciales : monophasées, à double cage et à encoches profondes - Modélisation de la machine asynchrone en régime transitoire et applications. IV) Machines synchrones : rappels sur les champs tournants - Modélisation dynamique des machines synchrones : à pôles lisses, à pôles saillants, avec ou sans amortisseurs - Étude du régime transitoire en mode alternateur et applications.

**Prérequis :** Machines électriques 1 (020ME1ES2)

<b>020MNGES5</b>	<b>Management</b>	<b>2 Cr.</b>
------------------	-------------------	--------------

Ce cours est une étude des théories de la gestion et met 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.

<b>020MEFES2</b>	<b>Mécanique des fluides</b>	<b>4 Cr.</b>
------------------	------------------------------	--------------

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 Bernoulli - 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.

**Prérequis :** Mécanique 2 (020MC2NI3 ou 020MC2CI3)

<b>020MENES1</b>	<b>Méthodes numériques</b>	<b>4 Cr.</b>
------------------	----------------------------	--------------

Introduction au calcul numérique, analyse et propagation des erreurs, logiciels de calcul, interpolation et approximation, intégration et dérivation, résolution numérique des équations différentielles, méthode des différences finies, matrices, résolution des systèmes linéaires, décomposition matricielle, valeurs propres et vecteurs propres, systèmes d'équations non linéaires.

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

<b>020MSDES1</b>	<b>Modélisation des systèmes dynamiques</b>	<b>4 Cr.</b>
------------------	---	--------------

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).

<b>020PRNES4</b>	<b>Procédés industriels</b>	<b>4 Cr.</b>
------------------	-----------------------------	--------------

This course covers the following: Programmable Logic Controllers (PLC) - Distributed Control Systems (DCS) - Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA) - Human Machine Interface (HMI) - Remote Terminal Unit (RTU) - Fieldbus (MODBUS, PROFIBUS, PROFINET, HART) - CPU memory (executive, system, data, program) - Memory types (RAM, ROM, EPROM, EEPROM) - Data type (input, output, digital, analog) - SCADA architecture (field level, automation level, management level) - Intelligent Electronic Devices (IED) - Communication (message, sender, receiver, master, slave, serial, parallel) - Transmission (simplex, duplex, point to point, multipoint, guided, unguided) - Topology (mesh, star, bus, ring, hybrid) - Transmission media (twisted pair, coaxial, patch cable, crossover cable, fiber optic) - Data coding - Operational Block (OB) - Function (FC) - Function Block (FB) - DataBlock (DB) - Scan cycle - Interrupt - MODBUS data types (discrete input, coil, input register, holding register).

<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 internes : le mécanisme coulissant à manivelle, cycle Lenoir, cycle Otto et cycle Diesel.

**Prérequis :** Mécanique des fluides (020MEFES1) ou Mécanique des fluides 1 (020MF1ES1)

<b>020CPPEs1</b>	<b>Programmation orientée objets</b>	<b>6 Cr.</b>
------------------	--------------------------------------	--------------

La syntaxe du langage C/C++ : déclarations typées de variables, lecture du clavier, écriture vers l'écran, expressions, conversion de types implicite et explicite, branchements conditionnels, différentes formes de boucles, fonctions et prototypes, passage de paramètres, surcharge, std : vector, std : string, C array, C string, tableaux multidimensionnels, typedef, résolution de dépendances cycliques, structures, déclaration de références, pointeurs et allocation dynamique de la mémoire. Gestion manuelle de la mémoire (manual memory management) : différence entre l'allocation statique et dynamique de la mémoire, pile vs. tas (stack vs. heap), C alloc/free et C++ new/delete, common segmentation fault errors, copie profonde, pointeurs à la C, unique\_ptr, shared\_ptr. Le paradigme orienté objets : abstraction et encapsulation, héritage, polymorphisme. Spécificité du langage C++. Environnement de développement. Compilation. Versionnement du code. Génération de documentation, introduction aux interfaces graphiques C++ de Qt.

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

<b>020PFEEs6</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 visant 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.

<b>020PRMES4</b>	<b>Projet multidisciplinaire</b>	<b>6 Cr.</b>
------------------	----------------------------------	--------------

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 et à renforcer 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.

<b>020ROBES5</b>	<b>Robotique</b>	<b>4 Cr.</b>
------------------	------------------	--------------

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.

<b>02oRBMES4</b>	<b>Robots mobiles</b>	<b>4 Cr.</b>
------------------	-----------------------	--------------

Ce cours traite des robots mobiles à roues. Le cours couvre : la non-holonomie et l'intégrabilité des contraintes cinématiques ; modélisation : cinématique, dynamique et représentation de l'espace d'états ; et 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>02oSYSES2</b>	<b>Signaux et systèmes</b>	<b>4 Cr.</b>
------------------	----------------------------	--------------

Ce cours couvre les concepts de base de traitement et d'analyse des signaux et des systèmes continus et discrets comme la transformée de Fourier, les distributions, la décomposition en série de Fourier des signaux périodiques, le théorème de Parseval, les systèmes linéaires et invariants, le filtrage linéaire des signaux continus, les distorsions linéaires et non-linéaires, l'échantillonnage, la transformée en Z, la transformée de Fourier à temps discret, les fenêtres de troncatures, la transformée de Fourier discrète (TFD), la transformée de Fourier Rapide (FFT), les filtres numériques récursifs et non récursifs, la synthèse des filtres récursifs et non-récursifs.

**Prérequis :** Calculs différentiels (02oCDFNI4) ou Analyse 2 (02oAN2CI3)

<b>02oSSTES4</b>	<b>Space and Micro/Nano Satellite Technologies</b>	<b>4 Cr.</b>
------------------	--	--------------

This course covers the following: Micro/nano satellite mission, orbits design and analysis, subsystem scheme, micro/nano satellite configuration design, system performance determination and analysis, reliability and safety analysis technical processes of satellite development, attitude system determination and control, design of the micro/nano satellite integrated electronic system, architecture of micro/nano satellite integrated electronic and relevant technical specifications, concept of micro/nano satellite testing description, ground station types and related softwares, STK tracker software design and implement (tabletop) a nanosatellite of type Cubesat 1U using commercial components and boards.

**Prérequis :** Électronique analogique (02oELAES1), Mécanique 1 (02oMC1NI1 ou 02oMC1CI1)

<b>02oSTGES5</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 vécues 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 ainsi que l'acquisition d'une expérience et de connaissances qui facilitent une future embauche.

<b>02oSTAES1</b>	<b>Statistiques</b>	<b>4 Cr.</b>
------------------	---------------------	--------------

Ce cours offre une base rigoureuse en inférence statistique, dotant les étudiants des outils nécessaires pour prendre des décisions éclairées à partir de données. Il commence par une révision des variables aléatoires et des lois de probabilité, avant d'établir la distinction entre les statistiques descriptives et les statistiques inférentielles. Les étudiants exploreront les concepts clés des distributions d'échantillonnage et apprendront à construire et interpréter des intervalles de confiance pour les moyennes, les variances et les proportions. Le cours aborde ensuite les techniques d'estimation des paramètres, notamment la méthode des moments et l'estimation par maximum de vraisemblance. Dans la seconde partie, l'accent est mis sur la théorie et l'application des tests d'hypothèses statistiques pour différents types de paramètres et de lois. Les étudiants analyseront des situations concrètes impliquant des tests sur les moyennes, les variances, les proportions, l'indépendance et l'adéquation à une loi. Le cours se termine par une introduction à la régression linéaire et aux tests statistiques non paramétriques.

**Prérequis :** Probabilité (02oPRBNI4) ou Analyse 3 (02oAN3CI4)

<b>02oSAMES5</b>	<b>Systèmes à microcontrôleurs avancés</b>	<b>4 Cr.</b>
------------------	--	--------------

Introduction aux systèmes embarqués - Introduction à la famille STM32 de MCU et STM32CubeIDE - Principes d'interprétation des schématis pour les applications embarquées - Présentation et tests pratiques des périphériques MCU : ADC, DAC, Advanced timers, PWM, UART, I2C, SPI, DMA, SDIO, USB – Introduction au système d'exploitation en temps réel (RTOS) – Introduction à l'apprentissage automatique sur les MCU et TinyML.

**Prérequis :** Systèmes à microprocesseurs (02oSMPE3)

<b>020SMPE3</b>	<b>Systèmes à microprocesseurs</b>	<b>4 Cr.</b>
-----------------	------------------------------------	--------------

Différence entre un microprocesseur, un microcontrôleur et un DSP - Architecture d'un microprocesseur et réalisation d'une carte minimale - Architecture du microcontrôleur 18F2520 - Mise en œuvre des mémoires ROM, RAM et DATA EEPROM - Étude des registres spéciaux - Modes d'adressages - Les entrées sorties - Les interruptions - Les timers - Le convertisseur analogique numérique - Le port série asynchrone - La lecture de la mémoire de programme - Les comparateurs - Le chien de garde - Le mode sleep - Le Low Voltage Detect - L'oscillateur - Les mots de configuration - Conception, simulation et réalisation d'un système à microprocesseurs.

**Prérequis :** Techniques digitales (020TEDNI4 ou 020TEDCI4)

<b>020SEMES3</b>	<b>Systèmes embarqués</b>	<b>4 Cr.</b>
------------------	---------------------------	--------------

Systèmes embarqués : introduction, motivation et applications – Types de systèmes embarqués – Niveaux d'intégration et de mise en œuvre – Types de variables – Formats de variables à virgule fixe et virgule flottante – Schématisques et PCB – FPGA : introduction, architecture d'un FPGA, entrée/sortie – Introduction à Quartus Prime et à Altera FPGA – VHDL : introduction, notions de base, comportement combinatoire et séquentiel, processus et horloges, concepts avancés – Introduction au co-design : lien entre le matériel et le logiciel – Création et programmation du processeur NIOS II à l'intérieur de l'FPGA.

**Prérequis :** Techniques digitales (020TEDNI4 ou 020TEDCI4), Informatique 1 (020IF1NI2 ou 020IF1CI2)

<b>020SCNES3</b>	<b>Systèmes et commandes numériques</b>	<b>4 Cr.</b>
------------------	---	--------------

Ce cours s'articule autour de deux axes principaux : I) Modélisation : structure, organes et fonctionnement d'un système de commande discret - Transformées en Z directe, inverse et modifiée - Fonction de transfert discrète - Échantillonnage asynchrone et multiple. II) Analyse et commande des systèmes discrets : Stabilité (asymptotique et BIBO) - Critères de stabilité (Jury et Nyquist) - Stabilité par transformation homographique (Routh et Nyquist) - Réponse indicielle et fréquentielle d'un système échantillonné - Théorème de Shannon - Performances (poursuite et rejet des perturbations et des bruits) - Robustesse (marges de gain et de phase) - Discrétisation des lois de commande analogiques - Conception de la commande : par le lieu d'Evans, par transformation homographique, par approximation pseudo-continue, par déduction (Algorithme de Kalman).


**Prérequis :** Automatique linéaire (020AULES2), Signaux et systèmes (020SYSES2)

<b>020SNLES5</b>	<b>Systèmes non-linéaires</b>	<b>4 Cr.</b>
------------------	-------------------------------	--------------

Classification des non-linéarités. Non-linéarités naturelles et non-linéarités artificielles. Non-linéarités symétriques. Non-linéarités sans mémoire. Non-linéarités statiques et dynamiques. Méthode de l'approximation du premier harmonique. Notions de gain complexe équivalent et de lieu critique. Critère de Loeb pour la stabilité. Réponse en fréquence. Réponse à une consigne constante. Cas de non-linéarités en série. Oscillateurs harmoniques. Diode tunnel. Transistor uni-jonction. Oscillateur à circuit accordé. Technique du plan de phase. Tracé des trajectoires. Méthode des isoclines. Stabilité de Lyapunov. Asservissements à relais. Oscillations libres et forcées. Lieu de Hamel. Correction des systèmes non-linéaires. Réaction tachymétrique. Régime glissant. Commande optimale. Réglage par mode de glissement. Principe et caractéristiques générales. Applications. Exemples d'illustration. Procédure générale de conception de régulateurs à structure variable. Définitions et notions préliminaires : surface de commutation, modes de glissement, conditions d'existence d'un mode de glissement, exemples illustratifs. Existence et unicité des solutions en mode de glissement des systèmes de réglage à structure variable. Théorème de Filippov. Méthode de la commande équivalente. Conception de la surface de glissement : établissement du système réduit, forme régulière. Conception du régulateur : méthodes de diagonalisation, méthode de la hiérarchie de commande, autres approches. Systèmes à relais. Application au cas des systèmes incertains. Problème de commutation (chattering). Réglage par linéarisation exacte. Principe et outils mathématiques. Dérivées et crochets de Lie. Difféomorphismes et transformations d'état. Théorème de Frobenius. Linéarisation entrée-état des systèmes monovariables. Linéarisation entrée-sortie des systèmes monovariables. Dynamique interne. Stabilisation asymptotique locale et globale. Extension aux systèmes multi-variables.

<b>020TCOES2</b>	<b>Techniques d'expression et de communication</b>	<b>2 Cr.</b>
------------------	--	--------------

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.

<b>o2oWRNES1</b>	<b>Work Ready Now</b>	<b>2 Cr.</b>
------------------	-----------------------	--------------

Développement personnel – Compétences en communication – Techniques de recherche d'emploi – Comportements professionnels.