



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur  
et de la Recherche Scientifique

# OFFRE DE FORMATION ACADEMIQUE L.M.D.

## MASTER A CURSUS INTEGRÉ DE LICENCE (M.C.I.L)

### MISE A JOUR 2025 (révisé) AVIS FAVORABLE

Alger le, 09 septembre 2025



رئيس لجنة البيداغوجية الوطنية  
لبيان المطلوب والتكنولوجيا  
الأستاذ: إسعدي رشيد

Etablissement	Faculté / Institut	Département
Université Djilali Liabes Sidi Bel Abbès	Faculté de Génie Electrique	Electrotechnique

Domaine	Filière	Spécialité
<i>Sciences et Technologies</i>	<i>Electrotechnique</i>	<i>Electrotechnique</i>

#### Responsable de la formation :

Titre, Nom et prénom	Pr. MILOUA Farid
Coordonnées	<a href="mailto:milouaf@yahoo.fr">milouaf@yahoo.fr</a>

Sommaire	Page
<b>I - Fiche d'identité de la licence</b>	1
<b>1 - Localisation de la formation</b>	2
<b>2 - Coordonateurs</b>	2
<b>3- Partenaires</b>	2
<b>II- Contexte et objectifs de la formation</b>	3
<b>1-Présentation du projet</b>	4
<b>2- Objectifs de la formation</b>	4
<b>3- Conditions d'accès</b>	5
<b>4- Effectifs prévus</b>	6
<b>III- Moyens</b>	6
<b>1- Moyens humains disponibles</b>	7
<b>2 - Moyens matériels spécifiques à la spécialité</b>	11
<b>A- Laboratoires Pédagogiques et Equipements</b>	11
<b>3- Terrains de stage et formations en entreprise</b>	30
<b>4- Documentation disponible au niveau de l'établissement spécifique à la formation proposée (Champ obligatoire)</b>	31
<b>5- Espaces de travaux personnels et TIC disponibles au niveau du département et de la faculté :</b>	31
<b>IV - Fiches d'organisation semestrielle des enseignements du parcours Licence</b>	31
<b>V - Fiches d'organisation semestrielle des enseignements du parcours Master</b>	38
<b>VI- Récapitulatif global de la formation</b>	43
<b>VI-1 Récapitulatif du parcours Licence</b>	44
<b>VI-2 Récapitulatif du parcours Master</b>	45
<b>VII-1 - Programme détaillé par matière (Licence) S1 - S2 - S3 - S4 - S5 - S6</b>	46
<b>VII-2 - Programme détaillé par matière (Master) S1 - S2 - S3 - S4</b>	147
<b>VIII- Avis et Visas des organes administratifs et consultatifs</b>	194
<b>IX- Avis et Visa de la Conférence Régionale</b>	195
<b>X- Avis et Visa du Comité Pédagogique National de Domaine (CPND)</b>	195

## **I – Fiche d'identité de la formation**

## **1 - Localisation de la formation :**

**Faculté : Faculté de Génie électrique**

**Département : Electrotechnique**

## **2- Coordonnateurs :**

### **- Responsable du domaine de formation**

Nom & prénom : REZOUG Mohammed

Grade : Professeur

Université : Sidi Bel Abbes Département : Sciences et Techniques

E - mail : rezoug.med@gmail.com

### **- Responsable de la filière de formation**

Nom & prénom : BENDAOUD Abdelber

Grade : Professeur

Université : Sidi Bel Abbes Département : Electrotechnique

E - mail :babdelber22@yahoo.fr

### **- Responsable de l'équipe de spécialité**

Nom & prénom : MILOUA Farid

- Grade : Professeur

Université : Sidi Bel Abbes Département : Electrotechnique

E - mail : milouaf@yahoo.fr

## **3- Partenaires extérieurs :**

**Autres établissements partenaires :**

**Entreprises et autres partenaires socio-économiques :**

- **SONELGAZ**
- **SOREMEP**
- **ENIE**
- **KHENTEUR ELECTRONIQUE**
- **GROUPE HASNAOUI**
- **Groupe CHIALI**

## **II – Contexte et objectifs de la formation**

## 1 – Présentation du projet

Le présent projet de master à cursus intégré de licence "Réseaux électriques et techniques de la haute tension" est un projet dont la principale motivation est la formation des cadres en électrotechnique, spécialisés dans le domaine de la haute tension ainsi que les réseaux électriques. Les étudiants auront à maîtriser les techniques et les outils qui leur permettront de devenir directement opérationnels, après leur formation, afin d'intervenir dans différents secteurs industriels. Les diplômés de la formation devront être capables de trouver des solutions à des problèmes auxquels sont confrontées les industries qui les emploient, l'élite sera capable même de fournir des solutions optimisées et innovantes et même créer leurs propres entreprises dans les domaines liés à la haute tension (recyclage des déchets, traitement des eaux, applications du plasma, nettoyage des surfaces...).

Cette formation qui s'étalera sur 5 années d'études, permettra donc aux étudiants d'acquérir un maximum de connaissances dans leur spécialité.

## 2 - Objectifs de la formation :

L'énergie électrique est au cœur du développement économique de tout pays. Elle est inéluctablement vitale pour le fonctionnement de tous les mécanismes qui régissent les différentes dynamiques sociales. A ce titre, l'électrotechnique, dans tous ses segments (production, transport, distribution, conversion et contrôle, haute tension) a occupé une place primordiale dans le secteur industriel des pays et continue à faire l'objet d'attention particulière, d'investissement scientifique et de perfectionnement technologique continu.

L'électrotechnique ne cesse de se développer grâce aux progrès de l'électronique de puissance, des microprocesseurs et des automates programmables.

De plus, l'optimisation des systèmes électrotechniques et l'amélioration de leur rendement constituent un enjeu prometteur pour le secteur grâce à l'application des concepts de développement durable en réduisant leur poids et en utilisant des matériaux recyclables.

Tous ces développements technologiques majeurs enregistrés durant les dernières années ont fait accroître les besoins des entreprises industrielles en matière de compétences dans le domaine de l'électrotechnique. Investir dans la formation et préparer des cadres pour relever ces défis devient primordial. C'est dans cet objectif que cette formation est proposée.

La formation est structurée en deux cycles, le premier comprend 6 semestres dont les deux premiers sont communs pour tout le domaine des Sciences et Technologies. Pour le troisième semestre et le quatrième semestre, les enseignements deviennent spécialisés et sont orientés essentiellement vers l'électrotechnique. Dans ce premier cycle les étudiants admis ont le droit pour un premier diplôme de Licence en électrotechnique (Spécialité : Réseaux électriques et techniques de la haute tension) et peuvent continuer leurs études en deuxième cycle de master.

Ce dernier comporte 03 semestres de spécialité en réseaux électriques et les techniques de la haute tension. Un dernier semestre est consacré pour la préparation du projet de fin d'études ainsi que des stages pratiques dans le domaine industriel.

## 3- Conditions d'accès

– Diplômes requis :

- Priorité 01 : Baccalauréat Mathématiques ; Techniques Mathématiques,
- Priorité 02 : Baccalauréat Sciences Expérimentales.

Le classement se fait sur la base de la moyenne pondérée calculée qui doit être supérieure ou égale à 12/20 pour la priorité 01 et 13/20 pour la priorité 02. Conditions complémentaires : Pour participer

au classement, la note de mathématiques ou de physique ou de génie civil ou génie mécanique ou génie des procédés ou génie électrique obtenue au baccalauréat doit être supérieure ou égale à 10/20.

#### **4- Effectifs prévus**

1ère promotion : Année universitaire 2022/2023 : 50

2ème promotion : Année universitaire 2022/2023: 50

3ème promotion : Année universitaire 2024/2025 : 50

### **III-Moyens**

**1 - Moyens humains disponibles :****A : Capacité d'encadrement (exprimée en nombre d'étudiants qu'il est possible de prendre en charge) :**

Nombre d'étudiants : 50

**B : Equipe pédagogique interne mobilisée pour la spécialité : (A renseigner et faire viser par la faculté ou l'institut)**

Nom et Prénom	Grade	Emargement
Hadjeri samir	Professeur	
Fellah Mohammed Karim	Professeur	
Sayah Houari	Professeur	
Tilmantine amar	Professeur	
Bendaoud Abdelber	Professeur	
Zeblah abdelkader	Professeur	
Brahami Mostefa	Professeur	
Abid mohamed	Professeur	
Zidi sidahmed	Professeur	
Benhamida farid	Professeur	
Dehiba boubkeur	Professeur	
Massoum Ahmed	Professeur	
Benaissa abdelkader	Professeur	
Bentallah abderrahim	Professeur	
Khatir Mohamed	Professeur	
Naceri abdelatif	Professeur	
Ayad alimed	Professeur	
Miloua farid	Professeur	
Miloudi mohammed	Professeur	
Semmah hafid	Professeur	
Rami abdelkader	MCA	
Boukhoulda fodil	MCA	
Aksa wassim	MCA	



Miloudi houcine	MCA
Nassour kamel	MCA
Rezoug mohammed	MCA
Ardjoun sid ahmed	MCA
Nemmich saïd	MCA
Touhami seddik	MCA
Brahami nadjib	MCA
Bendimred salah eddine	MCB
Jbilou mokhtaria	MCB
Bouhmamama mohammed	MCB
Sahali yamina	MAA
Ghezal fatiha	MAA
Marqmar mohammed	MAA
Bengrite malika	MAA
Bermaki hamza	MAA
Badisse karima	MAA
Zenasseni mounia	MAA

Visa du département



Visa de la faculté



C : Equipe pédagogique externe mobilisée pour la spécialité :(A renseigner et faire viser par la faculté ou l'institut)

Nom et Prénom	Etablissement de rattachement	Diplôme de graduation	Diplôme de spécialité (Magister, doctorat)	Grade	Matières à enseigner	Emargement

**Visa du département**

**Visa de la faculté**

**D : Synthèse globale des ressources humaines mobilisées pour la spécialité :**

Grade	Effectif Interne	Effectif Externe	Total
<b>Professeurs</b>	20	-	20
<b>Maîtres de Conférences (A)</b>	10	-	10
<b>Maîtres de Conférences (B)</b>	2	-	2
<b>Maître Assistant (A)</b>	8	-	8
<b>Maître Assistant (B)</b>	-	-	-
<b>Autre (*)</b>	-	-	-
<b>Total</b>	<b>40</b>	-	<b>40</b>

(\*) Personnel technique et de soutien

## 2 - Moyens matériels spécifiques à la spécialité

### A- Laboratoires Pédagogiques et Equipements :

**Intitulé du laboratoire :** Laboratoire de recherche ICEPS

**Capacité en étudiants : 20**

N°	Désignation de l'équipement	Nombre	Observations
1	Advanced Control Education Kit 1104 (DSPACE)	01	
2	Alimentation à découpage DC 36V /10A (GW-INSTEK)	01	
3	Alimentation mobile portative continu variable (LANGLOIS)	01	
4	Alimentation stabilisée réglable 250V/3A (GW-INSTEK)	01	
5	Analyseur de puissance de précision Norma 5000 (FLUKE)	01	
6	Analyseur de puissance et d'énergie(CHAUVIN ARNOUX)	01	
7	Analyseur de réseau et d'énergie triphasé (FLUKE)	01	
8	Analyseur de spectre 1Ghz (GW-INSTEK)	01	
9	Arm robot trainer (ED-CORPORTRON)	01	
10	Automate programmable industriel(SIEMENS)	01	
11	BARRET LUMIN (Control Vamp)	01	
12	Carte d'acquisition multifonctions national (National Instruments)	01	
13	Carte d'alimentation et d'isolation pour ds1104 (DSPACE)	01	
14	Carte de mesure de courant (national instruments)	01	
15	Carte des capteurs de mesure pour DS114 (DSPACE)	01	
16	Carte DS pace 1104(DSPACE)	01	
17	Codeur incrémental 58d a bride et accessoires de câblage(BAUMEN)	01	
18	Contrôleur d'installation électrique (METREL)	01	
19	Contrôleur d'isolement numérique 5000V (GW-INSTEK)	01	
20	Contrôleur de terre et de résistivité (LUTRON)	01	
21	Enregistreur de la qualité de tension triphasé (FLUKE)	01	
22	Enregistreur triphasé(FLUKE)	01	
23	Fluxmètre de précision(FLUKE)	01	
24	Générateur de fonction numérique(TTI)	01	
25	Groupe électrogène(HYNDAY)	01	

26	Luxmètre 200.000 lux(PROSKIT)	01	
27	Mégoohmmètre(FLUKE)	01	
28	Multimètre digitale (GW-INSTEK)	01	
29	Onduleur 180/22(Victronenergy)	01	
30	Onduleur 750/12/20(Victronenergy)	01	
31	Onduleur triphasé à IGBT (SEMI-KRON)	01	
32	Oscilloscope memutrace (Metrix)	01	
34	Oscilloscope numérique à mémoire 100mhz/4ch (GW-INSTEK)	01	
35	Oscilloscope numérique à mémoire 200Mhz/4ch (GW-INSTEK)	01	
36	Panneau solaire 85 W(SUNTECH)	01	
37	Panneau solaire 135W(ET SOLAR)	01	
38	Panneau solaire 135W(ET SOLAR)	01	
39	Panneaux solaires 90 W(ET SOLAR)	01	
40	Pince Ampéremétrique de courant(TTI)	01	
41	Pince d'analyse de réseau(LUTRON	01	
42	Pince d'harmonique AC /DC 50000 points (CHAUVIN ARNOUX)	01	
43	Pm 1000+analyseur de puissance et d'harmoniques monophasé (TTI)	01	
44	Régulateur 10A (TECA)	01	
45	Régulateur 10A/12V(TECA)	01	
46	Regulateur AFFI(TECA)	01	
47	Rt-lab engineering simulators(OPAL-RT)	01	
48	Scopemeter dl 850v de marque Yokogama(YOKOGAWA)	01	
49	Sonde de courant AC et DC(LANGLOIS)	01	
50	Sonde différentielle de tension 1/20 1/50 1/200(GW-INSTEK)	01	
51	Sonde différentielle de tension 1/100 1/200 1/1000(GW-INSTEK)	01	
52	Station de soudage numérique (ANTEX)	01	
53	Stroboscope (LUTRON)	01	
54	Synchronoscope LANGLOIS)	01	
55	Système éolienne didactisé (DMS)	01	
56	Tachymètre à contact pour la prise de mesure mécanique(LUTRON)	01	
57	Testeur d'ordre de phases(LUTRON)	01	
58	Variateur industriel numérique à commande vectorielle(LANGLOIS)	01	
59	Variateur industriel numérique pour moteur synchrone 3kW + accessoires(LANGLOIS)	01	
60	Variateur industriel numérique pour moteur à courant continu 3kW + accessoires(LANGLOIS)	01	
61	Wattmètre numérique triphasé(LUTRON)	01	

**Intitulé du laboratoire : Laboratoire de recherche APELEC****Capacité en étudiants : 20**

N°	Désignation de l'équipement	Nombre	Observations
1	Alimentation de haute tension continue réglable avec afficheur de la tension et du courant (polarité négative): U = 40 kV ; I ≈ 10 mA	04	
2	Alimentation de haute tension continue réglable avec afficheur de la tension et du courant (polarité POSITIVE): U = 40 kV ; I ≈ 10 mA	04	
3	Alimentation de haute tension continue réglable avec afficheur de la tension et du courant (polarité POSITIVE): U = 40 kV ; I ≈ 1 mA	02	
4	Alimentation de haute tension continue réglable avec afficheur de la tension et du courant (polarité NEGATIVE): U = 40 kV ; I ≈ 1 mA	02	
5	Amplificateur de haute tension ±5 kV peak-to-peak, 5 mA, tension réglable à travers un générateur de fonctions	02	
6	Amplificateur de haute tension ±10 kV peak-to-peak, 10 mA, tension réglable à travers un générateur de fonctions	01	
7	Alimentations variables à Courant Continu CC et à courant alternatif CA, 0-250 V-10A. Avec afficheur de la tension et du courant et protection.	04	
8	Autotransformateur triphasé avec afficheur du courant et de la tension. Puissance 4 kVA.	02	
9	Vibrateurs électromagnétiques (alimentateurs) pour déplacement de particules	05	
10	Boite à outils complète	05	
11	Alimentation de haute tension continue réglable avec afficheur de la tension et du courant (polarité négative): U = 40 kV ; I ≈ 10 mA	04	
12	Alimentation de haute tension continue réglable avec afficheur de la tension et du courant (polarité POSITIVE): U = 40 kV ; I ≈ 10 mA	04	
13	Alimentation de haute tension continue réglable avec afficheur de la tension et du courant (polarité POSITIVE): U = 40 kV ; I ≈ 1 mA	02	
14	Alimentation de haute tension continue réglable avec afficheur de la tension et du courant (polarité NEGATIVE): U = 40 kV ; I ≈ 1 mA	02	
15	Amplificateur de haute tension ±5 kV peak-to-peak, 5 mA, tension réglable à travers un générateur de fonctions	02	
16	Amplificateur de haute tension ±10 kV peak-to-peak, 10 mA, tension réglable à travers un générateur de fonctions	01	
17	Alimentations variables à Courant Continu CC et à courant alternatif CA, 0-250 V-10A. Avec afficheur de la tension et du courant et protection.	04	
18	Autotransformateur triphasé avec afficheur du courant et de la tension. Puissance 4 kVA.	02	
19	Multimètre programmable pour mesure de la charge électrique. Gamme de mesure	02	
20	Sonde de mesure de la haute tension Umax = 20 kV ;	02	

21	Voltmètre électrostatique pour la mesure du potentiel de surface lié à l'accumulation de charges électrostatiques sans contact. Tension de mesure : de 0 à ± 3 kV (DC)	01	
22	Sonde de mesure du potentiel de surface fonctionnant avec l'item 4	03	
23	Sonde de courant pour la mesure de courants à haute fréquence	05	
24	Analyseur d'ozone portatif dissous dans l'eau (mg/l)	02	
25	Analyseur d'ozone à la sortie des générateurs d'ozone (g/h)	02	
26	Concentrateur d'oxygène 10 L/min	02	
27	Multimètre programmable pour mesure de la charge électrique. Gamme de mesure	02	
28	Sonde de mesure de la haute tension Umax = 20 kV ;	02	
29	<b>Générateur de fumées</b> - Fourni avec une télécommande de 5m - Temps de chauffe : 5mn - Débit réglable jusqu'à 420 m3/mn à 1,5m - Durée d'utilisation à débit maximal : 40 mn - Alimentation : 230V 50Hz - capacité du réservoir 2L - Livré avec fluide à fumée, conditionnement : bidon de 5 litres	01	
30	<b>Détecteur de COV (composés organiques volatils) portable:</b> - Mesure par photo-ionisation (PID-Lampe 10,6eV) des composés de 0 à 2000 ppm par incrément de 0,1 ppm. - Afficheur couleur.	01	
31	<b>Analyseur de gaz de combustion fixe:</b> - Composés mesurés: NOx/SO2/CO/CO2/O2 - Temps de réponse: moins de 45 sec; - Débit 0,5L/min; - Sauvegarde des données: Carte SD ou SDHC, USB.	01	
32	<b>Compteur de particules portatif:</b> - Taille des particules de 0,3 à 10 µm; - Débit: 2,83 lpm.	01	
34	<b>Analyseur de poussières en temps réel</b> - Tailles de particules: PM-10 et PM-4, PM-2,5 et PM-1 grâce à l'emploi de cyclones - Débit : 1 à 3,5 L/mn - Sorties analogiques: 0-2 V et 4-20 mA proportionnelles à la concentration, pleine échelle réglable de 0,1 à 400 mg/m3 - Résolution: 1µg/m3	01	
35	<b>PicoScope</b> - bande passante supérieure à 25GHz - CD du logiciel PicoSample™ 3 - Alimentation 12 V, entrée universelle - Câble USB 2.0, 1,8 m - Câble LAN, 1 m - Clé SMA / PC 3.5 / 2.92 - 02 canaux d'entrées - Adaptateur de protection de connecteur chaque canal d'entrée)	02	
36	Tamiseur de laboratoire à tamis électroformés de micro précision. Ouvertures des mailles de 2µm à 2000µm par incrément de 1µm	01	
37	Capteur de charge électrique - Qmax = 109 nF	05	
38	<b>Générateur de fumées</b> - Fourni avec une télécommande de 5m	01	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Temps de chauffe : 5mn</li> <li>-Débit réglable jusqu'a 420 m3/mn à 1,5m</li> <li>- Durée d'utilisation à débit maximal : 40 mn</li> <li>- Alimentation : 230V 50Hz</li> <li>- capacité du réservoir 2L</li> <li>- Livré avec fluide à fumée, conditionnement : bidon de 5 litres</li> </ul>		
39	<b>Détecteur de COV (composés organiques volatils) portable:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mesure par photo-ionisation (PID-Lampe 10,6eV) des composés de 0 à 2000 ppm par incrément de 0,1 ppm.</li> <li>- Afficheur couleur.</li> </ul>	01	
40	<b>Analyseur de gaz de combustion fixe:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Composés mesurés: NOx/SO2/CO/CO2/O2</li> <li>- Temps de réponse: moins de 45 sec;</li> <li>- Débit 0,5L/min;</li> <li>- Sauvegarde des données: Carte SD ou SDHC, USB.</li> </ul>	01	
41	<b>Compteur de particules portatif:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Taille des particules de 0,3 à 10 µm;</li> <li>- Débit: 2,83 lpm.</li> </ul>	01	
42	<b>Analyseur de poussières en temps réel</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tailles de particules: PM-10 et PM-4, PM-2,5 et PM-1 grâce à l'emploi de cyclones</li> <li>- Débit : 1 à 3,5 L/mn</li> <li>- Sorties analogiques: 0-2 V et 4-20 mA proportionnelles à la concentration, pleine échelle réglable de 0,1 à 400 mg/m3</li> <li>- Résolution: 1µg/m3</li> </ul>	01	
43	<b>PicoScope</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- bande passante supérieure à 25GHz</li> <li>- CD du logiciel PicoSample™ 3</li> <li>- Alimentation 12 V, entrée universelle</li> <li>- Câble USB 2.0, 1,8 m</li> <li>- Câble LAN, 1 m</li> <li>- Clé SMA / PC 3.5 / 2.92</li> <li>- 02 canaux d'entrées</li> <li>- Adaptateur de protection de connecteur chaque canal d'entrée)</li> </ul>	02	
44	Tamiseur de laboratoire à tamis électroformés de micro précision. Ouvertures des mailles de 2µm à 2000µm par incrément de 1µm	01	
45	Capteur de charge électrique - Qmax = 109 nF	05	
46	<b>Générateur de fumées</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fourni avec une télécommande de 5m</li> <li>-Temps de chauffe : 5mn</li> <li>-Débit réglable jusqu'a 420 m3/mn à 1,5m</li> <li>- Durée d'utilisation à débit maximal : 40 mn</li> <li>- Alimentation : 230V 50Hz</li> <li>- capacité du réservoir 2L</li> <li>- Livré avec fluide à fumée, conditionnement : bidon de 5 litres</li> </ul>	01	
47	<b>Détecteur de COV (composés organiques volatils) portable:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mesure par photo-ionisation (PID-Lampe 10,6eV) des composés de 0 à 2000 ppm par incrément de 0,1 ppm.</li> <li>- Afficheur couleur.</li> </ul>	01	
48	<b>Analyseur de gaz de combustion fixe:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Composés mesurés: NOx/SO2/CO/CO2/O2</li> <li>- Temps de réponse: moins de 45 sec;</li> <li>- Débit 0,5L/min;</li> <li>- Sauvegarde des données: Carte SD ou SDHC, USB.</li> </ul>	01	

49	<b>Compteur de particules portatif:</b> - Taille des particules de 0,3 à 10 µm; - Débit: 2,83 lpm.	01	
50	<b>Analyseur de poussières en temps réel</b> - Tailles de particules: PM-10 et PM-4, PM-2,5 et PM-1 grâce à l'emploi de cyclones - Débit : 1 à 3,5 L/mn - Sorties analogiques: 0-2 V et 4-20 mA proportionnelles à la concentration, pleine échelle réglable de 0,1 à 400 mg/m <sup>3</sup> - Résolution: 1µg/m <sup>3</sup>	01	
51	<b>PicoScope</b> - bande passante supérieure à 25GHz - CD du logiciel PicoSample™ 3 - Alimentation 12 V, entrée universelle - Câble USB 2.0, 1,8 m - Câble LAN, 1 m - Clé SMA / PC 3.5 / 2.92 - 02 canaux d'entrées - Adaptateur de protection de connecteur chaque canal d'entrée)	02	
52	Tamiseur de laboratoire à tamis électroformés de micro précision. Ouvertures des mailles de 2µm à 2000µm par incrément de 1µm	01	
53	Capteur de charge électrique - Qmax = 109 nF	05	
54	<b>Générateur de fumées</b> - Fourni avec une télécommande de 5m - Temps de chauffe : 5mn - Débit réglable jusqu'a 420 m <sup>3</sup> /mn à 1,5m - Durée d'utilisation à débit maximal : 40 mn - Alimentation : 230V 50Hz - capacité du réservoir 2L - Livré avec fluide à fumée, conditionnement : bidon de 5 litres	01	
55	<b>Détecteur de COV (composés organiques volatils) portable:</b> - Mesure par photo-ionisation (PID-Lampe 10,6eV) des composés de 0 à 2000 ppm par incrément de 0,1 ppm. - Afficheur couleur.	01	
56	<b>Analyseur de gaz de combustion fixe:</b> - Composés mesurés: NOx/SO2/CO/CO2/O <sub>2</sub> - Temps de réponse: moins de 45 sec; - Débit 0,5L/min; - Sauvegarde des données: Carte SD ou SDHC, USB.	01	
57	<b>Compteur de particules portatif:</b> - Taille des particules de 0,3 à 10 µm; - Débit: 2,83 lpm.	01	
58	<b>Analyseur de poussières en temps réel</b> - Tailles de particules: PM-10 et PM-4, PM-2,5 et PM-1 grâce à l'emploi de cyclones - Débit : 1 à 3,5 L/mn - Sorties analogiques: 0-2 V et 4-20 mA proportionnelles à la concentration, pleine échelle réglable de 0,1 à 400 mg/m <sup>3</sup> - Résolution: 1µg/m <sup>3</sup>	01	
59	<b>PicoScope</b> - bande passante supérieure à 25GHz - CD du logiciel PicoSample™ 3 - Alimentation 12 V, entrée universelle - Câble USB 2.0, 1,8 m - Câble LAN, 1 m	02	

	- Clé SMA / PC 3.5 / 2.92 - 02 canaux d'entrées - Adaptateur de protection de connecteur chaque canal d'entrée)		
60	Tamiseur de laboratoire à tamis électroformés de micro précision. Ouvertures des mailles de 2µm à 2000µm par incrément de 1µm	01	
61	Analyseur d'impédance Accessoires: <ul style="list-style-type: none"><li>• Probe and Four-terminal Pair Connection Block</li><li>• Pin probe</li><li>• Spare pin set (includes 3 spare pins)</li><li>• 3.5 mm SHORT</li><li>• 3.5 mm LOAD (50 Ω)</li><li>• BNC adapter</li><li>• Clip lead</li><li>• Ground lead</li><li>• Carrying case</li><li>• Operation and Service Manual</li><li>• kit calibration</li></ul>	01	
	Cellule TEM : <ul style="list-style-type: none"><li>-Fréquence : DC- 2000 MHz</li><li>- Dimensions max de la plaque (cm) : 6 x 6</li><li>- Dimension de la cellule (cm) : 15.2 x 9.9 x 33.8</li><li>- Connecteur entrée sortie : N Femelle</li><li>- Puissance max en entrée : 500Watts</li></ul>	01	
	RSIL triphasé ENV 4200, Frequency range 150 kHz to 30 MHz V-network in line with CISPR, EN, VIDE, ANSI Impedance 50 pH//50 S2 (magnitude and phase) in line with CISPR 16-1-2 Amd. 2:2006 Artificial hand Continuous current up to 4 x 200 A Air-core design Built-in pulse limiter (can be switched off) Remote control with TTL levels (compatible with Rohde & Schwarz test receivers) Calibrated to CISPR 16-1-2 and ANSI C63.4	01	
	AH Systems AK-2G Antenna Kit Specifications Inclue Equipment <ul style="list-style-type: none"><li>-TSC-542 Transit Storage Case</li><li>-SAS-510-2/ 290 MHz - 2000 MHz Log Periodic Antenna</li><li>-SAS-542/ 20 MHz - 330 MHz Biconical Antenna</li><li>-SAS-550-1B/9 KHz - 60 MHz Active Monopole Antenna</li><li>-SAS-560/ 20 Hz - 2 MHz Passive Loop Antenna</li><li>-BCP-610/ 20 Hz - 20 MHz Broadband Current Probe</li><li>-BCP-611/10 KHz - 150 MHz Broadband Current Probe</li><li>-SAC-213 / 3 Meter N(m) to N(m) cable</li><li>-ADP-202 N(f)to BNC(m) Adapter</li><li>-ATU-510 Wood Tripod (Adjustable Height: 1 m - 1.5 m)</li><li>-AEH-510 Azimuth and Elevation Head</li><li>-TCC-510 Tripod Carrying Case</li></ul>	01	
	Mesureur portable de champ électromagnétique	01	
	Sonde de champ électrique <ul style="list-style-type: none"><li>- Gamme de fréquence: &lt; 1 MHz à env.. 3 GHz</li><li>- Polarisation: omnidirectionnelle, Sensible aux champs électriques</li></ul>	01	

	- Impédance de sortie: 50 Ohms; connecteur SMA - Alimentation: 6 VDC / 80mA (directe par l'analyseur de spectre HAMEG)		
	Sonde de champ magnétique - Gamme de fréquence: < 30 MHz à env. 3 GHz - Polarisation: similaire au cadre de l'antenne. Sensible aux changements de champs magnétiques - Impédance de sortie: 50 Ohms; connecteur SMA - Alimentation: 6 VDC / 80mA (directe par l'analyseur de spectre HAMEG )	01	
	Conducted Immunity System CIS - CDNs Coupling Decoupling Networks (to be determined at the time of purchase) - ATTEN-6-100W - ATTEN-30-100W - DCD-1000-100W Dual Direction Coupler, 100W, 100 kHz - 300 MHz - Cable set - CSAT Software (optional) - Appropriate CDN shorting adapters - ADA-515 150 Ohm to 50 Ohm adapters - 50 Ohm terminator	01	
	Limiteur Transitoire LIT 930A - Pour test d'\émission conduite avec LISN - Protège entrée de l\analyseur de spectre - Fréquence : 9 kHz - 200 MHz Perte d\'insertion: 10 dB +1.5 / -0.5 dB*	01	
	Tekbox Preamplifiers (TekBox TBWA2/20dB) 3MHz - 3GHz	01	
	Preamplifier - Frequency: 20 MHz - 2 GHz or 1 MHz - 2.5 GHz - Application: EMI / EMC Measurements - Gain: 28 dB - Gain Flatness: ± 2.5 dB - Impedance I/O: 50 Ohms	01	
	Sonde de courant : Rent Fischer F-52 Current Monitor Probe 10kHz – 500MHz	02	
	Coupleur DC 3001 A : Fréquence 100 kHz – 1GHz, Puissance 100 Watts	01	
	Pinces d'injection Capteurs de courant - STANGENES 50 A couvrant la gamme de fréquence 1Hz - 20MHz avec amplificateurs associés. - STANGENES 5 A couvrant la gamme de fréquence 140Hz - 35MHz avec amplificateurs associés	01	
	Séparateur de mode commun/mode différentiel	01	
	Bulk Current Injection Probe Frequency Range: 10 kHz to 175 MHz Max Input Power: 100 Watts (125 Watts Peak ~30 minutes)	01	

**Intitulé du laboratoire :** Laboratoire de machines

**Capacité en étudiants :** 20

N°	Désignation de l'équipement	Nombre	Observations
1	Moteur 3 Φ asynchrone à cage	10	
2	Moteur 3 Φ asynchrone à bague	10	
3	Alimentation 270 VC cc 2 5A / 220 V 50Hz2A	05	
4	Wattmètre (100 V - 30 A)	10	
5	Transformateur 3 Φ	8	
6	Alimentation 3 Φpk 2M1-16/660 v/16 A)	8	
7	Alimentation monophasé (0 / 250 v)/ 3A	8	
8	Résistance Variable 1,5 A	10	
9	Machine à .cc ( M/G) 3 Φ	10	
10	Moteur universel	10	
11	Résistance Variable 8A	10	
12	Machine ( M/G) Synchrone	10	
13	3 Φ Low-Voltage (transformateur)	15	
14	Charge inductive (3phase(0,1-0,3)	15	
15	Power factor meter	10	
16	Isolation amplifier	10	
17	Transformateur monophasé	10	
18	Contrôleur de moteur	10	
19	Table d'alimentation 220V/380V	15	
20	Onduleur	05	
21	Capacité variable	10	
22	Résistance variable	10	
23	Génératerice tachymètre	15	
24	Alimentation Ecodine avec Autotransformateur	05	
25	MoteurAsynchronerotor à.c.c	10	
26	Alternateur synchrone	10	
27	Moteur asynchrone	10	
28	Auto transformateur 3 Φ aluminisation 380	08	
29	DC machine DM - 100 A	10	
30	Moteur a démarrage par condensateur	10	
31	Electrodynamomètre	08	
32	Des rotors,des stators pour études (Essai)	10	
33	Moteur a répulsion-Induction	10	
34	Rhéostat de démarrage C.A (5.7 A) 3Φ	15	

**Intitulé du laboratoire :** Laboratoire d'automatisme et de logique

**Capacité en étudiants : 20**

N°	Désignation de l'équipement	Nombre	Observations
1	Table pneumatique avec composants	06	
2	Table d'alimentation bipolaire	08	
3	Table d'alimentation 220V/380V	06	
4	Robot VH	02	
5	Appareil de commande électrique	10	
6	Thyristor speed control unit	03	
7	Work Panel(297×300)	04	
8	PLC.control unit A 020	05	
9	DC stabilizer 2×30/2,5	10	
10	DC power supply	10	
11	Manomètre 0...10 BARS	10	
12	Vérin double effet	15	
13	Vérin à simple effet	15	
14	Micro Interrupteur	10	
15	Distributeur à 5/2 voies A	05	
16	Distributeur à 5/2 Voies	05	
17	Distributeur à 3/2 Voies	05	
18	Distributeur à 5/2 Voies	05	
19	Distributeur à 2/1 voies	07	
20	Temporisateur; position	10	
21	Compresseur AIR	04	
22	Séquenceur à 6 unités	10	
23	Elément logique "Capteur" A	05	
24	Elément logique "OU"	05	
25	Elément logique PE	05	
26	Micro-ordinateur complet	02	
27	LS-TTL 2RS-FLIP-FLOP	10	
28	LS-TTL (2JK-FLIP-FLOP)	10	
29	LS-TTL (4 BIT, LATCH)	10	
30	LS-TTL (4 Multiplexer)	10	
31	LS-TTL (4 BIT BUFFER)	10	
32	LS-TTL (4 BIT COUNTER)	07	
33	LS-TTL (4 BIT, REGISTER)	07	
34	TTL Master-Slave 2JK-FLIP-FLOP	07	

**Intitulé du laboratoire :** Laboratoire de mesures électriques

**Capacité en étudiants : 20**

N°	Désignation de l'équipement	Nombre	Observations
1	Armoire (matériel)	01	
2	Table d'alimentation bipolaire	05	
3	Table d'alimentation	08	
4	Alimentation stabilisée	05	
5	pont wheatstone bridge	10	
6	Auto transformateur variable	05	
7	transformateur d'isolement monophasé	05	
8	RHEOSTATS	10	
9	Tachymètre numérique	10	
10	Capteur de température	10	
11	Décade résistance	20	
12	HENNEQUIN	5	
13	Capacité variable	10	
14	résistance variable $\times 1\Omega$ max 0,8A	10	
15	Bobine self	15	
16	Boite de capacité	10	
17	Transformateur variable	10	
18	voltmètre	10	
19	galvanomètre	10	
20	wattmètre	10	
21	compteur monophasé	10	
22	compteur triphasé	10	
23	phasemètre numérique	10	
24	boite de résistance	14	
25	alimentation triphasée	05	
26	générateur	10	
27	auto transformateur	05	
28	Mini-c-decade	05	
29	Mini-L-decade	10	
30	Ampermètre voltmètre Leybold	10	
31	Interrupteur 3 phases	10	
32	charge inductive 3ph	08	
33	charge résistive	08	

**Intitulé du laboratoire :** Laboratoire de Haute tension

**Capacité en étudiants : 20**

N°	Désignation de l'équipement	Nombre	Observations
1	Armoire (MATERIEL)	01	
2	Plaque de connexion	07	
3	Table d'alimentation	07	
4	Table d'alimentation bipolaire	05	
5	Voltage power	02	
6	Tension Set Transformer	05	
7	Stabiliser (Alimentation)	05	
8	Fonction Générateur	10	
9	LeyboldDidacticGMBH	08	
10	LeyboldDidacticHeraeus	08	
11	MovingCoil Instrument	03	
12	Stabiliser Power	05	
13	Ampèremètre EM30	05	
14	20 MHZ oscilloscope HM203-7	04	
15	moteur à excitation shunt	03	
16	control unit six pulse	05	
17	1-controller	05	
18	thyristor 12A/1000V	05	
19	Fer à souder électrique multip 230	02	
20	control unit two pulse	03	
21	Trigger point limiter	05	
22	Adaptive PI Controller	05	
23	20MHZ OSCILLOSCOPE HM 203-7	05	
24	20MHZ OSCILLOSCOPE HM 203-8	05	
25	Appareil de mesure (Multimètre)	04	
26	Decade-mini-Ω 1-250	10	
27	Decade-mini-C 1-250	10	
28	Decade-mini-L 3-250	10	
29	Isolation Amplifier	04	
30	Transformer 45/90,3N	05	
31	Générateur de tension 30 kV	03	
32	Armoire (MATERIEL)	01	
33	Plaque de connexion	07	

**Intitulé du laboratoire :** Laboratoire d'électronique appliquée

**Capacité en étudiants : 20**

N°	Désignation de l'équipement	Nombre	Observations
1	Armoire d'alimentation	1	
2	Tables d'alimentation	8	
3	Tables d'alimentation bipolaire	8	
4	Alimentation continue LH	10	
5	Functiongenerator P- LH	15	
6	Variable transformer	11	
7	Low voltage power supply	10	
8	Functiongenerator -Tollener PM	10	
9	LeyboldDidactic GMBH	10	
10	Stabilisiernetzgeraet	05	
11	Reference variable generator	8	
12	Diode 11A / 1000V	10	
13	Thyristor 12A / 1000V	10	
14	Steuergeratsechpulsig	5	
15	last L=0,1-0,4H;C=2-16nF	8	
16	Transformator 45 / 90,3 N	8	
17	Decaderesistance	5	
18	DacadeCapacitor	5	
19	Dacaderesistance box	5	
20	Resistordecade	5	
21	ABB METRAWATT	6	
22	BBC METRAWATT	6	
23	Mini- $\Omega$ -Dekade	6	
24	Mini-C-Dekade	8	
25	KzeinspannungsNetzgerat	3	
26	LeyboldDidactic	5	
27	Voltmètre	10	

**Intitulé du laboratoire :** Laboratoire Réseaux électriques

**Capacité en étudiants : 20**

N°	Désignation de l'équipement	Nombre	Observations
1	Armoire	01	
2	Table d'alimentation	05	
3	Table d'alimentation Ecodine	05	
4	Alimentation (type ECO 2500sp)	02	
5	Experimental-Transformer	02	
6	Charge pour transformateur de courant	05	
7	Transfomateur de courant simple phase	02	
8	Charge pour transformateur de tension	05	
9	Summestromwandler	01	
10	3 Phase transformateur LT 380KV	05	
11	Power circuit breaker module	02	
12	Model de ligne de transmission 380Kv	04	
13	Relais constant-time-simple phase	03	
14	Cosphimètre	04	
15	synchronoscope	02	
16	double fréquencemètre	03	
17	double voltmètre	03	
18	Voltmètre à zéro	05	
19	Contrôleur excitation voltage	05	
20	Ligne ternission TL 380kV	01	
21	RMS -METER	02	
22	Charge capacitive	05	
23	Indicateur de synchronisation	06	
24	Main-Supply unit 380	02	
25	3-Phase voltage 380,3N	02	
26	Synchro machine sp1,0	05	
27	Charge resistive	05	
28	Inductive last 0,1/0,3	10	
29	Module de synchronisation	03	
30	Capacité variable	10	
31	Wattmètre	05	
32	Wattmètre monophasé	05	
34	Ampèrmètre CA	05	
35	Voltmètre CA	05	

**Intitulé du laboratoire :** Laboratoire de machines

**Capacité en étudiants :** 20

N°	Désignation de l'équipement	Nombre	Observations
1	Moteur 3 Φ asynchrone à cage	10	
2	Moteur 3 Φ asynchrone à bague	10	
3	Alimentation 270 VC cc 2 5A / 220 V 50Hz2A	05	
4	Wattmètre (100 V - 30 A)	10	
5	Transformateur 3 Φ	8	
6	Alimentation 3 Φpk 2M1-16/660 v/16 A)	8	
7	Alimentation monophasé (0 / 250 v)/ 3A	8	
8	Résistance Variable 1,5 A	10	
9	Machine à .cc ( M/G) 3 Φ	10	
10	Moteur universel	10	
11	Résistance Variable 8A	10	
12	Machine ( M/G) Synchrone	10	
13	3 Φ Low-Voltage (transformateur)	15	
14	Charge inductive (3phase(0,1-0,3)	15	
15	Power factor meter	10	
16	Isolation amplifier	10	
17	Transformateur monophasé	10	
18	Contrôleur de moteur	10	
19	Table d'alimentation 220V/380V	15	
20	Onduleur	05	
21	Capacité variable	10	
22	Résistance variable	10	
23	Génératerice tachymètre	15	
24	Alimentation Ecodine avec Autotransformateur	05	
25	MoteurAsynchronerotor à.c.c	10	
26	Alternateur synchrone	10	
27	Moteur asynchrone	10	
28	Auto transformateur 3 Φ aluminisation 380	08	
29	DC machine DM - 100 A	10	
30	Moteur a démarrage par condensateur	10	
31	Electrodynamomètre	08	
32	Des rotors,des stators pour études (Essai)	10	
33	Moteur a répulsion-Induction	10	
34	Rhéostat de démarrage C.A (5.7 A) 3Φ	15	

**Intitulé du laboratoire :** Laboratoire d'automatisme et de logique

**Capacité en étudiants : 20**

N°	Désignation de l'équipement	Nombre	Observations
1	Table pneumatique avec composants	06	
2	Table d'alimentation bipolaire	08	
3	Table d'alimentation 220V/380V	06	
4	Robot VH	02	
5	Appareil de commande électrique	10	
6	Thyristor speed control unit	03	
7	Work Panel(297×300)	04	
8	PLC.control unit A 020	05	
9	DC stabilizer 2×30/2,5	10	
10	DC power supply	10	
11	Manomètre 0...10 BARS	10	
12	Vérin double effet	15	
13	Vérin à simple effet	15	
14	Micro Interrupteur	10	
15	Distributeur à 5/2 voies A	05	
16	Distributeur à 5/2 Voies	05	
17	Distributeur à 3/2 Voies	05	
18	Distributeur à 5/2 Voies	05	
19	Distributeur à 2/1 voies	07	
20	Temporisateur; position	10	
21	Compresseur AIR	04	
22	Séquenceur à 6 unités	10	
23	Elément logique "Capteur" A	05	
24	Elément logique "OU"	05	
25	Elément logique PE	05	
26	Micro-ordinateur complet	02	
27	LS-TTL 2RS-FLIP-FLOP	10	
28	LS-TTL (2JK-FLIP-FLOP)	10	
29	LS-TTL (4 BIT, LATCH)	10	
30	LS-TTL (4 Multiplexer)	10	
31	LS-TTL (4 BIT BUFFER)	10	
32	LS-TTL (4 BIT COUNTER)	07	
33	LS-TTL (4 BIT, REGISTER)	07	
34	TTL Master-Slave 2JK-FLIP-FLOP	07	

**Intitulé du laboratoire :** Laboratoire de mesures électriques

**Capacité en étudiants : 20**

N°	Désignation de l'équipement	Nombre	Observations
1	Armoire (matériel)	01	
2	Table d'alimentation bipolaire	05	
3	Table d'alimentation	08	
4	Alimentation stabilisée	05	
5	pont wheatstone bridge	10	
6	Auto transformateur variable	05	
7	transformateur d'isolement monophasé	05	
8	RHEOSTATS	10	
9	Tachymètre numérique	10	
10	Capteur de température	10	
11	Décade résistance	20	
12	HENNEQUIN	5	
13	Capacité variable	10	
14	résistance variable $\times 1\Omega$ max 0,8A	10	
15	Bobine self	15	
16	Boite de capacité	10	
17	Transformateur variable	10	
18	voltmètre	10	
19	galvanomètre	10	
20	wattmètre	10	
21	compteur monophasé	10	
22	compteur triphasé	10	
23	phasemètre numérique	10	
24	boite de résistance	14	
25	alimentation triphasée	05	
26	générateur	10	
27	auto transformateur	05	
28	Mini-c-decade	05	
29	Mini-L-decade	10	
30	Ampermètre voltmètre Leybold	10	
31	Interrupteur 3 phases	10	
32	charge inductive 3ph	08	
33	charge résistive	08	

**Intitulé du laboratoire :** Laboratoire de Haute tension

**Capacité en étudiants : 20**

N°	Désignation de l'équipement	Nombre	Observations
1	Armoire (MATERIEL)	01	
2	Plaque de connexion	07	
3	Table d'alimentation	07	
4	Table d'alimentation bipolaire	05	
5	Voltage power	02	
6	Tension Set Transformer	05	
7	Stabiliser (Alimentation)	05	
8	Fonction Générateur	10	
9	LeyboldDidacticGMBH	08	
10	LeyboldDidacticHeraeus	08	
11	MovingCoil Instrument	03	
12	Stabiliser Power	05	
13	Ampèremètre EM30	05	
14	20 MHZ oscilloscope HM203-7	04	
15	moteur à excitation shunt	03	
16	control unit six pulse	05	
17	1-controller	05	
18	thyristor 12A/1000V	05	
19	Fer à souder électrique multip 230	02	
20	control unit two pulse	03	
21	Trigger point limiter	05	
22	Adaptive PI Controller	05	
23	20MHZ OSCILLOSCOPE HM 203-7	05	
24	20MHZ OSCILLOSCOPE HM 203-8	05	
25	Appareil de mesure (Multimètre)	04	
26	Decade-mini-Ω 1-250	10	
27	Decade-mini-C 1-250	10	
28	Decade-mini-L 3-250	10	
29	Isolation Amplifier	04	
30	Transformer 45/90,3N	05	
31	Générateur de tension 30 kV	03	
32	Armoire (MATERIEL)	01	
33	Plaque de connexion	07	

**Intitulé du laboratoire :** Laboratoire d'électronique appliquée

**Capacité en étudiants : 20**

N°	Désignation de l'équipement	Nombre	Observations
1	Armoire d'alimentation	1	
2	Tables d'alimentation	8	
3	Tables d'alimentation bipolaire	8	
4	Alimentation continue LH	10	
5	Functiongenerator P- LH	15	
6	Variable transformer	11	
7	Low voltage power supply	10	
8	Functiongenerator -Tollener PM	10	
9	LeyboldDidactic GMBH	10	
10	Stabilisiernetzgeraet	05	
11	Reference variable generator	8	
12	Diode 11A / 1000V	10	
13	Thyristor 12A / 1000V	10	
14	Steuergeratsechpulsig	5	
15	last L=0,1-0,4H;C=2-16nF	8	
16	Transformator 45 / 90,3 N	8	
17	Decaderesistance	5	
18	DacadeCapacitor	5	
19	Dacaderesistance box	5	
20	Resistordecade	5	
21	ABB METRAWATT	6	
22	BBC METRAWATT	6	
23	Mini- $\Omega$ -Dekade	6	
24	Mini-C-Dekade	8	
25	KzeinspannungsNetzgerat	3	
26	LeyboldDidactic	5	
27	Voltmètre	10	

### **3- Terrains de stage et formations en entreprise :**

Lieu du stage	Nombre d'étudiants	Durée du stage
Direction de distribution d'électricité et du gaz -SBA-	10	15 jours
Poste source 60/10 kV -SBA-	10	15 jours
Poste HTB 400 kV Sidi ali boussedi – SBA-	10	15 jours
Centrale électrique Terga -Ain Temouchent-	10	15 jours
Cimenterie de zahana -SBA-	10	15 jours
Centrale photovoltaïque daya – SBA-	10	15 jours
Entreprise ENIE -SBA-	10	15 jours
SOREMEP -Tlemcen	10	15 jours
KHENTEUR ELECTRONIQUE -SBA-	10	15 jours
GROUPE HASNAOUI -SBA-	10	15 jours

### **4- Documentation disponible au niveau de l'établissement spécifique à la formation proposée (Champ obligatoire) :**

- Bibliothèque centrale d'université
- Bibliothèque de la faculté de génie électrique
- Internet

### **5- Espaces de travaux personnels et TIC disponibles au niveau du département et de la faculté :**

- Salles de la bibliothèque de la faculté
- Salles de centres de calcul

## **IV- Parcours Licence**

### **IV-1- Fiches d'organisation semestrielles du parcours Licence**

**Semestre 1**

Unité d'enseignement	Matières	Crédits	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
				Cours	TD	TP			Contrôle Continu	Examen
<b>UE Fondamentale</b> Code : UEF 1.1.1 Crédits : 10 Coefficients : 5	Analyse 1	6	3	1h30	3h00		67h30	82h30	40%	60%
	Algèbre 1	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
<b>UE Fondamentale</b> Code : UEF 1.1.2 Crédits : 12 Coefficients : 6	Elément de mécanique	6	3	1h30	3h00		67h30	82h30	40%	60%
	Structure de la matière	6	3	1h30	3h00		67h30	82h30	40%	60%
<b>UE Méthodologique</b> Code : UEM 1.1 Crédits : 6 Coefficients : 4	TP éléments de mécanique	2	1			1h30	22h30	22h30	100%	
	TP structure de la matière	2	1			1h30	22h30	22h30	100%	
	Structure des ordinateurs et applications	2	2	1h30		1h00	37h30	22h30	40%	60%
<b>E Transversale</b> Code : UET 1.1 Crédits : 2 Coefficients : 2	Dimension éthique et déontologique (les fondements)	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
	Les métiers en sciences et technologies	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
<b>Total semestre 1</b>		<b>30</b>	<b>17</b>	<b>9h00</b>	<b>12h00</b>	<b>4h00</b>	<b>375h00</b>	<b>375h00</b>		

Semestre 2

Unité d'enseignement	Matières	Crédits	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
				Cours	TD	TP			Contrôle Continu	Examen
<b>UE Fondamentale</b> Code : UEF 1.2.1 Crédits : 10 Coefficients : 5	Analyse 2	6	3	1h30	3h00		67h30	82h30	40%	60%
	Algèbre 2	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
<b>UE Fondamentale</b> Code : UEF 1.2.2 Crédits : 12 Coefficients : 6	Electricité et magnétisme	6	3	1h30	3h00		67h30	82h30	40%	60%
	Thermodynamique	6	3	1h30	3h00		67h30	82h30	40%	60%
<b>UE Méthodologique</b> Code : UEM 1.2 Crédits : 6 Coefficients : 4	TP Electricité et magnétisme	2	1			1h30	22h30	22h30	100%	
	TP Thermodynamique	2	1			1h30	22h30	22h30	100%	
	Initiation à la programmation	2	2	1h30		1h00	37h30	22h30	40%	60%
<b>UE Transversale</b> Code : UET 1.2 Crédits : 2 Coefficients : 2	Logiciels libres -open sources	2	2	1h30	1h30		45h00	05h00	40%	60%
<b>Total semestre 2</b>		<b>30</b>	<b>17</b>	<b>9h00</b>	<b>10h30</b>	<b>5h30</b>	<b>375h00</b>	<b>375h00</b>		

**Semestre 3**

Unité d'enseignement	Matières	Crédits	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
				Cours	TD	TP			Contrôle Continu	Examen
<b>UE Fondamentale</b> <b>Code : UEF 2.1.1</b> <b>Crédits : 10</b> <b>Coefficients : 5</b>	Analyse 3	6	3	1h30	3h00		67h30	82h30	40%	60%
	Ondes et vibrations	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
<b>UE Fondamentale</b> <b>Code : UEF 2.1.2</b> <b>Crédits : 8</b> <b>Coefficients : 4</b>	Electronique fondamentale 1	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Electrotechnique fondamentale 1	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
<b>UE</b> <b>Méthodologique</b> <b>Code : UEM 2.1</b> <b>Crédits : 10</b> <b>Coefficients : 6</b>	Probabilités et statistiques	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Programmation Python	2	2	1h30		1h30	45h00	30h00	40%	60%
	TP d'Electronique et d'électrotechnique	2	1			1h30	22h30	22h30	100%	
	TP Ondes et vibrations	2	1			1h00	15h00	15h00	100%	
<b>UE Découverte</b> <b>Code : UED 2.1</b> <b>Crédits : 2</b> <b>Coefficients : 2</b>	Energies et environnement	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
	Etat de l'art du génie électrique	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
<b>Total semestre 3</b>		<b>30</b>	<b>17</b>	<b>12h00</b>	<b>9h00</b>	<b>4h00</b>	<b>375h00</b>	<b>375h00</b>		

**Semestre 4**

Unité d'enseignement	Matières	Crédits	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
				Cours	TD	TP			Contrôle Continu	Examen
UE Fondamentale Code : UEF 2.2.1 Crédits : 10 Coefficients : 5	Electrotechnique fondamentale 2	6	3	1h30	3h00		67h30	82h30	40%	60%
	Logique combinatoire et séquentielle	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 2.2.2 Crédits : 6 Coefficients : 3	Théorie du signal	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Production de l'énergie électrique	2	1	1h30			22h30	22h30		100%
UE Methodologique Code : UEM 2.2 Crédits : 13 Coefficients : 7	Méthodes numériques	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	82h30	40% (20%TD+20%TP)	60%
	Mesures électriques et électroniques	3	2	1h30		1h00	37h30	37h30	40%	60%
	TP Electrotechnique fondamentale 2	2	1			1h30	22h30	17h30	100%	
	TP Logique combinatoire et séquentielle	2	1			1h30	22h30	17h30	100%	
UE Transversale Code : UET 2.2 Crédits : 2 Coefficients : 2	Techniques d'information et de communication	2	2	1h30	1h30		22h30	02h30	40%	60%
<b>Total semestre 4</b>		<b>30</b>	<b>17</b>	<b>10h30</b>	<b>7h30</b>	<b>7h00</b>	<b>375h00</b>	<b>375h00</b>		

**Semestre 5 (licence)**

Unité d'enseignement	Matières	Crédits	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
				Cours	TD	TP			Contrôle Continu	Examen
UE Fondamentale Code : UEF 3.1.1 Crédits : 10 Coefficients : 5	Modélisation des réseaux Electriques	6	3	3h00	1h30		67h30	82h30	40%	60%
	Electronique de Puissance	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 3.1.2 Crédits : 8 Coefficients : 4	Systèmes Asservis	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Théorie du Champ Electromagnétique	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 3.1 Crédits : 9 Coefficients : 5	Schémas électriques	3	2	1h30		1h00	37h30	37h30	40%	60%
	TP Réseaux Electriques	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP Electronique de Puissance	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP Systèmes Asservis/ TP capteurs	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
UE Découverte Code : UED 3.1 Crédits : 2 Coefficients : 2	Métrologie en Haute Tension	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
	Introduction à la haute tension	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
UE Transversale Code : UET 3.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	Outils de simulation numérique 1	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
<b>Total semestre 5</b>		<b>30</b>	<b>17</b>	<b>13h30</b>	<b>6h00</b>	<b>5h30</b>	<b>375h00</b>	<b>375h00</b>		

**Semestre 6 (licence)**

Unité d'enseignement	Matières	Crédits	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
				Cours	TD	TP			Contrôle Continu	Examen
UE Fondamentale Code : UEF 3.2.1 Crédits : 10 Coefficients : 5	Commande des machines électriques	6	3	3h00	1h30		67h30	82h30	40%	60%
	Régulation industrielle	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 3.2.2 Crédits : 8 Coefficients : 4	Automatismes Industriels	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Matériaux en électrotechnique	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 3.2 Crédits : 9 Coefficients : 5	Projet de Fin de Cycle et stage pratique	4	2			3h00	45h00	55h00	100%	
	TP Commande des machines	1	1			1h00	15h00	10h00	100%	
	TP Régulation Industrielle	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP Automatismes/ TP Matériaux et HT	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
UE Découverte Code : UED 3.2 Crédits : 2 Coefficients : 2	Bases de l'éclairage et sources de lumière	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
	conception assistée par ordinateur	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
UE Transversale Code : UET 3.2 Crédits : 1 Coefficients : 1	Entreprenariat et start up	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
<b>Total semestre 6</b>		<b>30</b>	<b>17</b>	<b>12h00</b>	<b>6h00</b>	<b>7h00</b>	<b>375h00</b>	<b>375h00</b>		

## **V- Parcours Master**

### **V-1 - Fiches d'organisation semestrielles**

## Semestre 1 Master : Réseaux Electriques et technique de la haute tension

Unité d'enseignement	Matières	Crédits	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
				Cours	TD	TP			Contrôle Continu	Examen
UE Fondamentale Code : UEF 1.1.1 Crédits : 10 Coefficients : 5	Exploitation des réseaux électriques	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Electronique de puissance avancée	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00		
	μ-processeurs et μ-contrôleurs	2	1	1h30			22h30	27h30		100%
UE Fondamentale Code : UEF 1.1.2 Crédits : 8 Coefficients : 4	Machines électriques approfondies	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Méthodes numériques appliquées	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 1.1 Crédits : 9 Coefficients : 5	TP : - μ-processeurs et μ-contrôleurs	1	1			1h00	15h00	10h00	100%	
	TP : Exploitation des réseaux électriques	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP : Electronique de puissance avancée	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP : Méthodes numériques appliquées	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP : Machines électriques approfondies	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
UE Découverte Code : UED 1.1 Crédits : 2 Coefficients : 2	Compatibilité électromagnétique	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
	Technologie d'Éclairage	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
UE Transversale Code : UET 1.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	Anglais technique et terminologie	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
<b>Total semestre 1</b>		<b>30</b>	<b>17</b>	<b>12h00</b>	<b>6h00</b>	<b>7h00</b>	<b>375h00</b>	<b>375h00</b>		

### Semestre 3 Master : Réseaux Electriques et technique de la haute tension

Unité d'enseignement	Matières	Crédits	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
				Cours	TD	TP			Contrôle Continu	Examen
UE Fondamentale Code : UEF 1.2.1 Crédits : 10 Coefficients : 5	Conception d'Éclairage	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Electrostatique et ses applications	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Production centralisée et décentralisée	2	1	1h30			22h30	27h30		100%
UE Fondamentale Code : UEF 1.2.2 Crédits : 8 Coefficients : 4	Optimisation des réseaux électriques	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Qualité de l'énergie électrique	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 1.2 Crédits : 8 Coefficients : 4	Stage pratique	2	1			1h00	37h30	55h00	100%	
	TP Optimisation des réseaux électriques	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP Electrostatique et ses applications	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP Qualité de l'énergie électrique	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
UE Découverte Code : UED 1.2 Crédits : 1 Coefficients : 1	Entrepreneuriat en Réseaux Électriques et Techniques de la Haute Tension	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
UE Transversale Code : UET 1.2 Crédits : 3 Coefficients : 3	Intelligence Artificielle pour les réseaux électriques intelligents et les techniques de la haute tension	2	2	1h30	1h30		45h00	05h00	40%	60%
	Ethique, déontologie et propriété intellectuelle	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
Total semestre 2		30	17	12h00	6h00	7h00	375h00	375h00		

### Semestre 3 Master : Réseaux Electriques et technique de la haute tension

Unité d'enseignement	Matières	Crédits	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
				Cours	TD	TP			Contrôle Continu	Examen
UE Fondamentale Code : UEF 2.1.1 Crédits : 10 Coefficients : 5	Technique de la Haute Tension	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Stabilité et dynamique des réseaux électriques	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Eclairage intelligent : applications et impacts de la lumière artificielle	2	1	1h30			22h30	27h30		100%
UE Fondamentale Code : UEF 2.1.2 Crédits : 8 Coefficients : 4	Construction des réseaux électriques	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Electrification des entreprises industrielles	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 2.1 Crédits : 9 Coefficients : 5	Techniques de protection des réseaux électriques	5	3	1h30		2h30	60h00	65h00	50%	50%
	TP : Technique de la haute Tension	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP : Systèmes d'éclairage LED : mesures et performances	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
UE Transversale Code : UET 2.1 Crédits : 3 Coefficients : 3	Recherche documentaire et conception de mémoire	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
	Reverse engineering en Réseaux Électriques et Techniques de la Haute Tension	2	2	1h30	1h30 Atelier		45h00	05h00	40%	60%
Total semestre 3		30	17	12h00	6h00	7h00	375h00			

### **UE Découverte (S1, S2 et S3)**

- 1- Energies renouvelables
- 2- Informatique industrielle
- 3- Compatibilité électromagnétique
- 4- Maintenance et Sûreté de fonctionnement
- 5- Implémentation d'une commande numérique en temps réel
- 6- Matériaux d'électrotechnique et leurs applications
- 7- Techniques d'intelligence artificielle
- 8- Propagation des ondes électriques sur le réseau d'énergie
- 9- Introduction au génie logiciel
- 10- Ecologie Industrielle et Développement Durable
- 11-Maintenance des réseaux électriques
- [12- Autres...](#)

### **Semestre 4**

Stage en entreprise sanctionné par un mémoire et une soutenance.

	VHS	Coeff	Crédits
Travail Personnel	550	09	18
Stage en entreprise	100	04	06
Séminaires	50	02	03
Autre (Encadrement)	50	02	03
Total Semestre 4	750	17	30

### **Evaluation du Projet de Fin de Cycle de Master**

Valeur scientifique (Appréciation du jury)	/6
Rédaction du Mémoire (Appréciation du jury)	/4
Présentation et réponse aux questions (Appréciation du jury)	/4
Appréciation de l'encadreur	/3
Présentation du rapport de stage (Appréciation du jury)	/3

## VI- Récapitulatif global de la formation

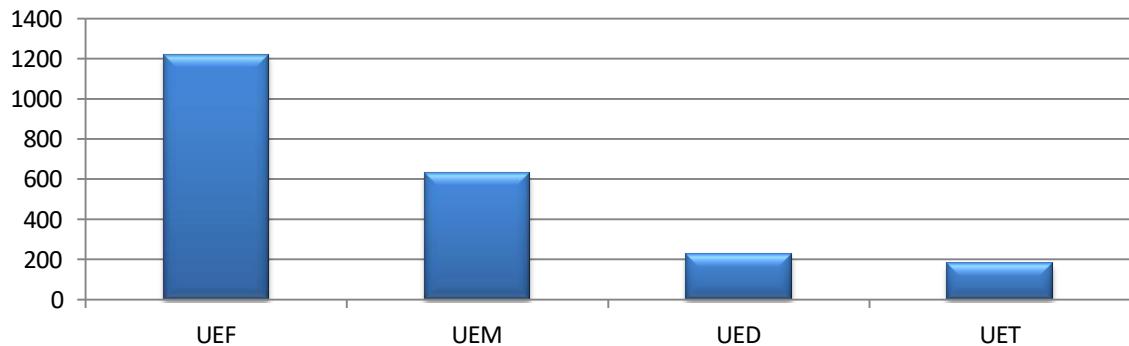
## VI -1 Récapitulatif global de la Licence :

VH	UE	UEF	UEM	UED	UET	Total
Cours		<b>720h00</b>	<b>142h30</b>	<b>225h00</b>	<b>180h00</b>	<b>1267h30</b>
TD		<b>495h00</b>	<b>22h30</b>	---	---	<b>517h30</b>
TP		---	<b>465h00</b>	---	---	<b>465h00</b>
Travail personnel		<b>1485h00</b>	<b>720h00</b>	<b>25h00</b>	<b>20h00</b>	<b>2250h00</b>
Autre (préciser)		---	---	---	---	---
<b>Total</b>		<b>2700h00</b>	<b>1350h00</b>	<b>250h00</b>	<b>200h00</b>	<b>4500h00</b>
<b>Crédits</b>		<b>108</b>	<b>54</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>180</b>
<b>% en crédits pour chaque UE</b>		<b>60 %</b>	<b>30 %</b>	<b>10 %</b>		<b>100 %</b>

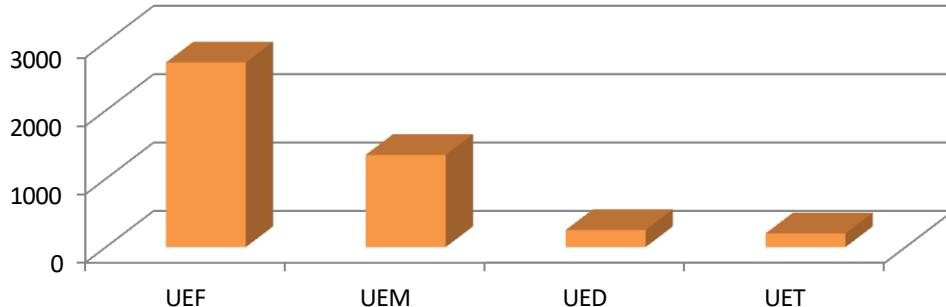
### Crédits des unités d'enseignement



### Volume horaire présentiel



### Volume horaire global



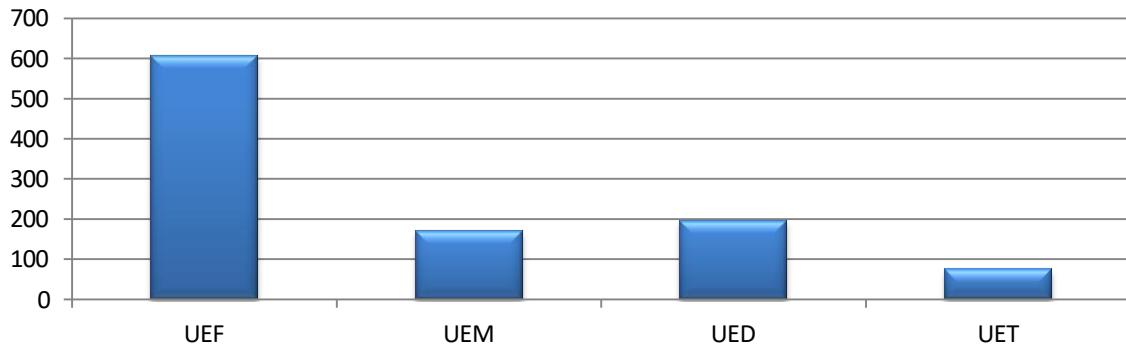
## VI -2 Récapitulatif global du master (semestre 1, 2 et 3) :

VH	UE	UEF	UEM	UED	UET	Total
Cours		<b>337h30</b>	<b>22h30</b>	<b>135h00</b>	<b>67h30</b>	<b>562h30</b>
TD		<b>270h00</b>	<b>22h30</b>	---	---	<b>292h30</b>
TP		---	<b>123h30</b>	<b>45h00</b>	---	<b>168h00</b>
Travail personnel		<b>742h30</b>	<b>442h30</b>	<b>15h00</b>	<b>07h30</b>	<b>1207h30</b>
Autre (préciser)		---	---	---	---	---
<b>Total</b>		<b>1350h00</b>	<b>611h00</b>	<b>195h00</b>	<b>74h30</b>	<b>4500h00</b>
<b>Crédits</b>		<b>54</b>	<b>27</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>90</b>
% en crédits pour chaque UE		<b>60 %</b>	<b>30 %</b>		<b>10 %</b>	<b>100 %</b>

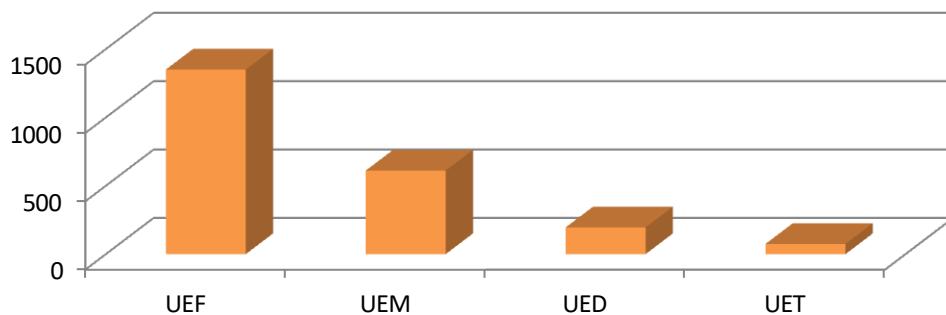
**Crédits des unités d'enseignement**



**Volume horaire présentiel**



**Volume horaire global**



**VII-1 - Programme détaillé par matière (Licence)**  
**S1 - S2 - S3 - S4 - S5 - S6**

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S1	Analyse 1		3	6	
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
67h30	1h30	3h00	-		

**Pré requis :**

Notions de base des mathématiques des classes Terminales (ensembles, fonctions, équations, ...).

**Objectifs de l'enseignement**

Cette première matière d'Analyse I est notamment consacrée à l'homogénéisation des connaissances des étudiants à l'entrée de l'université. Les premiers éléments nouveaux sont enseignés de manière progressive afin de conduire les étudiants vers les mathématiques plus avancées. Les notions abordées dans cette matière sont fondamentales et parmi les plus utilisées dans le domaine des Sciences et Technologies.

**Contenu de la matière :****Chapitre 1 : Propriétés de l'ensemble R**

1. Partie majorée, minorée et bornée.
2. Élément maximum, élément minimum.
3. Borne supérieure, borne inférieure.
4. Valeur absolue, partie entière.

**Chapitre 2 : Suites numériques réelles**

1. Suites convergentes.
2. Théorèmes de comparaison.
3. Théorème de convergence monotone.
4. Suites extraites.
5. Suites adjacentes.
6. Suites particulières (arithmétiques, géométriques, récurrentes)

**Chapitre 3 : Les fonctions réelles à une seule variable**

1. Limites et continuité des fonctions
2. Dérivée et différentielle d'une fonction
3. Applications aux fonctions élémentaires (puissance, exponentielle, hyperbolique, trigonométrique et logarithmique)

**Chapitre 4 : Développement limité**

1. Développement limité
2. Formule de Taylor

### 3. Développement limité des fonctions **Chapitre 5 :**

#### **Intégrales simples**

1 Rappels sur l'intégrale de Riemann et sur le calcul de primitives.

#### **Mode d'évaluation :**

Interrogation écrite, devoir surveillée, examen final

#### **Références bibliographiques :**

- 1- K. Allab, Eléments d'analyse, Fonction d'une variable réelle, 1<sup>re</sup>& 2<sup>e</sup> années d'université, Office des Publications universitaires.
- 2- J. Rivaud, Algèbre : Classes préparatoires et Université Tome 1, Exercices avec solutions, Vuibert.
- 3- N. Faddeev, I. Sominski, Recueil d'exercices d'algèbre supérieure, Edition de Moscou

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S1	Algèbre 1		2	4	
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
45h00	1h30	1h30	-		

**Pré requis :**

Notions de base des mathématiques des classes Terminales (ensembles, fonctions, équations, ...).

**Objectifs de l'enseignement**

Cette première matière d'Algèbre I est notamment consacrée à l'homogénéisation des connaissances des étudiants à l'entrée de l'université. Les premiers éléments nouveaux sont enseignés de manière progressive afin de conduire les étudiants vers les mathématiques plus avancées. Les notions abordées dans cette matière sont fondamentales et parmi les plus utilisées dans le domaine des Sciences et Technologies.

**Contenu de la matière :****Chapitre 1. Les ensembles, les relations et les applications**

(5 semaines)

1. Théorie des ensembles.
2. Relation d'ordre, Relations d'équivalence.
3. Application injective, surjective, bijective et fonction réciproque : définition d'une application, image directe, image réciproque, caractéristique d'une application.

**Chapitre 2 : Les nombres complexes**

1. Définition d'un nombre complexe.
2. Représentation d'un nombre complexe : Représentation algébrique, représentation trigonométrique, représentation géométrique, représentation exponentielle.
3. Racines d'un nombre complexe : racines carrées, résolution de l'équation  $az^2 + bz + c = 0$ , racines nième d'un nombre complexe.

**Chapitre 3 : Espace vectoriel**

1. Espace vectoriel, base, dimension (définitions et propriétés élémentaires).
2. Application linéaire, noyau, image, rang.

**Mode d'évaluation :**

Interrogation écrite, devoir surveillée, examen final

**Références bibliographiques :**

1. J. Rivaud, Algèbre : Classes préparatoires et Université Tome 1, Exercices avec solutions, Vuibert.
2. N. Faddeev, I. Sominski, Recueil d'exercices d'algèbre supérieure, Edition de Moscou
3. M. Balabne, M. Duflo, M. Frish, D. Guegan, Géométrie – 2<sup>e</sup> année du 1<sup>er</sup> cycle classes préparatoires, Vuibert Université.
4. B. Calvo, J. Doyen, A. Calvo, F. Boshet, Exercices d'algèbre, 1<sup>er</sup> cycle scientifique préparation aux grandes écoles 2<sup>e</sup> année, Armand Colin – Collection U.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S1	Eléments de mécanique (Physique1)		4	7	
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
90h00	1h30	3h00	1h30		

**Prérequis :**

Il est recommandé d'avoir bien maîtrisé les sciences physiques et les mathématiques de base dans le cycle secondaire

**Objectifs :**

L'enseignement de cette matière permet à l'étudiant d'acquérir les notions fondamentales de la mécanique classique liée au point matériel à travers :

- la cinématique
- la dynamique
- et les concepts travail et énergie.

**Contenu de la matière : Physique 1 (Mécanique)****Chapitre I : Rappel**

- Analyse dimensionnelle
- Analyse vectorielle

**Chapitre II : Cinématique**

- Notion de Référentiel
- Etude de mouvements dans l'espace (cas général, circulaire, rectiligne, coordonnées intrinsèques)
- Systèmes de coordonnées (cartésien, polaire, cylindrique, sphérique)
- Mouvement relatif (lois de compositions des vitesses et accélérations)

**Chapitre III : Dynamique**

- Principe d'inertie, Masse d'inertie et référentiel Galiléen
- Quantité de mouvement – Principe de conservation de la quantité de mouvement
- Notion de Force,
- Lois de Newton
- Equation différentielle du mouvement
- Différents types de force (gravitation, élastique, visqueuse,...)

**Chapitre IV : Mouvement de rotation**

- Moment cinétique, Moment d'une Force
- Théorème du moment cinétique et Moment d'inertie
- Applications : torsion, pendule,...

**Chapitre V : Travail, puissance, énergie**

- Travail et puissance d'une force
- Energie cinétique
- Energie potentielle (gravitationnelle, élastique,...) et états d'équilibres.

- Forces conservatives et non conservatives.
- Conservation de l'énergie.
- Impulsion et chocs (élastique et inélastique)

### **Travaux Pratiques de physique 1 :**

- Mesure et calculs des incertitudes
- Chute libre
- Plan incliné
- Mouvement circulaire
- Pendule simple
- Pendule oscillant
- Frottement solide-solide

### **Mode d'évaluation :**

Interrogation écrite, devoir surveillé, examen final, compte rendu TP,

### **Références bibliographiques :**

- Physique, 1. Mécanique, Harris Benson, éditions de Boeck. —
- Physique, 1. Mécanique, Eugene Hecht, éditions de Boeck.
- Physique Générale, Mécanique et thermodynamique, Douglas Giancoli, éditions de Boeck.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S1	Structure de la matière		4	7	
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
90h00	1h30	3h00	1h30		

**Pré requis :** Néant

### **Objectifs :**

L'enseignement de cette matière permet à l'étudiant l'acquisition des formalismes de base en chimie notamment au sein de la matière décrivant l'atome et la liaison chimique, les éléments chimiques et le tableau périodique avec la quantification énergétique. Rendre les étudiants plus aptes à résoudre des problèmes de chimie

### **Contenu de la matière**

#### **Chapitre 1 : Notions fondamentales**

Etats et caractéristiques macroscopiques des états de la matière, changements d'états de la matière, notions d'atome, molécule, mole et nombre d'Avogadro, unité de masse atomique, masse molaire atomique et moléculaire, volume molaire, Loi pondérale : Conservation de la masse (Lavoisier), réaction chimique, Aspect qualitatif de la matière, Aspect quantitatif de la matière.

#### **Chapitre 2 : Principaux constituants de la matière**

Introduction : Expérience de Faraday : relation entre la matière et l'électricité, Mise en évidence des constituants de la matière et donc de l'atome et, quelques propriétés physiques (masse et charge), Modèle planétaire de Rutherford, Présentation et caractéristiques de l'atome (Symbole, numéro atomique Z, numéro de masse A, nombre de proton, neutrons et électron), Isotropie et abondance relative des différents isotopes, Séparation des isotopes et détermination de la masse atomique et de la masse moyenne d'un atome : Spectrométrie de masse : spectrographe de Bainbridge, Energie de liaison et de cohésion des noyaux, Stabilité des noyaux.

#### **Chapitre 3 : Structure électronique de l'atome**

Dualité onde-corpuscule, Interaction entre la lumière et la matière, Modèle atomique de Bohr : atome d'hydrogène, L'atome d'hydrogène en mécanique ondulatoire, Atomes poly électriques en mécanique ondulatoire.

#### **Chapitre 4 : Classification périodique des éléments**

Classification périodique de D. Mendeleiev, Classification périodique moderne, Evolution et périodicité des propriétés physico-chimiques des éléments, Calcul des rayons (atomique et

ionique), les énergies d'ionisation successives, affinité électronique et l'électronégativité (échelle de Mulliken) par les règles de Slater.

### **Chapitre 5 : Liaisons chimiques**

La liaison covalente dans la théorie de Lewis, La Liaison covalente polarisée, moment dipolaire et caractère ionique partielle de la liaison, Géométrie des molécules : théorie de Gillespie ou VSEPR, La liaison chimique dans le modèle quantique.

### **Chapitre 6 : Radioactivité – Réactions nucléaires**

Radioactivité naturelle (rayonnements  $\alpha$ ,  $\beta$  et  $\gamma$ ), Radioactivité artificielle et les réactions nucléaires, Cinétique de la désintégration radioactive, Applications de la radioactivité.

### **Mode d'évaluation :**

Interrogation écrite, devoir surveillé, examen final, compte rendu TP,

### **Références bibliographiques**

1. Ouahes, Devallez, Chimie Générale, OPU.
2. S.S. Zumdhal& coll., Chimie Générale, De Boeck Université.
3. Y. Jean, Structure électronique des molécules : 1 de l'atome aux molécules simples, 3<sup>e</sup> édition, Dunod, 2003.
4. F. Vassaux, La chimie en IUT et BTS.
5. A. Casalot& A. Durupthy, Chimie inorganique cours 2<sup>ème</sup> cycle, Hachette.
6. P. Arnaud, Cours de Chimie Physique, Ed. Dunod.
7. M. Guymont, Structure de la matière, Belin Coll., 2003.
8. G. Devore, Chimie générale : T1, étude des structures, Coll. Vuibert, 1980.

### **Travaux Pratiques « Structure de la matière »**

**TP N° 1 :** TP préliminaire : Sécurité au laboratoire de chimie et description du matériel et de la verrerie.

**TP N° 2 :** Changement d'état de l'eau : Passage de l'état liquide à l'état solide et de l'état liquide à l'état vapeur.

**TP N° 3 :** Détermination de la quantité de matière.

**TP N° 4 :** Détermination de la masse moléculaire.

**TP N° 5 :** Calcul d'incertitudes - Détermination du rayon ionique

**TP N° 6 :** Détermination des volumes molaires partiels dans une solution binaire.

**TP N° 7 :** Analyse qualitative des Cations (1<sup>er</sup>, 2<sup>ème</sup>, 3<sup>ème</sup> et 4<sup>ème</sup> groupe).

**TP N° 8 :** Analyse qualitative des Anions.

**TP N° 9 :** Identification des ions métalliques par la méthode de la flamme

**TP N°10 :** Séparation et recristallisation de l'acide benzoïque.

**TP N°11 :** Construction et étude de quelques structures compactes.

**TP N°12 :** Étude des structures ioniques

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	crédits	Code
S1	Structure des ordinateurs et applications		2	2	
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
45h00	-	-	3h00		

Pré requis :Aucun

#### Objectifs :

- Avoir un aperçu sur l'architecture d'un ordinateur.
- Maîtriser la pratique des quatre opérations en base 2, 8 et 16.
- Connaître les propriétés des principaux codages des entiers, entiers relatifs et des nombres à virgules.
- Connaître les aspects théoriques et pratiques de l'analyse, de la synthèse et de la matérialisation de circuits logiques qu'on trouve dans les ordinateurs.
- Élaborer une analyse adéquate, de spécifier ce qui est en donnée, ce qui est en résultat.
- Définir un algorithme permettant de résoudre le problème

#### Contenu de la matière :

##### **Représentation et codification des nombres**

- Systèmes numérations : décimale, binaire, octal et hexadécimal.
- Conversions décimal-binaire et binaire-décimale.
- Arithmétique binaire.

##### **Algèbre de Boole**

- Expression booléenne.
- Tables de vérité.
- Les portes logiques.
- Circuit logique versus expression booléenne.
- Évaluation de la sortie d'un circuit logique.
- Simplification des expressions booléennes.

##### **Introduction à l'algorithmique**

- Algorithme et action primitive.
- Structure d'un algorithme.
- Les types standards et opérations appropriées.
- Opérations de base en algorithmique : affectation, lecture, écriture.
- Les structures de contrôle et les différents types de boucles.
- Modularité d'un algorithme : procédures et fonctions.
- Les structures de données (tableaux et enregistrements).
- Les fichiers

**Mode d'évaluation :**

Interrogation écrite, devoir surveillé, examen final,

**Références bibliographiques :**

- ZANELLA, P. and Ligier, Y. (1989). Architecture et technologie des ordinateurs. DUNOD informatique. DUNOD.
- BAJARD, J. (2004). Calcul et arithmétique des ordinateurs. Traité IC2 Information - Commande - Communication : Informatique et systèmes d'information. Hermes Science Publications.
- TOCCI, R. (1992). Circuits numériques : théorie et applications. DUNOD.
- BELAID, M. (2004). Architecture des ordinateurs : cours et exercices corrigés. Les Manuels de l'étudiant. Les Pages Bleues Internationales.
- WACK, B. (2013). Informatique pour tous en classes préparatoires aux grandes écoles. Eyrolles.
- GAUDEL, M., Soria, M., and Froidevaux, C. (1987). Types de données et algorithmes. Number vol. 1 in Collection didactique. Institut national de recherche en informatique et en automatique.
- CORMEN, T., LEISERSON, C., RIVEST, R., and CAZIN, X. (1994). Introduction à l'algorithmique. Science informatique. Dunod.
- CORMEN, T. (2013). Algorithmes : Notions de base. Informatique. Editions DUNOD.

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	crédits	Code
01	Dimension éthique et déontologique (les fondements)	01	01	
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques	
22h30	1h30	-	-	

**Pré requis :** Néant

### **Objectifs :**

Ce cours a pour objectif principal de faciliter l'immersion d'un individu dans la vie étudiante et sa transition en adulte responsable. Il permet de développer la sensibilisation des étudiants aux principes éthiques. Les initier aux règles qui régissent la vie à l'université (leurs droits et obligations vis-à-vis de la communauté universitaire) et dans le monde du travail, de sensibiliser au respect et à la valorisation de la propriété intellectuelle et leur expliquer les risques des maux moraux telle que la corruption et à la manière de les combattre.

### **Contenu de la matière :**

#### **I. Notions Fondamentales – مهافِم قیساساً (2 semaines)**

Définitions :

1. Morale :
2. Ethique :
3. Déontologie « Théorie de Devoir » :
4. Le droit :
5. Distinction entre les différentes notions
  - A. Distinction entre éthique et Morale
  - B. Distinction entre éthique et déontologie

#### **II. Les Référentiels – ملاجر تایع**

références philosophiques La référence religieuse

L'évolution des civilisations La référence institutionnelle

#### **III. La Franchise Universitaire – مرحلان مراجعاً Le**

Concept des franchises universitaires

Textes réglementaires

Redevances des franchises universitaires Acteurs du campus universitaire

#### **IV. Les Valeurs Universitaires – میقلا مراجعاً Les**

Valeurs Sociales

Les Valeurs Communautaires

Valeurs Professionnelles

#### **V. Droits et Devoirs**

Les Droits de l'étudiant  
 Les devoirs de l'étudiant  
 Droits des enseignants  
 Obligations du professeur-chercheur  
 Obligations du personnel administratif et technique

#### **VI. Les Relations Universitaires**

Définition du concept de relations universitaires  
 Relations étudiants-enseignants  
 Relation étudiants – étudiants  
 Relation étudiants - Personnel  
 Relation Etudiants – Membres associatifs

#### **VII. Les Pratiques**

Les bonnes pratiques Pour l'enseignant Les bonnes pratiques Pour l'étudiant

**Mode d'évaluation :** Contrôle continu, examen final.

#### **Références bibliographiques :**

1. Recueil des cours d'éthique et déontologie des universités algériennes.
2. BARBERI (J.-F.), 'Morale et droit des sociétés', *Les Petites Affiches*, n° 68, 7 juin 1995.
3. J. Russ, *La pensée éthique contemporaine*, Paris, puf, *Que sais-je ?*, 1995.
4. LEGAULT, G. A., Professionnalisme et délibération éthique, Québec, Presses de l'Université du Québec, 2003.
5. SIROUX, D., 'Déontologie', dans M. Canto-Sperber (dir.), *Dictionnaire d'éthique et de philosophie morale*, Paris, Quadrige, 2004.
6. Prairat, E. (2009). Les métiers de l'enseignement à l'heure de la déontologie. *Education et Sociétés*, 23.

<https://elearning.univ-annaba.dz/pluginfile.php/39773/modresource/content/1/Cours%20Ethique%20et%20la%20d%C3%A9ontologie.pdf>

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S1	Les métiers en sciences et technologies		1	1	
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
22h30	1h30	-	-		

Pré requis :	Néant
--------------	-------

**Objectifs :**

Faire découvrir à l'étudiant, dans une première étape, l'ensemble des filières qui sont couverts par le Domaine des Sciences et Technologies et dans une seconde étape une panoplie des métiers sur lesquels débouchent ces filières. Dans le même contexte, cette matière introduit les nouveaux enjeux du développement durable ainsi que les nouveaux métiers qui peuvent en découler.

**Contenu de la matière :**

**1. Les sciences de l'ingénieur, c'est quoi ?**

Le métier d'ingénieur, historique et défis du 21<sup>eme</sup> siècle, Rechercher un métier/une annonce de recrutement par mot-clé, élaborer une fiche de poste simple (intitulé du poste, entreprise, activités principales, compétences requises (savoirs, savoir-faire, relationnel

**2. Filières de l'Electronique, Télécommunications, Génie Biomédical, Electrotechnique, Electromécanique, Optique & Mécanique de précision :**

- Définitions, domaines d'application (Domotique, applications embarquées pour l'automobile, Vidéosurveillance, Téléphonie mobile, Fibre optique, Instrumentation scientifique de pointe, Imagerie et Instrumentation médicale, Miroirs géants, Verres de contact, Transport et Distributions de l'énergie électrique, Centrales de production d'électricité, Efficacité énergétique, Maintenance des équipements industriels, Ascenseurs, Eoliennes, ...)
- Rôle du spécialiste dans ces domaines.

**3. Filières de l'Automatique et du Génie industriel :**

- Définitions, domaines d'application (Chaînes automatisées industrielles, Machines outils à Commande Numérique, Robotique, Gestion des stocks, Gestion du trafic des marchandises, la Qualité, - Rôle du spécialiste dans ces domaines.

**4. Filières du Génie des Procédés, Hydrocarbures et Industries pétrochimiques :**

- Définitions, Industrie pharmaceutique, Industrie agroalimentaire, Industrie du cuir et des textiles, Biotechnologies, Industrie chimique et pétrochimique, Plasturgie, Secteur de l'énergie (pétrole, gaz), ...
- Rôle du spécialiste dans ces domaines.

**1. Filières de l'Hygiène et Sécurité Industrielle (HSI) et du Génie minier :**

- Définitions et domaines d'application (Sécurité des biens et des personnes, Problèmes environnementaux, Exploration et Exploitation des ressources minières, ...)
- Rôle du spécialiste dans ces domaines.

- 2. Filières Génie Climatique et Ingénierie des Transports**
- Définitions, domaines d'application (Climatisation, Immeubles intelligents, Sécurité dans les transports, Gestion du trafic et transports routiers, aériens, navals, ...)
  - Rôle du spécialiste dans ces domaines.

**3. Filières du Génie Civil, Hydraulique et Travaux publics : (2 semaines)**

- Définitions et domaines d'application (Matériaux de construction, Grandes Infrastructures routières et ferroviaires, Ponts, Aéroports, Barrages, Alimentation en eau potable et Assainissement, Ecoulements hydrauliques, Gestion des ressources en eau, Travaux Publics et Aménagement du territoire, Villes intelligentes, ...)
- Rôle du spécialiste dans ces domaines.

**4. Filière de l'Aéronautique, du Génie Mécanique, Génie Maritime et Métallurgie :**

- Définitions et domaines d'application (Aéronautique, Avionique, Industrie automobile, Ports, Digue, Production des équipements industriels, Sidérurgie, Transformation des métaux, ...)
- Rôle du spécialiste dans ces domaines.

**Travail en groupe :** Élaboration de fiches de postes pour des métiers de chaque filière à partir des annonces de recrutement retrouvées sur les sites de demande d'emploi (ex. <http://www.onisep.fr/Decouvrir-les-metiers>, [www.indeed.fr](http://www.indeed.fr), [www.pole-emploi.fr](http://www.pole-emploi.fr)) (1 filière / groupe).

Selon les capacités des établissements, préconiser de faire appel aux doctorants et anciens diplômés de l'établissement dans un dispositif de tutorat/mentoring où chaque groupe pourra faire appel à son tuteur/mentor pour élaborer la fiche de poste/ découvrir les différents métiers du ST.

**Travail personnel de l'étudiant pour cette matière :**

L'enseignant chargé de cette matière peut faire savoir à ses étudiants qu'il peut toujours les évaluer en leur proposant de préparer des fiches de métiers. Demander aux étudiants de visionner chez eux un film de vulgarisation scientifique en relation avec le métier choisi (après leur avoir remis soit le film sur support électronique ou leur avoir indiqué le lien internet vers ce film) et leur demander de remettre ensuite un rapport écrit ou de faire une présentation orale du résumé de ce film, ... etc. La bonification de ces activités est laissée à l'appréciation de l'enseignant et de l'équipe de formation qui sont seuls aptes à définir la meilleure manière de tenir compte de ces travaux personnels dans la note globale de l'examen final.

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu, Examen final,

**Références bibliographiques :**

- 1- Quels métiers pour demain ? Éditeur : ONISEP, 2016, Collection : Les Dossiers.
- 2- J. Douënel et I. Sédès, Choisir un métier selon son profil, Editions d'Organisation, Collection : Emploi & carrière, 2010.
- 3- V. Bertereau et E. Ratière, Pour quel métier êtes-vous fait ? Editeur : L'Étudiant, 6e édition, Collection : Métiers, 2015.
- 4- Le grand livre des métiers, Éditeur : L'Étudiant, Collection : Métiers, 2017.
- 5- Les métiers de l'industrie aéronautique et spatiale, Collection : Parcours, Edition : ONISEP, 2017.
- 6- Les métiers de l'électronique et de la robotique, Collection : Parcours, Edition : ONISEP, 2015.
- 7- Les métiers du bâtiment et des travaux publics, Collection : Parcours, Edition : ONISEP, 2016.
- 9- Les métiers du transport et de la logistique, Collection : Parcours, Edition : ONISEP, 2016.
- 8- Les métiers de l'énergie, Collection : Parcours, Edition : ONISEP, 2016.
- 9- Les métiers de la mécanique, Collection : Parcours, Edition : ONISEP, 2014.
- 10- Les métiers de la chimie, Collection : Parcours, Edition : ONISEP, 2017.
- 11- Les métiers du Web, Collection : Parcours, Edition : ONISEP, 2015.

## Programmes détaillés des matières du 2<sup>ème</sup> semestre

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S2	<b>Analyse 2</b>		3	6	
VHH	Cours	Travaux dirigés	<b>Travaux Pratiques</b>		
67h30	1h30	3h00	-		

**Prérequis :**

Il est recommandé de maîtriser les bases fondamentales du calcul d'intégrales et des primitives et des mathématiques enseignées en S1

**Objectifs :**

De première importance pour un scientifique, cette matière permet à l'étudiant d'acquérir :

- les méthodes de résolution d'équations différentielles nécessaires pour les problèmes rencontrés en ingénierie et en physique
- les méthodes de calcul de dérivabilité et d'intégrales des fonctions à plusieurs variables ( surfaces volumes), les différentes formes de développement limité

**Contenu de la matière :****Chapitre 1 : Equations différentielles ordinaires****1. Equations différentielles ordinaires du premier ordre**

1.1 Note Historique.

1.2 Modèle physique conduisant à une équation différentielle.

1.3 Définitions générales

1.4 Notions générales sur les équations différentielles du premier ordre.

Solution générale. Solution particulière.

1.5 Equations à variables séparées et séparables.

1.6 Equations homogènes du premier ordre. Définitions et exemples.

Résolution de l'équation homogène.

1.7 Equations se ramenant aux équations homogènes.

Résolution de l'équation linéaire.

1.8 Equation de Bernoulli.

Définition. Résolution de l'équation de Bernoulli.

**2. Equations différentielles du second ordre**

2.1 Note Historique.

2.2 Equations linéaires homogènes. Définitions et propriétés générales.

2.3 Equations linéaires homogènes du second ordre à coefficients constants

Les racines de l'équation caractéristique sont réelles et distinctes.

Les racines de l'équation caractéristique sont complexes.

L'équation caractéristique admet une racine réelle double.

2.4 Equations différentielles linéaires homogènes d'ordre n à coefficients constants.

Définition. Solution générale. Méthode générale de calcul de n solutions linéairement indépendantes de l'équation homogène.

2.5 Equations linéaires non homogènes du second ordre

Méthode de la variation des constantes arbitraires.

2.6 Equations linéaires non homogènes du second ordre à coefficients constants Cas où le second membre est de la forme

- a. Le nombre n'est pas une racine de l'équation caractéristique :
- b. est une racine simple de l'équation caractéristique :
- c. est une racine double de l'équation caractéristique :

Cas où le second membre est de la forme

- a. si n'est pas racine de l'équation caractéristique :
- b. si est racine de l'équation caractéristique :

## **Chapitre 2 : Fonctions de plusieurs variables. Notions de limite, continuité, dérivées partielles, différentiabilité**

2.1 Note historique

2.2 Domaine de définition.

2.3 Notion de limite.

Introduction. Notion de voisinage. Définition de la limite d'une fonction de deux variables. Ne pas confondre limite suivant une direction et limite.

2.4 Continuité des fonctions de deux variables.

2.5 Dérivées partielles d'ordre un.

Définition des dérivées partielles d'ordre un d'une fonction de 2 variables en un point  $(x_0, y_0)$

La fonction dérivée partielle. Dérivées partielles d'ordre deux. Continuité et existence des dérivées partielles  $((\partial f)/(\partial x))$  et  $((\partial f)/(\partial y))$

2.6 Fonctions différentiables.

Introduction. Définition des fonctions différentiables. Cas des fonctions d'une variable réelle  $f : \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ .

Définition des fonctions différentiables. Cas des fonctions de deux variables  $f : \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}$

Relation entre fonction différentiable et existence des dérivées partielles  $((\partial f)/(\partial x))$  et  $((\partial f)/(\partial y))$ . Relation entre différentiabilité et continuité.

2.7 Notion de différentielle d'une fonction de deux variables.

2.8 Dérivées partielles des fonctions composées.

Dérivées partielles des fonctions composées du type 1. Dérivées des fonctions composées du type 2.

2.9 Formule de Taylor des fonctions de 2 variables.

Dérivées partielles d'ordre  $n$ ,  $n > 2$ .

2.10 Optimisation différentiable dans  $\mathbb{R}^2$ .

Définitions d'optimum local et global. Conditions nécessaires d'optimalité. Conditions suffisantes d'optimalité.

## **Chapitre 3**

### **1. Intégrales doubles**

1.1 Définition de l'intégrale double

1.2 Exemples

1.3 Propriétés de l'intégrale double

□ □ Linéarité,

□ □ Conservation de l'ordre,

□ □ Additivité.

1.4 Théorème de Fubini dans le cas d'un domaine borné  $\mathbb{R}$ .

1.5 Calcul des intégrales doubles

□ □ Calcul direct,

□ □ Changement de variables dans une intégrale double (Formule de changement de variables).

1.6 Applications : Centre de gravité, Moment d'inertie.

## 2. Intégrales Triples

2.1 Généralisation de la notion d'intégrales doubles aux intégrales triples.

2.2 Calcul d'une intégrale triple

Calcul direct

Calcul par changement de variables (Formule de changement de variables pour une intégrale triple).

Volume sous le graphe d'une fonction de deux variables.

Calcul de volume de certains corps solides.

2.3 Applications : Centre de gravité, Moment d'inertie.

### **Mode d'évaluation :**

Interrogation écrite, devoir surveillée, examen final

### **Références bibliographiques :**

- [1] **KadaAllab**, Eléments d'Analyse. Office des publications Universitaires. Ben Aknoune. Alger 1984
- [2] **N. Piskounov**, Calcul différentiel et integral. Editions Mir. Moscou 1978
- [3] **J. Dixmier**, Cours de mathématiques du premier cycle. 1ère année. Gauthiers-Villars. Paris 1976
- [4] **R. Murray Spiegel**. Théorie et applications de l'Analyse. McGraw-Hill, Paris 1973
- [5] **G. Flory**, Topologie, Analyse. Exercices avec solutions. Vuibert. Paris 1978

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S2	Algèbre 2		2	4	
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
45h00	1h30	1h30	-		

**Prérequis :**

- Algèbre 1

**Objectifs :**

- Consolider les acquis du 1<sup>er</sup> semestre.
- Etudier de nouveaux concepts : somme de plusieurs sous-espaces vectoriels, sous-espaces stables, trace.
- Passer du registre géométrique au registre matriciel et inversement.

**Contenu de l'enseignement :****Chapitre 1 :Espaces vectoriels**

- Définition (sur  $\text{RetC}$ ).
- Sous-espaces vectoriels.
- Somme de sous-espaces.
- Sous-espaces supplémentaires.
- Famille libre. Famille liée. Base (finie).

**Chapitre 2 :Applications linéaires**

- Définition (opérations).
- Noyau et image.
- Rang d'une application linéaire.
- Théorème du rang.
- Caractérisation de l'injection, de la surjection et de la bijection.

**Chapitre 3 :Matrices, matrices associées et déterminants**

- Définition (comme tableau de nombres). Matrices particulières.
- Opérations sur les matrices. L'espace vectoriel des matrices.
- Déterminants (définition (ordre 2, 3 et généralisation) et propriétés).
- Matrice inversible.
- Ecriture matricielle d'une application linéaire.
- Correspondance entre les opérations sur les applications linéaires et celles sur les matrices.
- Matrice de changement de bases (matrice de passage).
- Effet d'un changement de base sur la matrice d'une application linéaire.

**Chapitre 4 :Systèmes d'équations linéaires —**

Définitions et interprétations.

- Systèmes de Cramer (cas général).

**Chapitre 5 : Réduction des matrices.**

- Valeurs propres.
- Vecteurs propres.
- Polynômes caractéristiques. Théorème de Cayley-Hamilton.
- Caractérisation des matrices diagonalisables.
- Caractérisation des matrices trigonalisables.
- Applications de la réduction.

**Références bibliographiques :**

- A.KUROSH : Cours d'algèbre supérieure. Edition MIR MOSCOU.
- D.FADEEV et I.SOMINSKY : Recueil d'exercices d'algèbre supérieure. Edition MIR MOSCOU.
- J.RIVAUD : Exercices avec solutions tome 1 VUIBERT.
- J.RIVAUD : Exercices avec solutions tome 2 VUIBERT.
- LEBSIR HABIB : Travaux dirigés d'algèbre générale. Dar el-houda Ain M'LILA.
- Jean-Pierre Escofier : Toute l'algèbre de la licence. Cours et exercices corrigés. Dunod.
- J.Lelong-Ferrand, J.M.Arnaudiès : Cours de mathématiques. Tome 1 Algèbre 3<sup>e</sup> édition. Classes préparatoires 1<sup>er</sup> cycle universitaire. Dunod.
- A.DONEDDU : ALGEBRE ET GEOMETRIE 7 Mathématiques spéciales Premier cycle universitaire. VUIBERT.
- COLLET Valérie : MATHS Toute la deuxième année. ellipses

**Modalités d'évaluation :**

Interrogation, Devoir surveillé, Examen final

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S2	Électricité et magnétisme		4	7	
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
90h00	1h30	1h30	1h30		

**Pré-requis :**

- Notions de champ vectoriel et champ scalaire. — Notions de calcul vectoriel.
- Charges électriques.

**Objectifs :**

- Identifier les sources des champs électrique et magnétique.
- Calculer et différencier les champs vectoriel et scalaire.
- Calculer le champ et le potentiel électriques produits par une distribution de charge.
- Calculer le champ magnétique produit par un courant électrique.

**Contenu de la matière :****Chapitre 1 : Champ et potentiel électrostatique**

- La charge ponctuelle.
- La force électrique et loi de Coulomb.
- Champ et potentiel électrique (distribution discontinue de charge).
- Dipôle électrique : champ et potentiel électrique.
- Action du champ électrique sur un dipôle (orientation et état d'équilibre).
- Champ et potentiel électrique (distribution continue de charge).
- Théorème de Gauss.

**Chapitre 2 : Les Conducteurs**

- Propriétés de base.
- Charge induite et phénomènes d'influences
- Pression electrostatique. — Condensateurs, capacité (différents types), énergie emmagasinée.

**Chapitre 3 : Courant électrique**

- Notions d'intensité et de densité de courant. —
- Résistance et loi d'Ohm, loi de Joule.

**Chapitre 4 : Magnétostatique**

- Introduction.
- Force magnétique et loi de Lorentz.
- Action d'un champ magnétique sur un courant électrique.
- Champ magnétique produit par un courant stationnaire : loi de Biot-Savart.
- Circulation du champ magnétique.

- Rotationnel du champ magnétique et loi d'Ampère.
- Flux du champ magnétique à travers une boucle fermée et induction. —
- Equations de Maxwell.

#### **Travaux Pratiques de physique 2 :**

- Montage d'un circuit électrique et appareils de mesure.
- Utilisation de l'oscilloscope.
- Pont de Wheatstone.
- Charge et décharge d'un condensateur.
- Champ magnétique à l'extérieur d'un conducteur.
- Champ magnétique de bobine simple : loi de Biot et Savart

#### **Références bibliographiques :**

- Physique, 2. Electricité et magnétisme, Harris Benson, éditions de Boeck. — Physique, 2. Electricité et magnétisme, Eugene Hecht, éditions de Boeck.
- Physique Générale, Electricité et magnétisme, Douglas Giancoli, éditions de Boeck

#### **Modalités d'évaluation :**

Interrogation, Devoir Surveillé, compte rendu des travaux pratiques, Examen final.

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	crédits	Code
02	Thermodynamique	4	7	
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques	
90h00	1h30	3h00	1h30	

**Pré requis :****Néant****Objectifs :**

Les connaissances acquises permettent de caractériser le comportement des substances liquides, solides et gazeuses et d'évaluer leurs propriétés thermodynamiques pour différentes conditions (température, pression, corps purs simples, mélange idéal et en changement de phase)

**Contenu de la matière****Chapitre I : Notions de base en thermodynamique**

- I.1 Rappel mathématique sur les dérivées partielles
- I.2 Propriétés et états d'un système
- I.3 Processus, équilibre et cycle thermodynamique
- I.4 Densité, volume spécifique,
- I.5 Pression, température et énergie

**Chapitre II : Propriétés thermodynamiques des substances pures**

- II.1 Le gaz parfait
- II.2 Comportement réel des gaz
- II.3 Etats correspondants et écarts résiduels
- II.4 Propriétés des liquides et solides

**Chapitre III : Concepts fondamentaux de la thermodynamique**

- II.1 Premier principe et applications
- II.2 Entropie et deuxième principe
- II.3 Bilan entropique et irréversibilité
- II.4 Propriétés de l'énergie libre et équilibre thermodynamique
- II.5 Potentiel chimique et fugacité

**Chapitre IV : Equilibres des processus physiques**

- IV.1 Equilibres de phase d'une substance pure
- IV.2 Propriétés thermodynamiques des transitions de phase
- IV.3 Comportement idéal des mélanges gazeux, liquides et solides
- IV.4 Equilibres de phases d'un composé en mélange idéal
- IV.5 Solubilité idéale et coefficient de partage

### **References bibliographiques :**

Smith, E.B, Basic Chemical Thermodynamics, 2nd ed., Clarendon Press, Oxford, 1977.  
 Rossini, F. D., Chemical Thermodynamics, Wiley, New York, 1950. Florence,  
 Stanley I.Sandler,Chemical and Engineering Thermodynamics, Wiley, New York, 1977. Elliot,J, Lira  
 C.T, Introductory chemical engineering Thermodynamics , Prentice –Hall (1999) Lewis G.N., Randal  
 M., Thermodynamics, Mac Graw Hill  
 Hougen O.A., Watson K.M., Chemical process principles, Vol II : thermodynamics John Wiley  
 and sons

### **Travaux Pratiques de Thermodynamique :**

**TP N° 1** :Etude de l'équation d'état d'un gaz parfait.

**TP N° 2** :Valeur en eau du calorimètre.

**TP N° 3** :Chaleur massique : chaleur massique des corps liquides et solides.

**TP N° 4** :Etude de la solidification de l'eau pure.

**TP N° 5** :Chaleur latente : Chaleur latente de fusion de la glace.

**TP N° 6** :Détermination de la chaleur latente de vaporisation.

**TP N° 7** :Chaleur de réaction : Détermination de l'énergie libérée par une réaction chimique (HCl/NaOH).

**TP N° 8** :Les fonctions thermodynamiques d'un équilibre Acide –Base.

**TP N° 9** :Etude de la variation de la pression en fonction de la température à l'équilibre (l-g) pour un système pur : eau.

**TP N° 10** :Tension de vapeur d'une solution.

**TP N°11** :Diagramme d'équilibre pour un système binaire.

**TP N°12** :Diagramme d'équilibre pour un système ternaire.

### **Modalités d'évaluation :**

Interrogation, Devoir Surveillé, compte rendu des travaux pratiques, Examen final.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	crédits	Code
S2	Initiation à la Programmation		2	2	
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
37h30	1h30	-	1h00		

**Pré requis :** Informatique 1

**Objectifs :**

- Planifier et concevoir un programme utilisant des techniques structurées de développement.
- Prévoir, concevoir, créer et employer les fonctions en décomposant un problème en sous-tâches.
- Passer des arguments par référence ou par valeur entre fonctions. Différentes dimensions.
- Écrire des instructions de programmation valides pour déclarer, initialiser, manipuler et passer les pointeurs comme arguments aux fonctions.
- Utiliser et expliquer la relation entre les pointeurs et les valeurs qu'ils indiquent.
- Utiliser et manipuler les structures de données.
- Utiliser les outils du langage C pour l'implantation des solutions algorithmiques.

**Contenu de la matière :**

Introduction au langage C.  
 Les variables et les constantes : déclaration et manipulation  
 Les structures de testes IF THEN ELSE  
 Les boucles :boucle FOR et boucle WHILE.  
 Les procédures et les fonctions.  
 Structure d'une procédure / fonction  
 Appel d'une procédure / fonction  
 Les fonctions récursives (Concept d'algorithme récursif)  
 Passage d'algorithme récursif en algorithme itératif.  
 Exemples d'algorithmes récursifs et itératifs.  
 Les pointeurs et l'allocation dynamique de la mémoire.  
 Les structures de données complexes et les fichiers.  
 Les listes chaînées : concepts et implémentations.  
 Les piles et les files : concepts et implémentations.  
 Les fichiers : concepts et implémentations.  
 Notion de bibliothèque / module  
 Structures composées, tableaux, ensembles

**Travaux Pratiques :**

- TP 1 :** Montage et démontage d'un ordinateur.  
**TP 2 :** Familiarisation avec l'environnement de développement C.  
**TP 3 :** Manipulation des tableaux et des enregistrements.

**TP 4 :** Modularité : réalisation d'un TP utilisant des fonctions avec les différents types de passages de paramètres.

**TP 5 :** Récursivité : réalisation d'un TP utilisant la notion de récursivité.

**TP 6 :** Les pointeurs et l'allocation dynamique de la mémoire.

**TP 7 :** Manipulation des listes, des piles, des files et des fichiers : création des outils de manipulation des listes, des piles et des files tels que la création, l'insertion, la suppression.

### **Mode d'évaluation :**

Interrogation écrite, devoir surveillé, examen final, compte rendu TP **Références**

### **bibliographiques :**

- ZANELLA, P. and Ligier, Y. (1989). Architecture et technologie des ordinateurs. DUNOD informatique. DUNOD.
- BAJARD, J. (2004). Calcul et arithmétique des ordinateurs. Traité IC2 Information - Commande - Communication : Informatique et systèmes d'information. Hermes Science Publications.
- TOCCI, R. (1992). Circuits numériques : théorie et applications. DUNOD.
- BELAID, M. (2004). Architecture des ordinateurs : cours et exercices corrigés. Les Manuels de l'étudiant. Les Pages Bleues Internationales.
- WACK, B. (2013). Informatique pour tous en classes préparatoires aux grandes écoles. Eyrolles.
- GAUDEL, M., Soria, M., and Froidevaux, C. (1987). Types de données et algorithmes. Number vol. 1 in Collection didactique. Institut national de recherche en informatique et en automatique.
- CORMEN, T., LEISERSON, C., RIVEST, R., and CAZIN, X. (1994). Introduction à l'algorithmique. Science informatique. Dunod.
- CORMEN, T. (2013). Algorithmes : Notions de base. Informatique. Editions DUNOD.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S2	<b>Logiciels Libres et Open Source</b>		2	2	
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
45h00	1h30	1h30	-		

**Prérequis :**

**Objectifs de l'enseignement:**

Cette matière vise à familiariser les étudiants avec l'écosystème des logiciels libres et open source, leurs fondements philosophiques et techniques, et leur application pratique pour remplacer les solutions propriétaires. À l'issue de cette formation, les étudiants seront capables de :

- Comprendre les concepts fondamentaux des logiciels libres et open source
- Maîtriser les principales licences libres et leurs implications légales
- Identifier et utiliser les alternatives libres aux logiciels propriétaires courants
- Installer et configurer des solutions libres adaptées au contexte algérien
- Adopter une approche éthique et collaborative du développement logiciel

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1 : Fondements du logiciel libre (2 semaines)**

- Histoire du mouvement du logiciel libre et open source
- Différence entre "free software" et "open source"
- Philosophie de Richard Stallman et le projet GNU
- Impact économique et social des logiciels libres en Algérie et dans le monde

**Chapitre 2 : Cadre juridique et licences (2 semaines)**

- Introduction au droit d'auteur appliquée aux logiciels
- Licences libres principales : GPL, LGPL, BSD, MIT, Apache
- Compatibilité entre licences
- Implications pour les institutions éducatives et entreprises algériennes

**Chapitre 3 : Systèmes d'exploitation libres (3 semaines)**

- Introduction à GNU/Linux
- Présentation des distributions adaptées au contexte éducatif
- Principes d'installation et configuration de base
- Commandes fondamentales et gestion des paquets

**Chapitre 4 : Solutions bureautiques libres (3 semaines)**

- LibreOffice comme alternative à Microsoft Office
- ✓ Writer (traitement de texte)
- ✓ Calc (tableur)
- ✓ Impress (présentation)
- Formats ouverts de documents
- Migration des documents existants
- Configuration pour le contexte algérien (langue, formats)

**Chapitre 5 : Solutions créatives et développement (3 semaines)**

- Alternatives graphiques : GIMP, Inkscape
- Outils de développement : IDE libres, Git
- Outils web : navigateurs libres, CMS open source

- Bases de données libres : MySQL/MariaDB, PostgreSQL

## **Chapitre 6 : Perspectives et avenir des logiciels libres (2 semaines)**

- Communautés open source et méthodes de contribution
- Modèles économiques du logiciel libre
- Politiques publiques et logiciels libres en Algérie
- Opportunités professionnelles liées aux logiciels libres Ateliers

Atl. 1 : Découverte de Linux - Installation d'une distribution Linux en machine virtuelle

- Configuration de base et personnalisation du système
- Navigation dans l'interface et utilisation des commandes de base

Atl. 2 : Gestion des logiciels sous Linux

- Utilisation des gestionnaires de paquets
- Installation et mise à jour de logiciels

Atl. 3 : Migration vers LibreOffice

- Installation et configuration de LibreOffice

- Création et édition de documents avec Writer

- Conversion des formats propriétaires vers les formats ouverts

- Création de modèles adaptés aux besoins de l'étudiant Atl. 4 : Tableurs et présentations libres

- Utilisation avancée de Calc (formules, graphiques)

- Création de présentations avec Impress

- Compatibilité avec les formats existants

- Travail collaboratif sur documents

Atl. 5 : Traitement d'image et graphisme

- Utilisation de GIMP pour l'édition d'images

- Création graphique avec Inkscape

- Comparaison avec les outils propriétaires correspondants

- Réalisation d'un projet graphique simple

Atl. 6 : Web et bases de données libres

- Installation et configuration d'un CMS open source (WordPress, Joomla)

- Configuration d'une base de données MariaDB

- Création d'un site web simple

- Sécurisation de base

Atl. 7 : Développement collaboratif

- Utilisation de Git pour la gestion de versions

- Configuration d'un environnement de développement libre

- Participation à un mini-projet collaboratif

- Utilisation d'une forge logicielle (GitHub, GitLab)

**Mode d'évaluation :** examen 100%

**Références bibliographiques :**

1. Stallman, R. (2002). "Free as in Freedom : Richard Stallman's Crusade for Free Software", 1st Edition,O'Reilly Media.
2. Mathieu , N. (2012). "Reprenez le contrôle à l'aide de Linux - 2e édition". EYROLLES.
3. Stutz, M. (2001). "The Linux Cookbook: Tips and Techniques for Everyday". No Starch Press.
4. Collectif Eni. (2009). " Initiation aux logiciels libres OpenOffice.org 3, Firefox 3 et Thunderbird". ENI Editions.
5. François, E. (2009). "L'économie du logiciel libre". EYROLLES.
6. Marie, C. (2014). " Des logiciels libres pour le Maghreb ? Des opportunités théoriques aux réalités empiriques ". Institut de recherche sur le Maghreb contemporain.
1. Documentation du projet GNU: <https://www.gnu.org/doc/doc.html>
2. Stallman, R. M. (2002). Free Software, Free Society: Selected Essays of Richard M. Stallman.GNU Press.

## Programmes détaillés des matières du 3<sup>ème</sup> semestre

SEMESTRE	Intitulé de la matière		crédits	Coefficient	Code
S3	<b>Analyse 3</b>		<b>6</b>	<b>3</b>	
VHH	Cours	Travaux dirigés	<b>Travaux Pratiques</b>		
67h30	<b>1h30</b>	<b>3h00</b>	-		

### Objectifs de l'enseignement :

À la fin de ce cours, l'étudiant(e) devrait être en mesure de connaître les différents types de séries et ses conditions de convergence ainsi que les différents types de convergence.

### Connaissances préalables recommandées

Analyse 1 & 2 et Algèbre 1 & 2

### Contenu de la matière :

#### Chapitre 1 : Intégrales simples et multiples 3 semaines

1.1 Rappels sur l'intégrale de Riemann et sur le calcul de primitives. 1.2 Intégrales doubles et triples.

1.3 Application au calcul d'aires, de volumes, ...

#### Chapitre 2 : Intégrales improprees 2 semaines

2.1 Intégrales de fonctions définies sur un intervalle non borné.

2.2 Intégrales de fonctions définies sur un intervalle borné, infinies { l'une des extrémités.

#### Chapitre 3 : Equations différentielles 2 semaines

3.1 Rappel sur les équations différentielles ordinaires.

3.2 Équations aux dérivées partielles.

3.3 Fonctions spéciales.

#### Chapitre 4 : Séries 3 semaines

4.1 Séries numériques.

4.2 Suites et séries de fonctions.

4.3 Séries entières, séries de Fourier.

#### Chapitre 5 : Transformation de Fourier 3 semaines

5.1 Définition et propriétés. 5.2 Application { la résolution d'équations différentielles.

#### Chapitre 6 : Transformation de Laplace 2 semaines

6.1 Définition et propriétés. 6.2 Application { la résolution d'équations différentielles.

### Mode d'évaluation :

Interrogations écrites, devoirs à la maison, examen final.

### Références bibliographiques :

1- F. Ayres Jr, Théorie et Applications du Calcul Différentiel et Intégral - 1175 exercices corrigés, McGraw-Hill.

2- F. Ayres Jr, Théorie et Applications des équations différentielles - 560 exercices corrigés, McGraw-Hill.

- 3- J. Lelong-Ferrand, J.M. Arnaudiès, Cours de Mathématiques - Equations différentielles, Intégrales multiples, Tome 4, Dunod Université.
- 4- M. Krasnov, Recueil de problèmes sur les équations différentielles ordinaires, Edition de Moscou
- 5- N. Piskounov, Calcul différentiel et intégral, Tome 1, Edition de Moscou
- 6- J. Quinet, Cours élémentaire de mathématiques supérieures 3- Calcul intégral et séries, Dunod.
- 7- J. Quinet, Cours élémentaire de mathématiques supérieures 4- Equations différentielles, Dunod.
- 8- M. R. Spiegel, Transformées de Laplace, Cours et problèmes, 450 Exercices corrigés, McGraw-Hill.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		crédits	Coefficient	Code
S3	Ondes et Vibrations		4	2	
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
45h00	1h30	1h30	0h45		

## **Objectifs de l'enseignement**

Initier l'étudiant aux phénomènes de vibrations mécaniques restreintes aux oscillations de faible amplitude pour 1 ou 2 degrés de liberté ainsi qu'à l'étude de la propagation des ondes mécaniques.

## **Connaissances préalables recommandées**

Notions de Mathématiques et de Physique de la 1ère année

## **Contenu de la matière :**

### **Partie A : Vibrations**

#### **Chapitre 1 : Introduction aux équations de Lagrange 2 semaines**

Équations de Lagrange pour une particule, Equations de Lagrange, Cas des systèmes conservatifs, Cas des forces de frottement dépendant de la vitesse, Cas d'une force extérieure dépendant du temps, Système à plusieurs degrés de liberté.

#### **Chapitre 2 : Oscillations libres des systèmes à un degré de liberté 2 semaines**

Oscillations non amorties, Oscillations libres des systèmes amortis

#### **Chapitre 3 : Oscillations forcées des systèmes à un degré de liberté 1 semaine**

Équation différentielle, Système masse-ressort-amortisseur, Solution de l'équation différentielle, Excitation harmonique, Excitation périodique, Impédance mécanique

#### **Chapitre 4 : Oscillations libres des systèmes à deux degrés de liberté 1 semaine**

Introduction, Systèmes à deux degrés de liberté

#### **Chapitre 5 : Oscillations forcées des systèmes à deux degrés de liberté 2 semaines**

Équations de Lagrange, Système masses-ressorts-amortisseurs, Impédance, Applications, Généralisation aux systèmes à n degrés de liberté

### **Partie B : Ondes**

#### **Chapitre 1 : Phénomènes de propagation à une dimension 2 semaines**

Généralités et définitions de base, Équation de propagation, Solution de l'équation de propagation, Onde progressive sinusoïdale, Superposition de deux ondes progressives sinusoïdales

#### **Chapitre 2 : Cordes vibrantes 2 semaines**

Équation des ondes, Ondes progressives harmoniques, Oscillations libres d'une corde de longueur finie, Réflexion et transmission

#### **Chapitre 3 : Ondes acoustiques dans les fluides 1 semaine**

Équation d'onde, Vitesse du son, Onde progressive sinusoïdale, Réflexion-Transmission

#### **Chapitre 4 : Ondes électromagnétiques 2 semaines**

Équation d'onde, Réflexion-Transmission, Différents types d'ondes électromagnétiques

**Contenu du TP :**

- TP1. Masse –ressort
- TP2. Pendule simple
- TP3. Pendule de torsion
- TP4. Circuit électrique oscillant en régime libre et forcé
- TP5. Pendules couplés
- TP6. Oscillations transversales dans les cordes vibrantes
- TP7. Poule à gorge selon Hoffmann
- TP8. Systèmes électromécaniques (Le haut-parleur électrodynamique)
- TP9. Le pendule de Pohl
- TP10. Propagation d'ondes longitudinales dans un fluide.

**Mode d'évaluation :**

Interrogations écrites, devoirs à la maison, examen final.

**Références bibliographiques :**

1. H. Djelouah ; Vibrations et Ondes Mécaniques – Cours & Exercices (site de l'université de l'USTHB perso.usthb.dz/~hdjelouah/Coursvom.html)
2. T. Becherrawy ; Vibrations, ondes et optique ; Hermès science Lavoisier, 2010
3. J. Brac ; Propagation d'ondes acoustiques et élastiques ; Hermès science Publ. Lavoisier, 2003.
4. R. Lefort ; Ondes et Vibrations ; Dunod, 2017
5. J. Bruneaux ; Vibrations, ondes ; Ellipses, 2008.
6. J.-P. Perez, R. Carles, R. Fleckinger ; Electromagnétisme Fondements et Applications, Ed. Dunod, 2011.
5. H. Djelouah ; Electromagnétisme ; Office des Publications Universitaires, 2011.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		crédits	Coefficient	Code
S3	<b>Electronique fondamentale 1</b>		<b>4</b>	<b>2</b>	
VHH	Cours	Travaux dirigés	<b>Travaux Pratiques</b>		
45h00	<b>1h30</b>	<b>1h30</b>	<b>0h45</b>		

### Objectifs de l'enseignement :

Expliquer le calcul, l'analyse et l'interprétation des circuits électroniques. Connaitre les propriétés, les modèles électriques et les caractéristiques des composants électroniques : diodes, transistors bipolaires et amplificateurs opérationnels.

### Connaissances préalables recommandées

Notions de physique des matériaux et d'électricité fondamentale.

### Contenu de la matière :

*Le nombre de semaines affichées sont indiquées à titre indicatif. Il est évident que le responsable du cours n'est pas tenu de respecter rigoureusement ce dimensionnement ou bien l'agencement des chapitres.*

#### Chapitre 1. Régime continu et Théorèmes fondamentaux 3 semaines

Définitions (dipôle, branche, noeud, maille), générateurs de tension et de courant (idéal, réel), relations tension-courant ( $R$ ,  $L$ ,  $C$ ), diviseur de tension, diviseur de courant. Théorèmes fondamentaux : superposition, Thévenin, Norton, Millmann, Kennelly, Equivalence entre Thévenin et Norton, Théorème du transfert maximal de puissance.

#### Chapitre 2. Quadripôles passifs 3 semaines

Représentation d'un réseau passif par un quadripôle. Grandeurs caractérisant le comportement d'un quadripôle dans un montage (impédance d'entrée et de sortie, gain en tension et en courant), application { l'adaptation. Filtres passifs (pass-bas, passe-haut, ...), Courbe de gain, Courbe de phase, Fréquence de coupure, Bande passante.

#### Chapitre 3. Diodes 3 semaines

Rappels élémentaires sur la physique des semi-conducteurs : Définition d'un semi-conducteur, Si cristallin, Notions de dopage, Semi-conducteurs N et P, Jonction PN, Constitution et fonctionnement d'une diode, polarisations directe et inverse, Caractéristique courant-tension, régime statique et variable, Schéma équivalent.. Les applications des diodes : Redressement simple et double alternance. Stabilisation de la tension par la diode Zener. Ecrêtage, Autres types de diodes :Varicap, DEL, Photodiode.

#### Chapitre 4. Transistors bipolaires 3 semaines

Transistors bipolaires : Effet transistor, modes de fonctionnement (blocage, saturation, ...), Réseau de caractéristiques statiques, Polarisations, Droite de charge, Point de repos, ... Etude des trois montages fondamentaux : EC, BC, CC. Schéma équivalent, Gain en tension, Gain en décibels, Bande passante, Gain en courant, Impédances d'entrée et de sortie. Etude d'amplificateurs à plusieurs étages BF en régime statique et en régime dynamique, condensateurs de liaisons, condensateurs de découplage. Autres utilisations du transistor : Montage Darlington, transistor en commutation.

...

#### Chapitre 5 - Les amplificateurs opérationnels : 3 semaines

Principe, Schéma équivalent, Ampli-op idéal, Contre-réaction, Caractéristiques de l'ampli-op, Montages de base de l'amplificateur opérationnel : Inverseur, Non inverseur, Sommateur,

Soustracteur, Comparateur, Suiveur, Dérivateur, Intégrateur, Logarithmique, Exponentiel, ...

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 40 % ; Examen final : 60 %.

**Références bibliographiques :**

1. A. Malvino, Principe d'Electronique, 6ème Edition Dunod, 2002.
2. T. Floyd, Electronique Composants et Systèmes d'Application, 5ème Edition, Dunod, 2000.
3. F. Milsant, Cours d'électronique (et problèmes), Tomes 1 { 5, Eyrolles.
4. M. Kaufman, Electronique : Les composants, Tome 1, McGraw-Hill, 1982.
5. P. Horowitz, Traité de l'électronique Analogique et Numérique, Tomes 1 et 2, Publitronic-Elektor, 1996.
6. M. Ouhrouche, Circuits électriques, Presses internationale Polytechnique, 2009.
7. Neffati, Electricité générale, Dunod, 2004
8. D. Dixneuf, Principes des circuits électriques, Dunod, 2007
9. Y. Hamada, Circuits électroniques, OPU, 1993.
10. I. Jelinski, Toute l'Electronique en Exercices, Vuibert, 2000.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		crédits	Coefficient	Code
S3	<b>Electrotechnique fondamentale 1</b>		4	2	
VHH	Cours	Travaux dirigés	<b>Travaux Pratiques</b>		
45h00	1h30	1h30	<b>0h45</b>		

### Objectifs de l'enseignement :

Connaitre les principes de base de l'électrotechnique. Comprendre le principe de fonctionnement des transformateurs et des machines électriques.

### Connaissances préalables recommandées :

Notions d'électricité fondamentale.

### Contenu de la matière :

#### **Chapitre 1. Rappels mathématiques sur les nombres complexes (NC) (1 Semaine)**

Forme cartésienne, NC conjugués, Module, Opérations arithmétiques sur les NC (addition, ...), Représentation géométrique, Forme trigonométrique, Formule de Moivre, racine des NC, Représentation par une exponentielle d'un NC, Application trigonométrique des formules d'Euler, Application { l'électricité des NC.

#### **Chapitre 2. Rappels sur les lois fondamentales de l'électricité (2 Semaines)**

Régime continu : dipôle électrique, association de dipôles R, C, L.

Régime harmonique : représentation des grandeurs sinusoïdales, valeurs moyennes et efficaces, représentation de Fresnel, notation complexe, impédances, puissances en régime sinusoïdal (instantanée, active, apparente, réactive). Théorème de Boucherot.

Régime transitoire : circuit RL, circuit RC, circuit RLC, charge et décharge d'un condensateur.

#### **Chapitre 3. Circuits et puissances électriques (3 Semaines)**

Circuits monophasés et puissances électriques. Systèmes triphasés : Equilibré et déséquilibré (composantes symétriques) et puissances électriques.

#### **Chapitre 4. Circuits magnétiques (3 Semaines)**

Circuits magnétiques en régime alternatif sinusoïdal. Inductances propre et mutuelle. Analogie électrique magnétique.

#### **Chapitre 5. Transformateurs (3 Semaines)**

Transformateur monophasé idéal. Transformateur monophasé réel. Autres transformateurs (isolement, à impulsions, autotransformateur, transformateurs triphasés).

#### **Chapitre 6. Introduction aux machines électriques (3 Semaines)**

Généralités sur les machines électriques. Principe de fonctionnement du générateur et du moteur. Bilan de puissance et rendement.

### Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40 % ; Examen final : 60 %.

### Références bibliographiques :

(Selon la disponibilité de la documentation au niveau de l'établissement, Sites internet...etc.)

1. J.P Perez, Electromagnétisme Fondements et Applications, 3eme Edition, 1997.
2. A. Fouillé, Electrotechnique à l'Usage des Ingénieurs, 10e édition, Dunod, 1980.
3. C. François, Génie électrique, Ellipses, 2004
4. L. Lasne, Electrotechnique, Dunod, 2008
5. J. Edminster, Théorie et applications des circuits électriques, McGraw Hill, 1972
6. D. Hong, Circuits et mesures électriques, Dunod, 2009
7. M. Kostenko, Machines Electriques - Tome 1, Tome 2, Editions MIR, Moscou, 1979.
8. M. Jufer, Electromécanique, Presses polytechniques et universitaires romandes- Lausanne, 2004.
9. A. Fitzgerald, Electric Machinery, McGraw-Hill Higher Education, 2003.
10. J. Lesenne, Introduction { l'électrotechnique approfondie. Technique et Documentation, 1981.
11. P. Maye, Moteurs électriques industriels, Dunod, 2005.
12. S. Nassar, Circuits électriques, Maxi Schaum.

### TP électronique fondamentale 1

### Objectifs de l'enseignement :

Consolidation des connaissances acquises dans la matière d'électronique fondamentale1 pour mieux comprendre et assimiler les lois fondamentales de l'électronique et de l'électrotechnique.

### Connaissances préalables recommandées

Electronique fondamentale.

**Contenu de la matière :**

**TP 1 :**Théorèmes fondamentaux

**TP 2 :**Caractéristiques des filtres passifs

**TP 3 :**Caractéristiques de la diode / redressement

**TP 4 :**Alimentation stabilisée avec diode Zener

**TP 5 :**Caractéristiques d'un transistor et point de fonctionnement

**TP 6 :**Amplificateurs opérationnels.

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 100 %

**TP électrotechnique fondamentale 1**

**VHS : 22h30 ( TP : 1h30)**

**Crédits : 1, Coefficient : 1**

**Objectifs de l'enseignement :**

Consolidation des connaissances acquises dans la matière d'électrotechnique 1 fondamentales pour mieux comprendre et assimiler les lois fondamentales de l'électronique et de l'électrotechnique.

**Connaissances préalables recommandées**

. Electrotechnique fondamentale.

**TP 1 :**Mesure de tensions et courants en monophasé

**TP 2 :**Mesure de tensions et courants en triphasé

**TP 3 :**Mesure de puissances active et réactive en triphasé

**TP 4 :**Circuits magnétiques (cycle d'hystérésis)

**TP 5 :**Essais sur les transformateurs

**TP 6 :**Machines électriques (démonstration).

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 100 %

SEMESTRE	Intitulé de la matière		crédits	Coefficient	Code
S3	<b>Probabilités et statistiques</b>		4	2	
VHH	Cours	Travaux dirigés	<b>Travaux Pratiques</b>		
45h00	1h30	1h30			

### **Objectifs de la matière**

Ce module permet aux étudiants de voir les notions essentielles de la probabilité et de la statistique, à savoir : les séries statistiques à une et à deux variables, la probabilité sur un univers fini et les variables aléatoires.

### **Connaissances préalables recommandées**

Mathématiques 1 et Mathématiques 2

### **Contenu de la matière:**

#### **Partie A : Statistiques**

##### **Chapitre 1: Définitions de base**

**(1 semaine)**

A.1.1 Notions de population, d'échantillon, variables, modalités

A.1.2 Différents types de variables statistiques : qualitatives, quantitatives, discrètes, continues. Chapitre 2:

Séries statistiques à une variable **(3 semaines)**

A.2.1 Effectif, Fréquence, Pourcentage.

A.2.2 Effectif cumulé, Fréquence cumulée.

A.2.3 Représentations graphiques : diagramme à bande, diagramme circulaire, diagramme en bâton. Polygone des effectifs (et des fréquences). Histogramme. Courbes cumulatives.

A.2.4 Caractéristiques de position

A.2.5 Caractéristiques de dispersion : étendue, variance et écart-type, coefficient de variation. A.2.6

Caractéristiques de forme.

##### **Chapitre 3: Séries statistiques à deux variables**

**(3 semaines)**

A.3.1 Tableaux de données (tableau de contingence). Nuage de points.

A.3.2 Distributions marginales et conditionnelles. Covariance.

A.3.3 Coefficient de corrélation linéaire. Droite de régression et droite de Mayer.

A.3.4 Courbes de régression, couloir de régression et rapport de corrélation.

A.3.5 Ajustement fonctionnel.

#### **Partie B : Probabilités**

##### **Chapitre 1 : Analyse combinatoire**

**(1 Semaine)**

B.1.1 Arrangements

B.1.2 Combinations

B.1.3 Permutations.

##### **Chapitre 2 : Introduction aux probabilités**

**(2 semaines)**

B.2.1 Algèbre des événements

B.2.2 Définitions B.2.3 Espaces probabilisés

B.2.4 Théorèmes généraux de probabilités

##### **Chapitre 3 : Conditionnement et indépendance**

**(1 semaine)**

B.3.1 Conditionnement,

B.3.2 Indépendance,

B.3.3 Formule de Bayes.

##### **Chapitre 4 : Variables aléatoires**

**(1 Semaine)**

B.4.1 Définitions et propriétés,

B.4.2 Fonction de répartition,

B.4.3 Espérance mathématique,

B.4.4 Covariance et moments.

##### **Chapitre 5 : Lois de probabilité discrètes et continues usuelles**

**(3 Semaines)**

Bernoulli, binomiale, Poisson, ... ; Uniforme, normale, exponentielle, ...

### **Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 40 % ; Examen final : 60 %.

### **Références bibliographiques:**

1. D. Dacunha-Castelle and M. Duflo. Probabilités et statistiques : Problèmes à temps fixe. Masson, 1982.
2. J.-F. Delmas. Introduction au calcul des probabilités et à la statistique. Polycopié ENSTA, 2008.
3. W. Feller. an

Introduction to Probability Theory and its Applications, Volume 1. Wiley & Sons, Inc., 3rd edition, 1968. 4. G. Grimmett, D. Stirzaker, Probability and Random Processes, Oxford University Press, 2nd edition, 1992. 5. J. Jacod and P. Protter, Probability Essentials, Springer, 2000. 6. A. Montfort. Cours de statistique mathématique. Economica, 1988. 7. A. Montfort. Introduction à la statistique. Ecole Polytechnique, 1991

SEMESTRE	Intitulé de la matière		crédits	Coefficient	Code
S3	Probabilités et statistiques		2	2	
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
45h00	1h30		1h30		

**Objectifs de la matière :**

- Acquérir les bases pratiques de la programmation avec Python
- Développer une logique algorithmique pour résoudre des problèmes simples
- Apprendre à manipuler les structures de données fondamentales
- Savoir écrire, tester et déboguer des programmes Python élémentaires
- Appliquer les concepts de programmation à des cas pratiques Connaissances préalables recommandées :
- Aucune expérience préalable en programmation n'est requise
- Connaissances de base en mathématiques (niveau lycée)
- Savoir utiliser un ordinateur (navigation dans les fichiers, éditeur de texte)

**Contenu de la matière :****Chapitre 1. Installer et utiliser Python****Chapitre 2. Notions de base**

- 2-A. Mode interactif et mode script ,
- 2-A-1. Calculatrice Python,
- 2-A-2. L'utilisation des opérateurs: +, -, \*, /, //, %, et \*\*,
- 2-A-3.c Priorité 2-B. Variable et type de donnée :
- 2-B-1. Initialisation de variable, Modification de variable, Affectation composée
- 2-B-2. Type de donnée:(. Nombre, Caractère, Chaîne de caractères )
- 2-B-3. Conversion (fonction str)
- 2-C. Fonction prédéfinie
- 2-C-1. Utiliser les fonctions du module math (abs, max, min, pow, round, sin, sqrt, log, exp, acos, etc)
- 2-C-2. Fonction print
- 2-C-3. Sortie formatée (utiliser la fonction format)
- 2-C-4. Fonction input
- 2-C-5. Importation de fonction
- 2-D. Code source
- 2-D-1. Règle de nommage des variables
- 2-D-2. Commentaire

**Chapitre 3. Les structures conditionnelles**

(Forme minimale en if, forme if-else, forme complète if- elif- else)

Les limites de la condition simple en if

Les opérateurs de comparaison

Prédicats et booléens

Les mots-clés and, or et not

**Chapitre 4. Les boucles**

La boucle while

La boucle for

Les boucles imbriquées

Les mots-clés break et continue

**Chapitre 5. Les fonctions**

La création de fonctions

Valeurs par défaut des paramètres

Signature d'une fonction

L'instruction return

Les modules,

La méthode import

La méthode d'importation : from ... import ...

Les packages

Importer des packages

Créer ses propres packages

## **Chapitre 6: Les listes et tuples**

Création et éditions de listes

Définition d'une liste,

Création de listes Insérer des objets dans une liste

Ajouter un élément à la fin de la liste

Insérer un élément dans la liste

Concaténation de listes Suppression d'éléments d'une liste

Le mot-clé del

La méthode remove

Le parcours de listes

La fonction enumerate Création de tuples

## **Chapitre 7 : Les dictionnaires**

Création et édition de dictionnaires

Créer un dictionnaire

Supprimer des clés d'un dictionnaire

Les méthodes de parcours

Parcours des clés

Parcours des valeurs

Parcours des clés et valeurs simultanément

Les dictionnaires et paramètres de fonction

## **Chapitre 8: Objets et classes**

Décrire des objets et des classes, et utiliser des classes pour modéliser des objets

Définir des classes avec des champs de données et des méthodes.

Construire un objet à l'aide d'un constructeur qui invoque l'initialiseur pour créer et initialiser les champs de données.

## **Chapitre 9 : Les fichiers**

Chemins relatifs et absous Lecture et écriture dans un fichier

Ouverture du fichier

Fermer le fichier Lire l'intégralité du fichier Écriture dans un fichier Écrire d'autres types de données Le mot-clé with

Enregistrer des objets dans des fichiers

Enregistrer un objet dans un fichier

### **Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

Références bibliographiques :

[1] .Allen B. Downey Think Python: How to Think Like a Computer Scientist, O'Reilly Media, 2015;

[2] .Zed A. Shaw Learn Python 3 the Hard Way: A Very Simple Introduction to the Terrifyingly Beautiful World of Computers and Code, Addison-Wesley Professional, 2017;

[3] .Barry, P. Head first Python: A brain-friendly guide. " O'Reilly Media, Inc.", 2016;

[4] . Ramalho, L.. Fluent Python. " O'Reilly Media, Inc.", 2022;

[5] .Swinnen, G.. Apprendre à programmer avec Python 3. Editions Eyrolles, 2012;

[6] .Le Goff, V.. Apprenez à programmer en Python. Editions Eyrolles, 2019;

[7] .Matthes, E. Python crash course: A hands-on, project-based introduction to programming. no starch press, 2019;

Travaux pratique :

### **TP 1 : Prise en main de l'environnement Python (1 Semaine)**

1. Installation de Python et d'un éditeur de code (VS Code, PyCharm)

2. Premiers pas avec l'interpréteur Python o Exécution de commandes simples en mode interactif o Utilisation de Python comme calculatrice

3. Création et exécution d'un premier script Python

### **TP 2 : Variables, types de données et opérations (1 Semaine)**

1. Manipulation des types de données fondamentaux o Entiers, flottants, chaînes de caractères, booléens o Conversion entre types de données

2. Opérations arithmétiques et priorités

### **TP 3 : Structures conditionnelles et répétitives (1 Semaine)**

1. Instructions conditionnelles (if, elif, else)

2. Boucles (for, while)

#### **TP 4 : Fonctions et modularité (1 Semaine)**

1. Définition et appel de fonctions

2. Paramètres et valeurs de retour

#### **TP 5 : Structures de données (1 Semaine)**

1. Manipulation des listes

2. Dictionnaires et tuples

3. Parcours et manipulation des structures de données

#### **TP 6: Manipulation de fichiers et projet final (1 Semaine)**

1. Lecture et écriture de fichiers texte

2. Projet final au choix :

✓ Gestionnaire de tâches en ligne de commande

✓ Jeu du pendu

✓ Analyse de données à partir d'un fichier CSV

✓ Quiz interactif avec sauvegarde des scores

**Mode d'évaluation :** Contrôle continu : 100 %.

#### **Références bibliographiques :**

1. Cyrille, H. (2018). Apprendre à programmer avec Python

3. Eyrolles, 6ème édition. ISBN: 978- 2212675214 2. Daniel, I. (2024). Apprendre à coder en Python, J'ai lu

3. Nicolas, B. (2024). Python, du grand débutant à la programmation objet Cours et exercices corrigés, 3 eme édition, Ellipses

4. Ludivine, C. (2024). Selenium Maîtrisez vos tests fonctionnels avec Python, Eni

5. Lutz, M. (2013). Learning Python, 5ème edition O'Reilly. ISBN: 978-1449355739 Ressources en ligne -

Documentation officielle Python : docs.python.org - Exercices Python sur Codecademy :

codecademy.com/learn/learn-python-3 - W3Schools Python Tutorial : w3schools.com/python/

SEMESTRE	Intitulé de la matière		crédits	Coefficient	Code
S3	<b>Etat de l'art du génie électrique</b>		<b>1</b>	<b>1</b>	
VHH	Cours	Travaux dirigés	<b>Travaux Pratiques</b>		
22h30	<b>1h30</b>				

### Objectifs de l'enseignement

Donner à l'étudiant un aperçu général sur les différentes filières existantes en Génie électrique tout en soulignant l'impact de l'électricité dans l'amélioration de la vie quotidienne de l'homme.

### Connaissances préalables recommandées

Aucune

### Contenu de la matière :

**1- La famille Génie Electrique :** Electronique, Electrotechnique, Automatique, Télécommunications, ... etc.

**2- Impact du Génie Electrique sur le développement de la société :** Avancées en Microélectronique, Automatisation et supervision, Robotique, Développement des télécommunications, Instrumentation dans le développement de la santé, ...

**Mode d'évaluation :** Examen final : 100 %.

### Références bibliographiques :

(Selon la disponibilité de la documentation au niveau de l'établissement, Sites internet...etc.)

SEMESTRE	Intitulé de la matière		crédits	Coefficient	Code
S3	<b>Energies et environnement</b>		<b>1</b>	<b>1</b>	
VHH	Cours	Travaux dirigés	<b>Travaux Pratiques</b>		
22h30	<b>1h30</b>				

### **Objectifs del'enseignement:**

Faire reconnaître à l'étudiant les différentes énergies existantes, leurs sources et l'impact de leurs utilisations sur l'environnement.

### **Connaissances préalables recommandées:**

Notions d'énergie et d'environnement.

### **Contenu de la matière:**

**Chapitre 1:** Les différentes ressources d'énergie

**Chapitre 2:** Stockage de l'énergie

**Chapitre 3:** Consommations, réserves et évolutions des ressources d'énergie

**Chapitre 4:** Les différents types de pollution

**Chapitre 5:** Détection et traitement des polluants et des déchets

**Chapitre 6:** Impact de la pollution sur la santé et l'environnement.

### **Mode d'évaluation:**

Examen final: 100%.

### **Références bibliographiques:**

- 1-Jenkin et coll., Electrotechnique des énergies renouvelables et de la cogénération, Dunod, 2008
- 2-Pinard, Les énergies renouvelables pour la production d'électricité, Dunod, 2009
- 3-Crastan, Centrales électriques et production alternative d'électricité, Lavoisier, 2009
- 4-Labouret et Villoz, Energie solaire photovoltaïque, 4<sup>e</sup> éd., Dunod, 2009-10.

- **Programme détaillé par matière du semestre 4**

SEMESTRE	Intitulé de la matière		crédits	Coefficient	Code
S4	<b>Electrotechnique Fondamentale 2</b>		<b>6</b>	<b>3</b>	
VHH	Cours	Travaux dirigés	<b>Travaux Pratiques</b>		
67h30	<b>1h30</b>	<b>1h30</b>	<b>1h30</b>		

### **Objectifs de l'enseignement**

Maitriser le calcul des puissances monophasées et triphasées. Connaitre les différents modes decouplage.Déterminer les éléments des modèles équivalents.Maîtriser le fonctionnement des différentes machines.

### **Connaissances préalables recommandées**

Electrotechnique fondamentale 1

### **Contenu de la matière:**

#### **Chapitre 1 : Rappels sur la magnétostatique et les circuits magnétiques (1 semaine)**

#### **Chapitre 2 : Transformateur (4 semaines)**

Généralités,Principe de fonctionnement du transformateur monophasé,Le transformateur idéal,Calcul de la force électromotrice induite,Adaptation d'impédance,Le transformateur réel, Le transformateur dans l'approximation de Kapp, Evaluation de la chute de tension au secondaire, Bilan énergétique et rendement, Mesures pour le calcul du rendement, Transformateur triphasé, Différents types de couplage et indice horaire.

#### **Chapitre 3 : Machines à courant continu (4 semaines)**

Généralités,Principe de fonctionnement-Constitution,Génératrice à courant continu-équations caractéristiques,Calcul de la force électromotrice et du couple,Les différents modes d'excitation,Moteur à courant continu-principe de fonctionnement,bilan énergétique et rendement.

#### **Chapitre 4 : Machines synchrones (3 semaines)**

Généralités,Notion de champ tournant,Principe de fonctionnement-Constitution de la machine,Fonctionnement en alternateur,Réaction magnétique de l'induit,Diagramme de Behn Eschenburg, Bilan énergétique et rendement.

#### **Chapitre 5 : Machines asynchrones (3 semaines)**

Principe de fonctionnement-Constitution des machines asynchrones, Mise en équations et schéma monophasé équivalent,Couple et Caractéristique mécanique,Bilan énergétique et rendement, Diagramme du cercle simplifié.

### **Mode d'évaluation:**

Contrôle continu:40% ; Examen final:60 %.

### **Références bibliographiques:**

1. Jacques LESENNE, Francis NOTELET et Guy SEGUIER, Introduction à l'électrotechnique approfondie, Technique et Documentation, 1981.
2. Pierre MAYE, Moteurs électriques industriels, Dunod, 2005.
3. R. Annequin et J. Boutigny, Cours des sciences physiques, électricité 3, Vuibert.
4. M. Kouznetsov, Fondement de l'électrotechnique.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		crédits	Coefficient	Code
S4	<b>Logique combinatoire et sequentielle</b>		4	2	
VHH	Cours	Travaux dirigés	<b>Travaux Pratiques</b>		
45h00	<b>1h30</b>	<b>1h30</b>	<b>1h30</b>		

### Objectifs de l'enseignement :

Connaître les circuits combinatoires usuels. Savoir concevoir quelques applications des circuits combinatoires en utilisant les outils standards que sont les tables de vérité, les tables de Karnaugh. Introduire les circuits séquentiels à travers les circuits bascules, les compteurs et les registres.

### Connaissances préalables recommandées

Aucune.

### Contenu de la matière :

#### Chapitre 1 : Algèbre de Boole et Simplification des fonctions logiques 2 semaines

Variables et fonctions logiques (OR, AND, NOR, NAND, XOR). Lois de l'algèbre de Boole. Théorème de De Morgan. Fonctions logiques complètes et incomplètes. Représentation des fonctions logiques : tables de vérité, tables de Karnaugh. Simplification des fonctions logiques : Méthode algébrique, méthode de Karnaugh.

#### Chapitre 2 : Systèmes de numération et Codage de l'information 2 semaines

Représentation d'un nombre par les codes (binaire, hexadécimal, DCB, binaire signé et non signé, ...) changement de base ou conversion, codes non pondérés (code de Gray, codes détecteurs et correcteurs d'erreurs, code ascii, ...), opérations arithmétiques dans le code binaire.

#### Chapitre 3 : Circuits combinatoires transcodeurs 2 semaines

Définitions, les décodeurs, les encodeurs de priorité, les transcodeurs, Mise en cascade, Applications, Analyse de la fiche technique d'un circuit intégré décodeur, Liste des circuits intégrés de décodage.

#### Chapitre 4 : Circuits combinatoires aiguilleurs 2 semaines

Définitions, les multiplexeurs, les démultiplexeurs, Mise en cascade, Applications, Analyse de la fiche technique d'un circuit intégré d'aiguillage, Liste des circuits intégrés.

#### Chapitre 5 : Circuits combinatoires de comparaison 2 semaines

Définitions, circuit de comparaison à 1 bit, 2 bits et 4 bits, Mise en cascade, Applications, Analyse de la fiche technique d'un circuit intégré de comparaison, Liste des circuits intégrés.

#### Chapitre 6 : Les bascules 2 semaines

Introduction aux circuits séquentiels. La bascule RS, La bascule RST, La bascule D, La bascule Maître-esclave, La bascule T, La bascule JK. Exemples d'applications avec les bascules : Diviseur de fréquence par n, Générateur d'un train d'impulsions, ...

Il est conseillé de présenter pour chaque bascule la table de vérité, des exemples de chronogrammes ainsi que les limites et imperfections.

#### Chapitre 7 : Les compteurs 2 semaines

Définition, Classification des compteurs (synchrone, réguliers, irréguliers, asynchrone, cycles complets et incomplets). Réalisation de compteurs binaires synchrones complets et incomplets, Tables d'excitation des bascules JK, D et RS. Réalisation de compteurs binaires asynchrones modulo (n) : complets, incomplets, réguliers et irréguliers. Compteurs programmables (démarrage { partir d'un état quelconque}).

#### Chapitre 8. Les Registres 1 Semaine

Introduction, les registres classiques, les registres à décalage, chargement et récupération des données dans un registre (PIPO, PISO, SIPO, SISO), décalage des données dans un registre, un registre universel, le 74LS194A, les circuits intégrés disponibles, Applications : registres classiques, compteurs particuliers, files d'attente.

#### TP1 : Technologie des circuits intégrés TTL et CMOS.

Appréhender et tester les différentes portes logiques

#### TP2 : Simplification des équations logiques par la pratique

Découvrir les règles de simplification des équations dans l'algèbre de Boole par la pratique

#### TP3 : Etude et réalisation de fonctions logiques combinatoires usuelles

Exemple : les circuits d'aiguillage (MUX, DMUX), les circuits de codage et de décodage, ...

#### TP4 : Etude et réalisation d'un circuit combinatoire arithmétique

Réalisation d'un circuit additionneur et /ou soustracteur de 2 nombres binaires à 4 bits.

#### TP5 : Etude et réalisation d'un circuit combinatoire logique

Réalisation d'une fonction logique à l'aide de portes logiques. Exemple un afficheur à 7 segments et/ou un générateur du complément à 2 d'un nombre à 4 bits et/ou générateur du code de Gray à 4 bits, ...

#### **TP6 : Etude et réalisation d'un circuit combinatoire logique**

Etude complète (Table de vérité, Simplification, Logigramme, Montage pratique et Essais) d'un circuit combinatoire à partir d'un cahier de charge.

#### **TP7 : Etude et réalisation de circuits compteurs**

Circuits compteurs asynchrones incomplets à l'aide de bascules, Circuits compteurs synchrones à cycle irrégulier à l'aide de bascules

#### **TP8 : Etude et réalisation de registres**

##### **Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 40 % ; Examen final : 60 %.

##### **Références bibliographiques :**

- 1- J. Letocha, Introduction aux circuits logiques, Edition McGraw Hill.
- 2- J.C. Lafont, Cours et problèmes d'électronique numérique, 124 exercices avec solutions, Ellipses.
- 3- R. Delsol, Electronique numérique, Tomes 1 et 2, Edition Berti
- 4- P. Cabanis, Electronique digitale, Edition Dunod.
- 5- M. Gindre, Logique combinatoire, Edition Ediscience.
- 6- H. Curry, Combinatory Logic II. North-Holland, 1972
- 7- R. Katz, Contemporary Logic Design, 2nd ed. Prentice Hall, 2005.
- 8- M. Gindre, Electronique numérique : logique combinatoire et technologie, McGraw Hill, 1987
- 9- C. Brie, Logique combinatoire et séquentielle, Ellipses, 2002.
- 10- J-P. Ginisti, La logique combinatoire, Paris, PUF (coll. « Que sais-je? » n°3205), 1997.
- 11- J-L. Krivine, Lambda-calcul, types et modèles, Masson, 1990, chap. Logique combinatoire, traduction anglaise accessible sur le site de l'auteur.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		crédits	Coefficient	Code
S4	<b>Méthodes numériques</b>		<b>5</b>	<b>3</b>	
VHH	Cours	Travaux dirigés	<b>Travaux Pratiques</b>		
67h30	1h30	1h30	<b>1h30</b>		

### **Objectifs del'enseignement:**

Familiarisation avec les méthodes numériques et leurs applications dans le domaine des calculs mathématiques.

### **Connaissances préalables recommandées:**

Mathématiques 1, Mathématiques 2, Informatique 1 et Informatique 2.

### **Contenu de la matière:**

#### **Chapitre 1. Résolution des équations non linéaires $f(x)=0$ (3 Semaines)**

1. Introduction sur les erreurs de calcul et les approximations, 2. Introduction sur les méthodes de résolution des équations non linéaires, 3. Méthode de bisection, 4. Méthode des approximations successives (point fixe), 5. Méthode de Newton-Raphson.

#### **Chapitre 2. Interpolation polynomiale (2 Semaines)**

1. Introduction générale, 2. Polynôme de Lagrange, 3. Polynômes de Newton.

#### **Chapitre 3. Approximation de fonction (2 Semaines)**

1. Méthode d'approximation et moyenne quadratique. 2. Systèmes orthogonaux ou pseudo-Orthogonaux. Approximation par des polynômes orthogonaux, 3. Approximation trigonométrique.

#### **Chapitre 4. Intégration numérique (2 Semaines)**

1. Introduction générale, 2. Méthode du trapèze, 3. Méthode de Simpson, 4. Formules de quadrature.

#### **Chapitre 5. Résolution des équations différentielles ordinaires (Problème de la condition initiale ou de Cauchy) (2 Semaines)**

1. Introduction générale, 2. Méthode d'Euler, 3. Méthode d'Euler améliorée, 4. Méthode de Runge-Kutta.

#### **Chapitre 6. Méthode de résolution directe des systèmes d'équations linéaires (2 Semaines)**

1. Introduction et définitions, 2. Méthode de Gauss et pivotation, 3. Méthode de factorisation LU, 4. Méthode de factorisation de Choleski MM<sup>t</sup>, 5. Algorithme de Thomas (TDMA) pour les systèmes tri diagonales.

#### **Chapitre 7. Méthode de résolution approximative des systèmes d'équations linéaires (2 Semaines)**

1. Introduction et définitions, 2. Méthode de Jacobi, 3. Méthode de Gauss-Seidel, 4. Utilisation de la relaxation.

### **Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40% ; Examen final: 60 %.

### **Références bibliographiques:**

1. C.Brezinski, Introduction à la pratique du calcul numérique, Dunod, Paris 1988.
2. G.Allaire et S.M.Kaber, Algèbre linéaire numérique, Ellipses, 2002.

3. G.AllaireetS.M.Kaber,IntroductionàScilab.Exercicespratiquescorrigés d'algèbrelinéaire,  
Ellipses, 2002.
4. G.Christol,A.CotetC.-M.Marle,Calculdifférentiel,Ellipses,1996.
5. M.CrouzeixetA.-L.Mignot,Analysenumériquedeséquationsdifférentielles,Masson,1983.
6. S.DelabrièreetM.Postel,Méthodesd'approximation.Équationsdifférentielles.ApplicationsScilab, Ellipses, 2004.
7. J.-P.Demilly,Analysenumériqueetéquationsdifférentielles.PressesUniversitairesdeGrenoble, 1996.
8. E.Hairer,S.P.NorsettetG.Wanner,SolvingOrdinaryDifferentialEquations,Springer,1993.
9. P.G.Ciarlet,Introductionàl'analysenumériquematricielleetàl'optimisation, Masson,Paris,1982.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		crédits	Coefficient	Code
S4	<b>Theorie du signal</b>		4	2	
VHH	Cours	Travaux dirigés	<b>Travaux Pratiques</b>		
45h00	1h30	1h30			

### **Objectifs del'enseignement:**

Acquérir les notions de base sur les outils mathématiques utilisés pour le traitement du signal.

### **Connaissances préalables recommandées:**

Cours de mathématiques de base.

### **Contenu de la matière:**

#### **Chapitre 1. Généralités sur les signaux**

**(3 Semaines)**

Objectifs du traitement du signal. Domaines d'utilisation. Classification des signaux (morphologique, spectrale, ... etc.). Signaux déterministes (périodiques et non-périodiques) et signaux aléatoires (stationnaires et non-stationnaires). Causalité. Notions de puissance et d'énergie. Fonctions de base en traitement du signal (mesure, filtrage, lissage, modulation, détection ... etc.). Exemples de signaux de base (impulsion rectangulaire, triangulaire, rampe, échelon, signe, Dirac ... etc.)

#### **Chapitre 2. Analyse de Fourier**

**(4 Semaines)**

Introduction, Rappels mathématiques (produit scalaire, distance Euclidienne, combinaison linéaire, base orthogonale ... etc.). Approximation des signaux par une combinaison linéaire de fonctions orthogonales. Séries de Fourier, Transformée de Fourier, Propriétés. Théorème de Parseval. Spectre de Fourier des signaux périodiques (spectre discret) et non périodiques (spectre continu).

#### **Chapitre 3. Transformée de Laplace**

**(3 Semaines)**

Définition. Propriétés de la transformée de Laplace. Relation signal/système. Application aux systèmes linéaires et invariants par translation ou SLIT (Analyse temporelle et fréquentielle).

#### **Chapitre 4. Produit de Convolution**

**(2 Semaines)**

Formulation du produit de convolution, Propriétés du produit de convolution, Produit de convolution et impulsion de Dirac.

#### **Chapitre 5. Corrélation des signaux**

**(3 semaines)**

Signaux à énergie totale finie. Signaux à puissance moyenne totale finie. Intercorrélation entre les signaux, Autocorrélation, Propriétés de la fonction de corrélation. Densité spectrale d'énergie et densité spectrale de puissance. Théorème de Wiener-Khintchine. Cas des signaux périodiques.

### **Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40%; Examen final: 60 %.

### **Références bibliographiques:**

1. S.Haykin, "Signals and systems", John Wiley & Sons, 2<sup>nd</sup> ed., 2003.
2. A.V.Oppenheim, "Signals and systems", Prentice-Hall, 2004.
3. F.de Coulon, "Théorie et traitement des signaux", Edition PPUR.
4. F.Cottet, "Traitement des signaux et acquisition de données, Cours et exercices résolus", Dunod.
5. B.Picinbono, "Théorie des signaux et des systèmes avec problèmes résolus", Edition Bordas.
6. M.Benidir, "Théorie et Traitement du signal, tome 1: Représentation des signaux et des systèmes - Cours et exercices corrigés", Dunod, 2004.
7. M.Benidir, "Théorie et Traitement du signal, tome 2: Méthodes de base pour l'analyse et le traitement du signal - Cours et exercices corrigés", Dunod, 2004.
8. J.Max, "Traitement du signal

SEMESTRE	Intitulé de la matière		crédits	Coefficient	Code
S4	<b>Mesures électriques et électroniques</b>		3	2	
VHH	Cours	Travaux dirigés	<b>Travaux Pratiques</b>		
45h00	1h30		1h00		

### **Objectifs del'enseignement:**

Initier l'étudiant aux techniques de mesure des grandeurs électriques et électroniques. Le familiariser à l'utilisation des appareils de mesures analogiques et numériques.

### **Connaissances préalables recommandées**

Electricité Générale, Lois fondamentales de la physique.

### **Contenu de la matière:**

*Le nombre de semaines affichées sont indiquées à titre indicatif. Il est évident que le responsable du cours n'est pas tenu de respecter rigoureusement ce dimensionnement ou bien l'agencement des chapitres.*

#### **Chapitre 1. Mesures, grandeurs et incertitudes**

**5 semaines**

Introduction, Grandeur, Etalon, Systèmes d'unités, Tableau des multiples et sous-multiples, Equations aux dimensions, Formules utiles, Précision de mesure, Erreur de mesure, Classification des erreurs, Incertitudes sur des mesures indirectes, Qualités des appareils de mesure, Etalonnage des appareils de mesure, Symboles graphiques des appareils de mesure, Méthodes générales de mesure (Méthodes de déviation, de zéro, de résonance), Exercices d'application.

#### **Chapitre 2. Méthodes de mesures**

**6 semaines**

1. **Mesures des tensions :** Méthodes directes de Mesures des tensions, Mesures de tensions alternatives, Méthode indirecte de mesures de tension par la méthode d'opposition.
2. **Mesure des courants :** Méthode directe de mesure des courants, Utilisation du Shunt simple.
3. **Mesures des résistances :** Classification des résistances, Méthode du voltmètre ampèremétrique, Méthode de Zéro: Le Pont de Wheatstone, Mesure de très grandes résistances par la méthode de la perte de charge.
4. **Mesures des impédances :** Mesures de capacités, Mesure d'inductances, Ponts en alternatif.
5. **Mesures de Puissance en continu :** Relation fondamentale, Méthode de l'ampèremètre et du voltmètre, Wattmètre électrodynamique en continu.
6. **Mesures de Puissance en alternatif :** Puissance instantanée et puissance moyenne, Puissance complexe, puissance apparente, puissance active et puissance réactive, Wattmètre électrodynamique en alternatif, Méthode des 3 voltmètres pour la puissance active, Méthode de mesures directes de puissances réactives, Méthode de mesures indirectes de puissances réactives
7. **Mesures de déphasage :** Mesure directe de déphasage à l'oscilloscope, Mesure de déphasage avec les figures de Lissajous.
8. **Mesures de fréquences et de périodes :** Mesure directe de fréquence à l'oscilloscope, Mesure de fréquences avec les figures de Lissajous, Mesure de fréquences par la méthode du fréquencemètre, Mesure de fréquences par la méthode du périodomètre, Exercices d'application.

#### **Chapitre 3. Les Appareils de mesure**

**4 semaines**

Introduction

**Appareils de mesure analogiques :** Classification des appareils à déviation, Le galvanomètre à cadre mobile, Structure de l'Ampèremètre magnétoélectrique, Structure du voltmètre magnétoélectrique, Fonctionnement du Wattmètre électrodynamique en alternatif

**Appareils de mesure numériques :** Les convertisseurs analogiques numériques (CAN), Principe de fonctionnement d'un appareil de mesure numérique, Exemples d'appareils de mesure numériques (Le multimètre, L'oscilloscope, ...).

## **TP Mesures électriques et électroniques :**

### **TPN°1: Mesure de résistance:**

Effectuer la mesure des résistances par les 5 méthodes suivantes : voltampèremétrique, ohmmètre, pont de Wheatstone, comparaison et substitution.  
Comparer ces méthodes entre elles et établir un calcul d'erreurs.

### **TPN°2: Mesure d'inductance:**

Effectuer la mesure des inductances par les 3 méthodes suivantes : voltampèremétrique, pont de Maxwell, résonance.  
Comparer ces méthodes entre elles et établir un calcul d'erreurs.

### **TPN°3: Mesure de capacité:**

Effectuer la mesure des capacités par les 3 méthodes suivantes : voltampèremétrique, pont de Sauty, résonance.  
Comparer ces méthodes entre elles et établir un calcul d'erreurs.

### **TPN°4: Mesure de déphasage:**

Effectuer la mesure des résistances par les 2 méthodes suivantes : Phasemètre et oscilloscope.

### **TPN°5: Mesure de puissance en monophasé:**

Effectuer la mesure des résistances par les 5 méthodes suivantes : wattmètre,  $\text{Cos}\phi$ mètre, trois voltmètres, trois ampèremètres, capteur de puissance.  
Comparer ces méthodes entre elles et établir un calcul d'erreurs.

### **TPN°6: Mesure de puissance en triphasé:**

Effectuer la mesure des résistances par les méthodes suivantes : Système étoile et système triangle, équilibrés et déséquilibrés.

### **Modèle d'évaluation:**

Contrôle continu: 40%; Examen final: 60 %.

### **Références bibliographiques:**

- 1- M.Cerr, Instrumentation industrielle: T.1, Edition Tec et Doc.
- 2- M.Cerr, Instrumentation industrielle: T.2, Edition Tec et Doc.
- 3- P.Oguic, Mesures et PC, Edition ETSF.
- 4- D.Hong, Circuit et mesures électriques, Dunod, 2009.
- 5- W.Bolton, Electrical and Electronic Measurement and Testing, 1992.
- 6- A.Fabre, Mesures électriques et électroniques, OPU, 1996.
- 7- G.Asch, Les capteurs en instrumentation industrielle, édition Dunod, 2010.
- 8- L.Thompson, Electrical Measurements and Calibration: Fundamentals and Applications, Instrument Society of America, 1994.
- 9- J.P.Bentley, Principles of Measurement Systems, Pearson Education, 2005.
- 10- J.Niard, Mesures électriques, Nathan, 1981.
- 11- P.Beauvilain, Mesures Électriques et Electroniques.
- 12- M. Abati, Mesures électroniques appliquées, Collection Techniques et Normalisation Delagrave.
- 13- P.Jacobs, Mesures électriques, Edition Dunod.
- 14- A.Leconte, Mesures en électrotechnique (Document D1501), Les techniques de l'ingénieur.

### **Sources Internet:**

- <http://sitelec.free.fr/cours2htm>
- <http://perso.orange.fr/xcotton/electron/coursetdocs.htm>
- <http://economie.u-bourgogne.fr/elearning/physique.html>
- <http://www.technique-ingenieur.fr/dossier/appareilsdemesure>

SEMESTRE	Intitulé de la matière		crédits	Coefficient	Code
S4	<b>TP Electrotechnique Fondamentale 2</b>		2	1	
VHH	Cours	Travaux dirigés	<b>Travaux Pratiques</b>		
22h30			<b>1h30</b>		

### **Objectifs de l'enseignement**

Consolider les connaissances acquises pendant les disciplines d'électronique et électrotechnique fondamentales, par des travaux pratiques, pour mieux comprendre et assimiler les lois fondamentales de l'électrotechnique, le fonctionnement des transformateurs et des moteurs.

### **Connaissances préalables recommandées**

Electrotechnique fondamentale 2.

### **Contenu de la matière:**

**TPN°1** Essais à vide, en charge et en court circuit d'un transformateur monophasé

**TPN°2** Essai en charge d'un transformateur triphasé

**TPN°3** Caractéristiques d'une génératrice à courant continu  
Excitation shunt et séparée, auto Amorçage.

**TPN°4** Caractéristiques d'un moteur à courant continu  
Excitation shunt et série, rhéostat de démarrage

**TPN°5** Caractéristiques en charge d'un moteur Asynchrone

**TPN°6** Détermination du Diagramme circulaire d'une machine asynchrone

**TPN°7** Alternateur-diagramme de fonctionnement-

### **Mode d'évaluation:**

Contrôle continu : 100%.

### **Références bibliographiques:**

(Livres et polycopiés, sites internet, etc.)

SEMESTRE	Intitulé de la matière		crédits	Coefficient	Code
S4	<b>TP Logique combinatoire et séquentielle</b>		2	1	
VHH	Cours	Travaux dirigés	<b>Travaux Pratiques</b>		
22h30			<b>1h30</b>		

### **Objectifs del'enseignement:**

Consolider les connaissances acquises pendant le cours de la matière "Logique Combinatoire et Séquentielle" par des travaux pratiques pour mieux comprendre et assimiler le contenu de cette matière.

### **Connaissances préalables recommandées**

Logique Combinatoire et Séquentielle.

### **Contenu de la matière:**

L'enseignant choisit parmi cette liste de TP entre 4 et 6 TP à réaliser et traiter tant que deux types de circuits logiques (combinatoire et séquentiel).

#### **TP1: Technologie des circuits intégrés TTL et CMOS.**

Appréhender et tester les différentes portes logiques

#### **TP2: Simplification des équations logiques par la pratique**

Découvrir les règles de simplification des équations dans l'algèbre de Boole par la pratique

#### **TP3: Etude et réalisation de fonctions logiques combinatoires usuelles**

Exemple: les circuits d'aiguillage (MUX, DMUX), les circuits de codage et de décodage, ...

#### **TP4: Etude et réalisation d'un circuit combinatoire arithmétique**

Réalisation d'un circuit additionneur et/ou soustracteur de 2 nombres binaires à 4 bits.

#### **TP5: Etude et réalisation d'un circuit combinatoire logique**

Réalisation d'une fonction logique à l'aide de portes logiques. Exemple: un afficheur à 7 segments et/ou un générateur du complément à 2 d'un nombre à 4 bits et/ou un générateur du code de Gray à 4 bits, ...

#### **TP6: Etude et réalisation d'un circuit combinatoire logique**

Etude complète (Table de vérité, Simplification, Logigramme, Montage pratique et Essais) d'un circuit combinatoire à partir d'un cahier de charge.

#### **TP7: Etude et réalisation de circuits compteurs**

Circuits compteurs asynchrones incomplets à l'aide de bascules, Circuits compteurs synchrones à cycle irrégulier à l'aide de bascules

#### **TP8: Etude et réalisation de registres**

### **Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 100%

### **Références bibliographiques:**

1. J. Letocha, Introduction aux circuits logiques, Edition Mc-GrawHill.
2. J.C. Lafont, Cours et problèmes d'électronique numérique, 124 exercices avec solutions, Edition Ellipses.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		crédits	Coefficient	Code
S4	<b>Techniques d'expression, d'information et de communication</b>		2	1	
VHH	Cours	Travaux dirigés	<b>Travaux Pratiques</b>		
22h30			<b>1h30</b>		

### **Objectifs del'enseignement:**

Cet enseignement vise à développer les compétences de l'étudiant, sur le plan personnel ou professionnel, dans le domaine de la communication et des techniques d'expression. Il permet aussi à l'étudiant de connaître les techniques, les outils et les méthodes utilisés pour faciliter les communications.

### **Connaissances préalables recommandées:**

Langues(Arabe;Français;Anglais)

### **Contenu de la matière:**

**Chapitre 1: Rechercher, analyser et organiser l'information** **2 semaines**  
 Identifier et utiliser les lieux, outils et ressources documentaires, Comprendre et analyser des documents, Constituer et actualiser une documentation.

**Chapitre 2: Améliorer la capacité d'expression** **2 semaines**  
 Prendre en compte la situation de communication, Produire un message écrit, Communiquer par oral, Produire un message visuel et audiovisuel, Améliorer la capacité de communication en groupe.

**Chapitre 3:Développer l'autonomie, la capacité d'organisation et de communication dans le cadre d'une démarche de projet** **2 semaines**  
 Se situer dans une démarche de projet de communication, Anticiper l'action, Mettre en œuvre un projet: Exposé d'un compte rendu d'un travail pratique (Devoir à domicile).

**Chapitre 4: Les TIC - Définition et Evolution** **2 semaines**  
 Définition, Les activités utilisant les TIC, La maîtrise des compétences des TIC, Evolution des TIC, Services de l'information et de la communication

**Chapitre 5. Recherche, utilisation et récupération de l'information.** **2 semaines**  
 Les annuaires de recherche (YAHOO, GOOGLE), Les moteurs de recherche, Le langage d'interrogation et de recherche, Récupération et impression d'une page HTML, Récupération d'une image, Téléchargement d'un fichier ou d'un logiciel, Lecture d'un fichier HTML en local, Lecture d'un fichier multimédia enregistré sur le Web.

**Chapitre 6: Droits des TIC** **2 semaines**  
 Criminalité informatique, Droit des médias, Droit des communications électroniques, Droit du commerce électronique, Gouvernance d'Internet, ...

**Chapitre 7 : Sécurisation des informations sensibles, Protection des données confidentielles et Préservation des nuisances.** **3 semaines**  
 Sauvegarde des données importantes, Loi "Informatique et libertés", Dangers d'Internet, Piratage informatique, Protection de la machine, Protection contre les virus, Protection contre Les cybermenaces ou menaces en ligne (Phishing, spam emails, spyware, malware, ransomware, viruses and trojan horses, man-in-the-middle attacks, etc.), Prévenir la perte de données, Les pourriels ou spams,

*Canevas master à cursus intégré de licence en Électrotechnique*

**Moded'évaluation:**

Examenfinal:100 %.

**Référencesbibliographiques:**

(Livresetpolycopiés,sitesinternet,etc.)

1. Jean-Denis Commeignes, 12 méthodes de communications écrites et orale – 4ème édition, Michelle Fayet et Dunod 2013.
2. DenisBaril,Sirey,Techniquesdel'expressionécriteetorale,2008.
3. 3- Matthieu Dubost, Améliorer son expression écrite et orale toutes les clés, Edition Ellipses 2014.
4. AllegrezzaSergeetDubrocardAnne(editedby).InternetEconometrics.PalgraveMacmillanLtd, 2011. ISBN-10: 0230362923 ; ISBN-13: 9780230362925
5. Anduiza Eva, Jensen J. Michael et JorbaLaja (edited by). Digital Media and Political Engagement Worldwide. Cambridge UniversityPress - M.U.A, 2012. ISBN-10: 1107668492 ; ISBN-13: 9781107668492
6. BaronG.L.,etBruillardE.L'informatiqueetsesusagersdansl'éducation.Paris,PUF,1996.ISBN- 10: 2130474926; ISBN-13: 978-2130474920
7. EnligneChantepieP.etLeDiberderA.Révolutionnumériquelandustriesculturelles.Repères. Paris, La Découverte, 2010. ISBN-10: 2707165050; ISBN-13: 978-2707165053
8. Dawn Medlin B. Integrations of Technology Utilization and Social Dynamics in Organizations. InformationScienceReference(Isr),2012.ISBN-10:1-4666-1948-1;ISBN-13:978-1-4666-1948-7
9. DevauchelleB.Commentlenumériquetransformeleslieuxdesavoirs.FYPEditions,2012.ISBN- 10: 2916571612; ISBN-13: 978-2916571614
10. GreenfieldDavid.«TheAddictivePropertiesofInternetUsage».InInternetAddiction,133?153. John Wiley & Sons, Inc., 2007. ISBN: 9780470551165.<http://dx.doi.org/10.1002/9781118013991.ch8>.
11. KuriharaYutakaet[Al.].Informationtechnologyandeconomicdevelopment.Information Science Reference (Isr), 2007. ISBN 10: 1599045818 ; ISBN 13: 9781599045818
12. Paquin D. L'appropriation des dispositifs numériques de formation. Du prescrit aux usages. Paris, L'Harmattan, 2009. ISBN-10: 2296085563 ; ISBN-13: 978-2296085565
13. TanseyStephenD.Business,informationtechnologyandsociety.RoutledgeLtd,2002.ISBN-10: 0415192137 ; ISBN-13: 978-0415192132

- **Programme détaillé par matière du semestre 5**

**Semestre: 5 (licence)****Unité d'enseignement: UEF3.1.1****Matière1: Modélisation des réseaux électriques****VHS: 67h30 (Cours: 3h00, TD: 1h30)****Crédits: 6****Coefficient:3****Objectifsdel'enseignement:**

Donner un aperçus sur la gestion et le dimensionnement du réseau d'énergie électrique (transport et distribution).

**Connaissances préalables recommandées:**

Cours de base d'électrotechnique fondamentale (électricité et circuit, champ électrique et magnétique, puissance, régime triphasé, alternateur, moteur, transformateur).

**Contenu de la matière:****ChapitreI: Généralités sur les réseaux électriques (1 semaine)**

- Organisation du réseau électrique
- Centrales électriques
- Postes électriques (transformateurs de puissance, transformateurs de mesure (courant et tension), disjoncteurs, sectionneurs, autres appareillages d'un poste, ...)
- Autres éléments du réseau (supports, câbles conducteurs, lignes aériennes, lignes souterraines, câbles de garde, jeux de barres, isolateurs) ; Centre de dispatching.

**ChapitreII: Modes de transport, répartition et distribution de l'énergie électrique (2 semaines)**

- Description des réseaux électriques (structure des réseaux électriques, Niveau de tension) ;
- Topologie des réseaux électriques (postes sources HT/MT, réseaux MT, postes HTA/BT, réseaux BT).

**ChapitreIII: Modélisation des lignes électriques (5 semaines)**

- Caractéristiques longitudinales (résistance, réactance longitudinale, notion de rayon moyen géométrique et distance moyenne géométrique) ;
- Caractéristiques transversales (réactance transversale, conductance due à l'effet couronne) ;
- Calcul des réseaux électriques (Équations générales de fonctionnement, Circuits équivalents, Calcul de la chute de tension, Effet FERRANTI) ;
- Puissance transmises et compensation du facteur de puissance dans les lignes.

**ChapitreIV: Transformateurs et système d'unité relative (2 semaines)**

- Rappels (transformateurs monophasé et triphasé, modélisation et détermination des paramètres du transformateur, couplage des transformateurs (différents modes, choix du couplage)) ;
- Mise en parallèle de transformateurs triphasés (intérêt, conditions, indice horaire) ;
- Principaux types de transformateurs (mesure de courant, mesure de tension, réglage en charge, déphasage, à trois enroulements et autotransformateur) ;
- Système d'unité relative (grandeur de base (puissance, tension, impédance), choix de la base, changement de base).

**ChapitreV: Calcul des courants de court-circuit (5 semaines)**

- Calcul des courants de court-circuit (causes, conséquences, différents types, notion de court-circuit symétrique et asymétrique, ...);

- Calcul des courants de court-circuit à l'aide des composants symétriques (méthodes des composants symétriques, construction de réseaux séquentiels, ...);
- Impédances équivalentes des éléments du réseau.

### **Références:**

- [1] Debaprya.DAS, «Electricalpowersystem», Indian institute of technology, New Delhi, **2006**.
- [2] John J.Grainger, William D.Stevenson,Jr.«Powersystemanalysis», North carolina state Uniccrsity, **1994**.
- [3] J.Duncan Glover, Mulukutla S.Sarma, and Thomas J. Overbye, «Power System Analysis and Design, Fifth Edition, SI», failure electrical, llc, USA, **2008**
- [4] J.Lewis Blackburn, «Symmetrical Components for Power Systems», Department of Electrical Engineering, Ohio State University Columbus, Ohio, 1993.
- [5] Jean-Pierre Muratet, «éléments économiques et de planification pour les réseaux de transport et de distribution d'électricité», ALSTOM, 1998.
- [6] Serge Pichot, «Lignes de transport HT» FCISAAE Transmission, 1998.
- [7] Daniel Noel, «Postes MT/BT», ALSTOM, 1998.
- [8] Guided de conception des réseaux électriques industriels T&D, «Architecture des réseaux électriques», Schneider electric, 6 883 427/A.
- [9] Guided de conception des réseaux électriques BT, «Transformateur, définitions et paramètres caractéristiques» ; Schneider electric, B92.
- [10] «La GRTE organisation et missions», 10<sup>ème</sup> Conférence Nationale sur la haute tension CNHT16, mai 2016.
- [11] Avril Charles, «Construction des lignes aériennes à haute tension», Paris: Editions Eyrolles, 1974
- [12] Souad Chebbi, «Défauts dans les réseaux électriques», support pédagogique, Université Virtuelle de Tunis.
- [13] Electrotechnique deuxième édition, Presses internationales polytechniques, 1999.
- [14] J.C. Gianduzzo: Cours et travaux dirigés d'électrotechnique, polycopiés du cours et de TD de Licence EEA de l'Université de Bordeaux 1.
- [15] L. Lasne: L'électrotechnique pour la distribution d'énergie, Polycopié du cours de l'Université de Bordeaux 1, 2004.
- [16] T. Wildi: Électrotechnique Troisième édition, Les presses de l'université de Laval, 2000.
- [17] N. HADJ SAID, J.C. SABONNADIERE, 'Lignes et Réseaux Electriques 1: Lignes d'énergie électrique', édition: HERMES-LAVOISIER, 2007;
- [18] B. DEMETZ-NOBLAT, 'Analyses des réseaux triphasés en régime perturbé à l'aide des composantes symétriques', cahier technique Schneider N°: 18, 2002;

**Semestre: 5 (licence)****Unité d'enseignement: UEF 3.1.1****Matière2: Electronique de puissance****VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)****Crédits:4****Coefficient:2****Objectifsdel'enseignement:**

Connaître les principes de base de l'électronique de puissance, Connaitre le principe de fonctionnement et l'utilisation des composants de puissance, Maîtriser le fonctionnement des principaux convertisseurs statiques, Acquérir les connaissances de base pour un choix techniques suivant le domaine d'applications d'un convertisseur de puissance.

**Connaissances préalables recommandées**

Électronique fondamentale 1, Electrotechnique fondamentale 1.

**Contenu de la matière:**

*Le nombre de semaines affichées sont indiquées à titre indicatif. Il est évident que le responsable du cours n'est pas tenu de respecter rigoureusement ce dimensionnement ou bien l'agencement des chapitres.*

**Chapitre 1. Introduction à l'électronique de puissance****3 semaines**

Introduction à l'électronique de puissance, son rôle dans les systèmes de conversion d'énergie électrique. Introduction aux convertisseurs statiques. Classification des convertisseurs statiques (selon le mode de commutation, selon le mode de conversion). Grandeur périodiques non sinusoïdales (valeurs efficaces, moyennes, facteur de forme, taux d'ondulation).

**Chapitre 2. Convertisseurs courant alternatif - courant continu****3 semaines**

Eléments de puissance (diodes et thyristors), Redressement monophasé, type de charge R, RL, RLE., Redresseurs-triphasé, types de charge R, RL, RLE. Analyse du phénomène de commutation (d'empilement) dans les convertisseurs statiques de redressement non commandés et commandés.

**Chapitre 3. Convertisseurs courant alternatif - courant alternatif****3 semaines**

Eléments de puissance (triacs avec un rappel rapide sur les diodes et thyristors), Gradateur monophasé, avec charge R, RL. Principe du Cycloconvertisseur monophasé

**Chapitre 4. Convertisseurs courant continu - courant continu****3 semaines**

Eléments de puissance (thyristor GTO, transistor bipolaire, transistor MOSFET, transistor IGBT), Hacheur dévoluteur et survolteur, avec charge R, RL et RLE.,

**Chapitre 5. Convertisseurs courant continu-courant alternatif****3 semaines**

Onduleur monophasé, montage en demi-pont et en pont avec charge R et RL.

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40%; Examen final: 60 %.

**Références bibliographiques:**

1. L.Lasne, «Electronique de puissance:Cours, études de cas et exercices corrigés », Dunod, 2011.
2. P.Agatiel.«Aide-mémoire: Électricité-Électronique de commande et de puissance-Electrotechnique », Dunod, 2006.
3. J.Laroche, «Électronique de puissance-Convertisseurs:Cours et exercices corrigés», Dunod, 2005.

4. G.Séguier et al.«Électronique de puissance:Cours et exercices corrigés »,8<sup>e</sup> édition;Dunod, 2004.
5. D.Jacob,«Electronique de puissance-Principes de fonctionnement,dimensionnement», Ellipses Marketing, 2008.
6. G.Séguier,«L'électronique de puissance,les fonctions de base et leurs principales applications », Tech et Doc.
7. H.Buhler,«Electronique de puissance»,Dunod
8. C.W.Lander,«Electronique de puissance»,McGraw-Hill,1981
9. H.Buhler,«Electronique de Réglage et de Commande;Traité d'électricité ».
10. F.Mazda,“Power Electronics Handbook: Components, Circuits and Application”,3<sup>rd</sup> Edition, Newness, 1997.
11. R.Chauprade,«Commande des moteurs à courant alternatif(Electronique de puissance)», 1987.
12. R.Chauprade,«Commande des moteurs à courant continu(Electronique de puissance)», 1984.

**Semestre: 5 (licence)****Unité d'enseignement: UEF 3.1.1****Matière 1: Modélisation des réseaux électriques****VHS: 67h30 (Cours: 3h00, TD: 1h30)****Crédits: 6****Coefficient: 3****Objectifs de l'enseignement:**

Donner un aperçu sur la gestion et le dimensionnement du réseau d'énergie électrique (transport et distribution).

**Connaissances préalables recommandées:**

Cours de base d'électrotechnique fondamentale (électricité et circuit, champ électrique et magnétique, puissance, régime triphasé, alternateur, moteur, transformateur).

**Contenu de la matière:****Chapitre I : Généralités sur les réseaux électriques (1 semaine)**

- Organisation du réseau électrique
- Centrales électriques
- Postes électriques (transformateurs de puissance, transformateurs de mesure (courant et tension), disjoncteurs, sectionneurs, Autres appareillage d'un poste,...)
- Autres éléments du réseau (supports, câbles conducteurs, lignes aériennes, lignes souterraines, câbles de garde, jeux de barres, isolateurs) ; Centre de dispatching.

**Chapitre II : Modes de transport, répartition et distribution de l'énergie électrique (2 semaines)**

- Description des réseaux électriques (structure des réseaux électriques, Niveau de tension) ;
- Topologie des réseaux électriques (postes sources HT/MT, réseaux MT, postes HTA/BT, réseaux BT).

**Chapitre III : Modélisation des lignes électriques (5 semaines)**

- Caractéristiques longitudinales (résistance, réactance longitudinale, notion de rayon moyen géométrique et distance moyenne géométrique) ;
- Caractéristiques transversales (réactance transversale, conductance dû à l'effet couronne) ;
- Calcul des réseaux électriques (Equations générales de fonctionnement, Circuits équivalents, Calcul de la chute de tension, Effet FERRANTI) ;
- Puissance transmises et compensation du facteur de puissance dans les lignes.

**Chapitre IV : Transformateurs et système d'unité relative (2 semaines)**

- Rappels (transformateurs monophasé et triphasé, modélisation et détermination des paramètres du transformateur, couplage des transformateurs (différents modes, choix du couplage)) ;
- Mise en parallèle des transformateurs triphasés (intérêt, conditions, indice horaire) ;
- Principaux types de transformateurs (mesure de courant, mesure de tension, régulateur en charge, déphaseur, à trois enroulements et autotransformateur) ;
- Système d'unité relative (grandeur de base (puissance, tension, impédance), choix de la base, Changement de base).

**Chapitre V : Calcul des courants de court-circuit (5 semaines)**

- Calcul des courants de court-circuit (causes, conséquences, différents types, notion de court circuit symétrique et asymétrique, ...) ;

- Calcul des courants de court-circuit à l'aide des composantes symétriques (méthode des composantes symétriques, construction de réseaux séquentiels,...) ;
- Impédances équivalentes des éléments du réseau.

### **Références:**

- [19] Debaprya.DAS, « Electrical power system », Indian institute of technology, New Delhi, **2006**.
- [20] John J. Grainger, William D. Stevenson, Jr. « Power system analysis », .North carolina state Uniccrsity, **1994**.
- [21] J. Duncan Glover, Mulukutla S. Sarma, and Thomas J. Overbye, «Power System Analysis and Design, Fifth Edition, SI», failure electrical, llc, USA, **2008**
- [22] J. Lewis Blackburn, « Symmetrical Components for Power Systems », Department of Electrical Engineering, Ohio State University Columbus, Ohio, 1993.
- [23] Jean-Pierre Muratet, « éléments économiques et de planification pour les réseaux de transport et distribution d'électricité », ALSTOM, 1998.
- [24] Serge Pichot, « Lignes de transport HT» FCI SAAE *Transmission*, 1998.
- [25] Daniel . Noel, « Postes MT/BT», ALSTOM, 1998.
- [26] Guide de conception des réseaux électriques industriels T & D, « Architecture des réseaux électriques» ; Schneider electric, 6 883 427/A.
- [27] Guide de conception des réseaux électriques BT, « Transformateur, définitions et paramètres caractéristiques» ; Schneider electric, B92.
- [28] «La GRTE organisation et missions», 10<sup>ème</sup> Conférence Nationale sur la haute Tension CNHT16, mai 2016.
- [29] Avril Charles, « Construction des lignes aériennes à haute tension », Paris : Editions Eyrolles , 1974
- [30] Souad Chebbi, « Défauts dans les réseaux électriques »,support pédagogique, Université Virtuelle de Tunis.
- [31] Electrotechnique deuxième édition, Presses internationales polytechniques, 1999.
- [32] J. C. Gianduzzo : Cours et travaux dirigés d'électrotechnique, polycopiés de cours et de TD de Licence EEA de l'Université de Bordeaux 1.
- [33] L. Lasne : L'électrotechnique pour la distribution d'énergie, Polycopié de cours de l'Université de Bordeaux 1, 2004.
- [34] T. Wildi : Électrotechnique Troisième édition, Les presses de l'université de Laval, 2000.
- [35] N. HADJSALID, J.C. SABONNADIERE, 'Lignes et Réseaux Electriques 1 : Lignes d'énergie électrique', édition : HERMES - LAVOISIER, 2007 ;
- [36] B. DE METZ-NOBLAT, 'Analyse des réseaux triphasés en régime perturbé à l'aide des composantes symétriques', cahier technique Schneider N°: 18, 2002 ;

**Semestre : 5 (licence)****Unité d'enseignement: UEF 3.1.1****Matière 2: Electronique de puissance****VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)****Crédits: 4****Coefficient: 2****Objectifs de l'enseignement:**

Connaître les principes de base de l'électronique de puissance, Connaitre le principe de fonctionnement et l'utilisation des composants de puissance, Maîtriser le fonctionnement des principaux convertisseurs statiques, Acquérir les connaissances de base pour un choix technique suivant le domaine d'applications d'un convertisseur de puissance.

**Connaissances préalables recommandées**

Electronique fondamentale1, Electrotechnique fondamentale1.

**Contenu de la matière :**

*Le nombre de semaines affichées sont indiquées à titre indicatif. Il est évident que le responsable du cours n'est pas tenu de respecter rigoureusement ce dimensionnement ou bien l'agencement des chapitres.*

**Chapitre 1. Introduction à l'électronique de puissance****3 semaines**

Introduction à l'électronique de puissance, son rôle dans les systèmes de conversion d'énergie électrique. Introduction aux convertisseurs statiques. Classification des convertisseurs statiques (selon le mode de commutation, selon le mode de conversion). Grandeurs périodiques non sinusoïdales (valeurs efficaces, moyennes, facteur de forme, taux d'ondulation).

**Chapitre 2. Convertisseurs courant alternatif - courant continu****3 semaines**

Eléments de puissance (diodes et thyristors), Redressement monophasé, type de charge R, RL, RLE., Redresseurs-triphasé, types de charge R, RL, RLE. Analyse du phénomène de commutation (d'empiettement) dans les convertisseurs statiques de redressement non commandés et commandés.

**Chapitre 3. Convertisseurs courant alternatif - courant alternatif****3 semaines**

Eléments de puissance (triacs avec un rappel rapide sur les diodes et thyristors), Gradateur monophasé, avec charge R, RL. Principe du Cycloconvertisseur monophasé

**Chapitre 4. Convertisseurs courant continu - courant continu****3 semaines**

Eléments de puissance (thyristor GTO, transistor bipolaire, transistor MOSFET, transistor IGBT), Hacheur dévoluteur et survolteur, avec charge R, RL et RLE.,

**Chapitre 5. Convertisseurs courant continu - courant alternatif****3 semaines**

Onduleur monophasé, montage en demi-pont et en pont avec charge R et RL.

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 40 % ; Examen final : 60 %.

**Références bibliographiques:**

13. L. Lasne, « Electronique de puissance : Cours, études de cas et exercices corrigés », Dunod, 2011.
14. P. Agati et al. « Aide-mémoire : Électricité-Électronique de commande et de puissance-Électrotechnique », Dunod, 2006.
15. J. Laroche, « Électronique de puissance – Convertisseurs : Cours et exercices corrigés », Dunod, 2005.

16. G. Séguier et al. « Électronique de puissance : Cours et exercices corrigés », 8<sup>e</sup> édition; Dunod, 2004.
17. D. Jacob, « Electronique de puissance - Principe de fonctionnement, dimensionnement », Ellipses Marketing, 2008.
18. G. Séguier, « L'électronique de puissance, les fonctions de base et leurs principales applications », Tech et Doc.
19. H. Buhler, « Electronique de puissance », Dunod
20. C.W. Lander, « Electronique de puissance », McGraw-Hill, 1981
21. H. Buhler, « Electronique de Réglage et de commande ; Traité d'électricité ».
22. F. Mazda, "Power Electronics Handbook: Components, Circuits and Application", 3<sup>rd</sup> Edition, Newness, 1997.
23. R. Chauprade, « Commandes des moteurs à courant alternatif (Electronique de puissance) », 1987.
24. R. Chauprade, « Commandes des moteurs à courant continu (Electronique de puissance) », 1984.

**Semestre: 5 (licence)****Unité d'enseignement: UEF 3.1.2****Matière 1: Systèmes Asservis****VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)****Crédits: 4****Coefficient: 2****Objectifs de l'enseignement:**

Passer en revue les propriétés des structures de commande des systèmes linéaires continus, aborder les modèles des systèmes dynamiques de base, explorer les outils d'analyse temporelle et fréquentielle des systèmes de bases.

**Connaissances préalables recommandées:**

Mathématiques de base (Algèbre, Calcul intégral et différentiel, Analyse, complexes, ...). Notions fondamentales de traitement du signal, d'électronique de base (circuits linéaires).

**Contenu de la matière:****Chapitre 1. Introduction aux systèmes asservis****(2 Semaines)**

Historique des systèmes de régulation automatique, Terminologie et définition, Concept de systèmes, Comportement dynamique, Comportement statique, Systèmes statiques, Systèmes dynamiques, Systèmes linéaires, Exemples introductifs, Systèmes en boucle ouverte, Systèmes en boucle fermée, Principaux éléments d'une chaîne d'asservissement, Raisonnement d'un asservissement, Performances des systèmes asservis.

**Chapitre 2. Modélisation des systèmes****(4 Semaines)**

Représentation des systèmes par leurs équations différentielles, Transformée de Laplace, De l'équation différentielle à la fonction de transfert, Blocs fonctionnels et sous systèmes, Règles de simplification, Représentation d'état du système, Correspondance entre représentation d'état et fonction de transfert, Calcul des fonctions de transfert des systèmes bouclés.

**Chapitre 3. Réponses temporelles des systèmes linéaires****(3 Semaines)**

Définition de la réponse d'un système, Régime transitoire, Régime permanent, Notions de stabilité, rapidité et précision statique, Réponse impulsionnelle (1<sup>er</sup> et 2<sup>ème</sup> ordre), Caractéristiques temporelles, Réponse indicielle (1<sup>er</sup> et 2<sup>ème</sup> ordre), Identification des systèmes du premier et du second ordre à partir de la réponse temporelle, Systèmes d'ordre supérieur, Influence des pôles et des zéros sur la réponse d'un système.

**Chapitre 4. Réponses fréquentielles des systèmes linéaires****(3 Semaines)**

Définition, Diagramme de Bode et de Nyquist, Caractéristiques fréquentielles des systèmes dynamiques de base (1<sup>er</sup> et 2<sup>ème</sup> ordre), Marges de phase et de gain.

**Chapitre 5. Stabilité et précision des systèmes asservis****(3 Semaines)**

Définition, Conditions de stabilité, Critère algébrique de Routh-Herwitz, Critères du revers dans les plans de Nyquist et Bode, Marges de stabilité, Précision des systèmes asservis, Précision statique, Calcul de l'écart statique, Précision dynamique, Caractérisation du régime transitoire.

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40%; Examen: 60%.

**Références bibliographiques:**

1. E. K. Boukas, Systèmes asservis, Editions de l'école polytechnique de Montréal, 1995.
2. P. Clerc. Automatique continue, échantillonnée : IUT Génie Electrique-Informatique Industrielle, BTS Electronique- Mécanique-Informatique, Editions Masson (198p), 1997.
3. Ph. de Larminat, Automatique, Editions Hermès 2000.
4. P. Codron et S. Leballois, Automatique : systèmes linéaires continus, Editons Dunod 1998.

5. Y. Granjon, Automatique : Systèmes linéaires, non linéaires, à temps continu, à temps discret, représentation d'état, Editions Dunod 2001.
6. K. Ogata, Modern control engineering, Fourth edition, Prentice Hall International Editions 2001.
7. B. Pradin, Cours d'Automatique. INSA de Toulouse, 3ème année spécialité GII.
8. M. Rivoire et J.-L. Ferrier, Cours d'Automatique, tome 2 : asservissement, régulation, commande analogique, Editions Eyrolles 1996.
9. Y. Thomas, Signaux et systèmes linéaires : exercices corrigées, Editions Masson 1993.
10. Y. Thomas. Signaux et systèmes linéaires, Editions Masson 1994.

**Semestre: 5 (licence)****Unité d'enseignement: UEF 3.1.2****Matière 2: Théorie du Champ Electromagnétique****VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)****Crédits: 4****Coefficient: 2****Objectifs de l'enseignement:**

Approfondir et consolider des notions d'électromagnétisme. Appréhender les outils physiques et mathématiques pour comprendre les équations de Maxwell ainsi que la propagation des ondes.

**Connaissances préalables recommandées:**

Calcul vectoriel, notions du Gradient, Divergence et Rotationnel – Notion d'électrostatique et de magnétostatique.

**Contenu de la matière:****Chapitre 0 : Notions Vectorielles:****(1 Semaine)**

Définition physique du gradient, divergence et rotationnel, Vecteur et pseudo-vecteur, Opérateurs vectoriels, théorème de Stocks et d'Ostrogradski, notion d'angle solide.

**Chapitre 1 : Électrostatique :****(3 Semaines)**

Équations de Maxwell en Électrostatiques, Relation des milieux diélectriques, Distribution des charges électriques, Force, Considérations des symétries, Théorème de Gauss, Flux électrique, Potentiel scalaire électrique, Conditions de passage et aux limites, Équations de Poisson et de Laplace en électrostatique, Loi de Coulomb, Énergie électrostatique, Capacité, Dipôle électrostatique.

**Chapitre 2. Magnétostatique :****(3 Semaines)**

Équations de Maxwell en Magnétostatique, Relation des milieux magnétiques, Distribution des courants électriques, considérations des symétries, Théorème d'Ampère, Flux magnétique, Potentiel vecteur magnétique, Conditions de passage et aux limites, Équations de Poisson et de Laplace en magnétostatique, Loi de Biot et Savard, Force de Laplace, Effet Hall, Définition légale de l'Ampère, Énergie magnétostatique, Inductance et réluctance, Dipôle magnétique.

**Chapitre 3. Régime variable :****(3 Semaines)**

Équations de Maxwell en Régime variable quelconque, Loi de Maxwell-Faraday (loi de Faraday et loi de Lenz) et Jauge de Lorentz, Équation de propagation des champs électrique et magnétique, Équation de propagation des potentiels scalaire électrique et vecteur magnétique, Conditions de passage et aux limites, Résolution des équations de propagation (potentiels retardés), Énergie électromagnétique et vecteur de Poynting.

**Chapitre 4. Régime lentement variable - Induction électromagnétique :****(3 Semaines)**

Approximation des régimes quasi-stationnaires « ARQS », Courant de conduction et de déplacement, et équation de Maxwell-Ampère, Conservation et relaxation de la charge électrique dans les conducteurs, Loi d'Ohm local, Équation magnétodynamique, Circuit électriques couplés, Induction de Neumann, Induction de Lorentz, Action de Laplace, Énergie et coénergie magnétiques.

**Chapitre 5. Régime rapidement variable - Propagation d'ondes :****(2 Semaines)**

Équation de propagation d'une onde quelconque, Onde plane et ses caractéristiques, Propagation dans une direction quelconque (vitesse et longueur d'onde), Transmission et réflexion des ondes, Ondes guidées, Spectre du rayonnement électromagnétique, Propagation de l'énergie électromagnétique.

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40%; Examen: 60%.

**Références bibliographiques:**

1. Rosnel, "Eléments de propagation électromagnétique, physique fondamentale", Mc GRAW-HILL, 2002.
2. Garing, "Ondes électromagnétiques dans les milieux diélectriques, Exercices et problèmes corrigés", 1998.
3. Paul Lorrain, Dale Corson, and François Lorrain, "Les Phénomènes électromagnétiques : Cours, exercices et problèmes résolus", 2002.
4. Louis de Broglie, "Ondes Electromagnétiques et Photons", 1968.
5. Garing, "Ondes électromagnétiques dans le vide et les milieux conducteurs: Exercices et problèmes corrigés", 1998.
6. Michel Hulin, "Nicole Hulin, and Denise Perrin, Equations de Maxwell: ondes électromagnétiques. Cours, exercices et problèmes résolus", 1998.

**Semestre: 5 (licence)**

**Unité d'enseignement: UEM 3.1**

**Matière 1: Schémas électriques**

**VHS: 37h30 (Cours: 1h30, TP: 1h00)**

**Crédits: 3**

**Coefficient: 2**

### **Objectifs de l'enseignement:**

Apprendre les différents types d'appareillages de protection et commande des installations électriques ainsi que la réalisation d'une installation électrique.

### **Connaissances préalables recommandées:**

Notions d'électricité fondamentale, d'électrostatique et de magnétostatique de base.

### **Contenu de la matière:**

#### **Chapitre I: Appareillage électrique**

- Les interrupteurs (définition, rôle et caractéristique)
- Les commutateurs (définition, rôle et caractéristique)
- Le sectionneur (définition, rôle et caractéristique)
- Le contacteur (définition, rôle et caractéristique)
- Fusibles (rôle et fonctionnement, types, équations).
- Relais thermique (définition, rôle, type et caractéristiques).
- Relais électromagnétique (définition, rôle, type et caractéristiques).
- Disjoncteurs (définition, rôle, types et caractéristiques).
- Les capteurs actifs et passifs : symboles, rôles et utilisations

#### **Chapitre II: Élaboration des schémas électriques**

- Symboles normalisés de l'appareillage électrique.
- Classification des schémas selon le mode de représentation.
- Conventions et normalisation.
- Règles et normes d'établissement d'un schéma électrique

#### **Chapitre III. Circuits d'éclairage**

- III.1. Montage simple allumage
- III.2. Montage double allumage
- III.3. Montage va et vient
- III.4. Allumage par télérupteur
- III.5. Allumage par minuterie
  - III.5.1. Principe d'une minuterie raccordée en 4 fils
  - III.5.2. Principe d'une minuterie raccordée en 3 fils

#### **Chapitre IV. Trois modes de commande d'un moteur électrique**

- IV.1. Démarrage direct à un seul sens de rotation
- IV.2. Démarrage direct moteur avec double sens de rotation
- IV.3. Démarrage étoile triangle

### **Travaux Pratiques**

#### **TP1 : Les principaux montages pour l'éclairage:**

Montage de prise de courant, montage simple allumage, montage double allumage, montage Va et Vient, montage avec télérupteur, montage avec minuterie

**TP2 : La commande manuelle d'un contacteur et de deux contacteurs :**

Par interrupteur, par bouton poussoir, à distance par deux boutons à impulsions, à distance par plusieurs boutons poussoirs.

**TP3 : Démarrage d'un moteur asynchrone triphasé à cage un seul sens de marche**

**TP4 : Démarrage d'un moteur asynchrone deux sens de marche**

**TP5 : Démarrage étoile/triangle d'un moteur asynchrone**

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40%; Examen: 60%.

**Références bibliographiques:**

1. Cahier de charge technique Schneider.
2. Cahier de charge technique Le grand.
- 3 <http://www.yesss-fr.com/tech/symboles-electriques.php>
- 4 <http://www.reperelec.fr/dm2sm.htm>
5. « Mémento de schémas électriques », Thierry Gallauziaux, David Fedullo  
Edition Eyrolles, collection : Les cahiers du bricolage ; 2009 (2e édition)
6. « Le Schéma Electrique », Hubert Largeaud, Edition Eyrolles – 1991(-3ème Édition)
7. Christophe Prévé-, "Protection des réseaux électriques", Hermès, Paris, 1998.
8. S. H. Horowitz, A.G. Phadke, "Power System Relaying", second edition, John Wiley & Sons, 1995.
9. L. Féchant, "Appareillage électrique à BT, Appareils de distribution", Techniques de l'Ingénieur, traité Génie électrique, D 4 865.

**Semestre: 5 (licence)****Unité d'enseignement: UEM 3.1****Matière 2: TP Réseaux Electriques****VHS: 22h30 (TP: 1h30)****Crédits: 2****Coefficient: 1****Objectifs de l'enseignement:**

Voir et comprendre le comportement d'une ligne électrique, la chute de tension, la régulation de tension ainsi que la compensation d'énergie réactive. Etablir l'écoulement de puissance et calculer la chute de tension et comprendre le transit d'énergie entre deux stations.

**Connaissances préalables recommandées:**

Notions de base d'électrotechnique.

**Contenu de la matière:**

**TP 1 :** Etude du rendement d'une ligne et amélioration du facteur de puissance.

**TP 2 :** Régulation de la tension par la méthode de compensation de l'énergie réactive à l'aide de condensateurs.

**TP 3:** Maquette à courant continu: Répartition des puissances et calcul de chutes de tension.

**TP 4:** Marche en parallèle des transformateurs.

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 100%.

**Références bibliographiques:**

1. Sabonnadière, Jean-Claude, "Lignes et réseaux électriques", Vol. 1, Lignes d'énergie électriques, 2007.
2. Sabonnadière, Jean-Claude, "Lignes et réseaux électriques", Vol. 2, Méthodes d'analyse des réseaux électriques, 2007.
3. Lasne Luc, "Exercices et problèmes d'électrotechnique: notions de bases, réseaux et machines électriques", 2011.
4. J. Grainger, "Power system analysis", McGraw Hill, 2003
5. W.D. Stevenson, "Elements of Power System Analysis", McGraw Hill, 1982.

**Semestre: 5 (licence)**

**Unité d'enseignement: UEM 3.1**

**Matière 3: TP Electronique de puissance**

**VHS: 22h30 (TP: 1h30)**

**Crédits: 2**

**Coefficient: 1**

**Objectifs de l'enseignement:**

Compléter, consolider et vérifier les connaissances déjà acquises dans le cours.

**Connaissances préalables recommandées:**

Circuits électriques et électroniques de base.

**Contenu de la matière:**

**TP 1:** Composant en commutation (IGBT, MOS).

**TP 2:** Redresseur non commandé monophasé et triphasé (charge R, L).

**TP 3:** Redresseur commandé monophasé et triphasé (charge R, L).

**TP 4:** Hacheur.

**TP 5:** Onduleur monophasé.

**TP6:** Gradateur monophasé (Charge R, L).

**TP7:** Gradateur Triphasé.

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 100%.

**Références bibliographiques:**

**Semestre: 5 (licence)**

**Unité d'enseignement: UEM 3.1**

**Matière 4: TP Systèmes Asservis/ TP Capteurs**

**VHS: 22h30 (TP: 1h30)**

**Crédits: 2**

**Coefficient: 1**

### **Objectifs de l'enseignement:**

Compléter, consolider et vérifier les connaissances déjà acquises dans les cours de systèmes asservis et celui de capteurs et métrologie.

### **Connaissances préalables recommandées:**

Systèmes asservis.

### **Contenu de la matière:**

#### **TP 1: Etude des comportements des systèmes 1<sup>er</sup>; 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> ordre**

Simulation analogique et informatique, Mesurer les paramètres qui caractérisent les différentes réponses: temps de montée; temps de réponse; 1er dépassement maximum, temps de pic et précision, Observer la réponse d'un système instable.

#### **TP 2: Réponses fréquentielles et identification des systèmes**

Détermination des caractéristiques fréquentielles d'un asservissement, dans le but d'identifier la fonction de transfert d'un système, Application sur un moteur.

#### **TP 3: Asservissement de position d'un moteur à CC, différence entre position et vitesse**

L'influence du gain sur la stabilité et sur l'erreur statique du système, L'influence de la contre-réaction de vitesse sur le comportement du système.

#### **TP 4: Asservissement de la vitesse d'un moteur à courant continu**

Le fonctionnement des éléments et du système asservi en boucle ouverte et fermée, L'influence du gain sur la stabilité du système, L'influence du gain et de la charge sur l'erreur statique du système, L'influence de la contre-réaction de courant sur le comportement dynamique du système.

#### **TP 5: Stabilité et précision des systèmes asservis**

Simulation analogique et informatique. Etudier la stabilité et la précision des systèmes asservis en modifiant leurs paramètres (Résistance, capacité, inductance, ...) et leurs architectures (série, parallèle). Application du critère algébrique de Routh-Hurwitz, des critères dans les plans de Nyquist et Bode. Mesurer la Marge de stabilité, calculer les erreurs statiques et dynamiques ainsi que la précision pour différents types de systèmes (présence d'intégrateurs, de déivateurs, ...) et pour différents types d'entrée (échelon, rampe, impulsion).

### **TP Capteurs:**

Capteurs photométriques, Capteurs de grandeurs mécaniques: déformation, force; position, vitesse de rotation, Capteurs de température.

### **Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 100%.

### **Références bibliographiques:**

**Semestre: 5 (licence)**

**Unité d'enseignement: UED 3.1**

**Matière 1: Métrologie de la haute tension**

**VHS: 22h30 (Cours: 1h30)**

**Crédits: 1**

**Coefficient: 1**

**Objectifs de l'enseignement:**

Mesure des hautes tensions DC, AC ou tensions impulsionales, type des génératrices hautes tensions

**Connaissances préalables recommandées:**

Mesures électriques et électroniques.

**Contenu de la matière:**

**Chapitre 1. Dispositifs de mesures de valeurs de crête**

**(2 Semaines)**

Introduction, Voltmètre électrostatique, Méthode CHUBB-FORTESCUE, Voltmètres de crête avec diviseurs de tension

**Chapitre 2. Dispositifs de mesures de tension de choc**

**(2 Semaines)**

Introduction, Diviseur résistif, Diviseur résistif compensé, Diviseur de Kelvin et Varle, Utilisation des diviseurs résistifs en courant alternatif

**Chapitre 3. Mesure de la haute tension avec diviseur inductif et capacitif**

**(2 Semaines)**

Diviseurs inductifs de tension, Étude préliminaire, Diviseur inductif comme autotransformateur, Diviseur capacitif, Capacité haute tension, Diviseur à capacité variable

**Chapitre 4. Mesure de la haute tension avec éclateurs**

**(2 Semaines)**

Éclateur à sphère ; Spécifications sur les sphères et les accessoires associés, Éclateur à gaz, Synchronisation d'éclateurs à gaz, Éclateur à tige, Usure des éclateurs , Eclateurs à semi-conducteurs

**Chapitre 5. Mesure de la haute tension avec oscilloscope**

**(2 Semaines)**

Introduction, Transmission de la mesure, Circuit de mesure et propriétés ; Erreur sur la mesure de tension crête

**Mode d'évaluation:**

Examen: 100%.

**Références bibliographiques:**

1. Holtzhausen JP., Vosloo WL., «High Voltage Engineering Practice and Theory »Handbook, ISBN: 978 - 0 - 620 - 3767 - 7 .2014/p.157.
2. WADHWA C.L., « High Voltage Engineering », New Age International (P) Ltd., Publishers, 2007/p.312.
3. KUFFEL E., ZAENGL W.S., KUFFEL J.,« High.Voltage.Engineering\_Fundamentals », published by Butterworth-Heinemann, Second edition 2000/p.552.
4. LEFÈVRE A.,POTEL J., BERNOT F., « Mesure des hautes tensions », Technique d'ingénieur , R1035 V2,2003.
5. Tilmantine, A. (2008). Technique de la haute tension. [Cours].

**Semestre: 5 (licence)**

**Unité d'enseignement: UED 3.1**

**Matière 2: Introduction à la haute tension**

**VHS: 22h30 (Cours: 1h30)**

**Crédits: 1**

**Coefficient: 1**

### **Objectifs de l'enseignement:**

Compréhension les notions de base de la haute tension et ses applications.

### **Connaissances préalables recommandées:**

Notions de base d'électrotechnique

### **Contenu de la matière:**

#### **Chapitre. 1 : Généralités sur la haute tension**

Utilité de la haute tension, claquage et rigidité diélectrique, Pouvoir de pointe, Interaction champ électrique avec la matière, cage de Faraday, Travaux sous tension. **(3 Semaines)**

#### **Chapitre. 2 : Diélectriques gazeux**

**(3 Semaines)**

Décharge électrique dans les gaz , décharges non autonomes sans multiplication de charges, Décharges non autonomes avec multiplication de charges, Décharges autonomes , Décharge de Townsend, .Décharge luminescent, .Décharge à haute pression (décharge d'arc) , Effet de l'émission d'électrons secondaires, Critère de claquage de Townsend , .Théorie du streamer

#### **Chapitre. 3 : Introduction aux phénomènes liés à la HT**

**(3 Semaines)**

Aperçu et notions sur : claquage des isolants solides, claquage des isolants gazeux, décharge couronne, contournement des surfaces isolantes, foudre, décharge à barrière diélectrique

#### **Chapitre. 4 : Surtensions et isolation**

**(3 Semaines)**

Origines des surtensions, Phénomène foudre et l'impact sur les installations électriques, Surtensions de Manœuvres, Les différentes techniques de protection

#### **Chapitre. 5 : Générateurs de haute tension**

**(2 Semaines)**

Généralités, moltiplicateurs de tension, circuit en cascade, générateurs de tension de choc

### **Références bibliographiques:**

1. M. Aguet, "M. Ianovici, Haute Tension", vol XXII, Edition Georgi, 1982.
2. G. LeRoy, C. Gary, B. Hutzler, J. Hamelin, J. Fontaine, "Les propriétés diélectriques de l'air et les très hautes tensions", Editions Eyrolles, 1984.
3. D. Kind, H. Kärner. "High voltage insulation technology: Textbook for Electrical Engineers", FriedrVieweg&Sohn, 1985.
4. J. P. Holtzhausen, W. L. Vosloo, "High Voltage Engineering, Practice and Theory".

**Semestre: 5 (licence)****Unité d'enseignement: UET 3.1****Matière 1: Outils de simulation****VHS: 22h30 (Cours: 1h30)****Crédits: 1****Coefficient: 1****Objectifs de l'enseignement:**

Connaitre les logiciels de simulation, être capable de reproduire un système électro-énergétique en vue de son étude et sa simulation.

**Connaissances préalables recommandées:**

Notions de programmation, notions de Matlab.

**Contenu de la matière:****Chapitre 1 : Prise en main de MATLAB**

(02 semaines)

1.1 - Introduction

1.2 - Environnement MATLAB

1.3 - Démarrage de MATLAB

Fenêtre de commandes, Fenêtre des variables définies (l'espace de travail) , Fenêtre du répertoire de travail, Fenêtre de l'historique des commandes

1.4 - Présentation et généralités

Obtenir de l'aide, Les premiers pas, L'espace de travail, Syntaxe d'une ligne d'instructions, Gestion des fichiers du répertoire de travail, Opérations arithmétiques, Opérations et fonctions portant sur les scalaires, Variables spéciales et constantes, Format des nombres et précision des calculs, Historique des commandes

**Chapitre 2 : Types de données et variables**

(02 semaines)

2.1 - Les types de données

2.2 - Les variables

Les nombres complexes, Variables booléennes, Chaînes de caractères, Les Vecteurs, Les Matrices, Les polynômes.

**Chapitre 3 : Les graphiques**

(01 semaine)

3.1 - Gestion des fenêtres graphiques

3.2 - Représentation graphique 2D

Graphiques en coordonnées cartésiennes, Améliorer la lisibilité d'une figure, Graphiques en coordonnées polaires, Les diagrammes.

3.3 - Les graphiques 3D

Courbes 3D, Surfaces

**Chapitre 4 : Programmer sous MATLAB**

(02 semaines)

4.1 - Opérateurs arithmétiques, logiques et caractères spéciaux

4.2 - Les fichiers-M (M-Files)

4.3 - Scripts et fonctions

(Scripts, Fonctions)

4.4 - Instructions de contrôle

(Boucle FOR, Boucle WHILE, L'instruction conditionnée IF)

**Chapitre 5 : Prise en main de SIMULINK**

(03 semaines)

5.1 - Les librairies de SIMULINK

Librairies Sources, Sinks, Continuous, Math Operations, Commonly Used Blocks, Signal Routing, Logic and Bit Operations, User-Defined Functions, Ports & Subsystems,.....

5.2- Prise en main rapide

- 5.3 - Masques et sous-systèmes
- 5.2.1 - Sous-systèmes
- 5.3.2 - Masquage des sous-systèmes
  - Masquage du sous-système, Utilisation des Callbacks
- 5.4 - Etude de quelques exemples de simulation

**Chapitre6 : Power System Blockset (PSB)** (02 semaines)

- 6.1 - Présentation du Power System Blockset
- 6.2 - Etude d'un exemple de simulation

**Chapitre 7 : Simulation et co-simulation avec d'autres logiciels** (03 semaines)

- 7.1 - Simulation par PSim et co-simulation Simulink-PSim
- 7.2 - Simulation avec d'autres logiciels: PSpice, Proteus, Scilab,....

**Mode d'évaluation:**

Examen: 100%.

**Références bibliographiques:**

1. A. Lanton, "Méthodes et outils de la simulation", Edition, Hermès, 2000.
2. Documentation de Matlab on-line

- **Programme détaillé par matière du semestre 6**

**Semestre: 6 (licence)****Unité d'enseignement: UEF 3.2.1****Matière 1: Commande des machines électriques****VHS: 67h30 (Cours: 3h00, TD: 1h30)****Crédits: 6****Coefficient: 3****Objectifs de l'enseignement:**

Comprendre, analyser et modéliser l'ensemble machines-convertisseurs, réaliser le câblage des circuits de commande et de puissance des machines électriques.

**Connaissances préalables recommandées:**

Machines électriques, convertisseur statique, systèmes asservis, régulation en boucle ouverte et en boucle fermée.

**Contenu de la matière:**

**Chapitre 1. Introduction à la commande des machines électriques** (1 Semaine)

**Chapitre 2. Commande des convertisseurs statiques** (1 Semaine)

Technique MLI

**Chapitre 3. Réglage de la vitesse des machines à courant continu** (5 Semaines)

Rappels sur les machines à courant continu (Principe de fonctionnement, Schéma électrique équivalent, les différents types de machines à courant continu), Caractéristiques électromécanique et mécanique des machines à courant continu, Caractéristiques mécaniques des charges entraînées, Point de fonctionnement d'un groupe moteur, charge entraînée (Stabilité, Démarrage, Freinage électrique). Méthodes de réglage de la vitesse d'un moteur shunt (réglage rhéostatique, Réglage par le flux, Réglage par la tension).

**Chapitre 4. Variation de vitesse des moteurs asynchrones** (4 Semaines)

Rappels sur les machines asynchrones, Rappels sur les convertisseurs d'électronique de puissance, Association machines asynchrones (convertisseurs), Réglage de vitesse des moteurs asynchrones (réglage par action sur la tension d'alimentation, réglage par action sur la résistance rotorique, réglage par cascade hypo-synchrone, réglage par variation de la fréquence d'alimentation).

**Chapitre 5. Réglage de la vitesse et autopilotage des moteurs synchrones** (4 Semaines)

Rappels sur les machines synchrones, Association machines synchrones (convertisseurs), Réglage de vitesse des moteurs synchrones (principe de l'autopilotage des moteurs synchrones, réglage de vitesse de la machine synchrone autopilotée alimentée par un commutateur de courant, réglage de vitesse de la machine synchrone autopilotée alimentée par un onduleur de tension MLI).

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40%; Examen: 60%.

**Références bibliographiques:**

1. R. Abdessemed, "Modélisation et simulation des machines électriques", Ellipses, Collection ,2011.
2. M. Juferles, "Entraînements électriques: Méthodologie de conception", Hermès, Lavoisier, 2010.
3. G. Guihéneuf, "Les moteurs électriques expliqués aux électroniciens, Réalisations : démarrage, variation de vitesse, freinage", Publitronic, Elektor,2014.
4. P. Mayé, "Moteurs électriques industriels, Licence, Master, écoles d'ingénieurs", Dunod, Collection:Sciences sup, 2011.
5. S. Smigel,"Modélisation et commande des moteurs triphasés. Commande vectorielle des moteurs synchrones", 2000.
6. J. Bonal, G. Séguier, "Entraînements électriques à vitesses variables". Vol. 2, Vol. 3

**Semestre: 6 (licence)**

**Unité d'enseignement: UEF 3.2.1**

**Matière 2: Régulation industrielle**

**VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)**

**Crédits: 4**

**Coefficient: 2**

**Objectifs de l'enseignement:**

Maîtriser le principe et la structure des boucles de régulations. Choisir le régulateur approprié pour un procédé industriel afin d'avoir les performances requises (stabilité, précision).

**Connaissances préalables recommandées:**

Connaissances en Asservissements linéaires continus et en Electricité générale.

**Contenu de la matière:**

**Chapitre 1. Introduction à la régulation industrielle**

**(2 Semaines)**

Notions de procédé industriel, Organes d'une boucle de régulation (procédé industriel, actionneurs, capteurs, régulateurs, conditionneur des signaux, consigne, mesure, perturbation, grandeurs caractéristiques, grandeurs réglantes, grandeurs réglées, grandeurs perturbatrices), Schéma d'un système régulé, Eléments constitutifs d'une boucle de régulation, symboles, schémas fonctionnels et boucles, critères de performance d'une régulation.

**Chapitre 2. Régulateur tout-ou-rien**

**(2 Semaines)**

Régulateur tout-ou-rien, Régulateur tout-ou-rien avec seuil, Régulateur tout-ou-rien avec hystérésis, Régulateur tout-ou-rien avec seuil et hystérésis.

**Chapitre 3. Identification des systèmes en boucle ouverte et fermée**

**(2 Semaines)**

But de l'identification, choix du modèle, identification en chaines ouvertes (courbes en S, courbe intégratrice, courbe oscillatoire), identification en chaines fermées (méthodes des oscillations).

**Chapitre 4.Les régulateurs standards : P, PI, PD, PID**

**(2 Semaines)**

Caractéristiques, Structures des régulateurs PID (parallèle, série, mixte), Réalisations électroniques et pneumatiques.

**Chapitre 5.Choix et dimensionnement des régulateurs**

**(4 semaines)**

Critères de choix, Méthodes de dimensionnement (critère méplat, critère symétrique, méthode de Ziegler Nichols, ....), Réglage des Régulateurs par imposition d'un modèle de poursuite.

**Chapitre 6.Applications industrielles**

**(3 Semaines)**

Régulations de température, débit, pression, niveau.

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40%; Examen: 60%.

**Références bibliographiques:**

1. E. Dieulesaint, D. Royer, "Automatique appliquée", 2001.
2. P. De Larminat, "Automatique: Commande des systèmes linéaires. Hermès 1993.
3. K. J. Astrom, T. Hagglund, "PID Controllers: Theory, Design and Tuning", Instrument Society of America, Research Triangle Park, NC, 1995.
4. A. Datta, M. T. Ho, S. P. Bhattacharyya, "Structure and Synthesis of PID Controllers", Springer-Verlag, London, 2000.
5. Jean-Marie Flaus, "La régulation industrielle", Editions,Hermes, 1995.

6. P. Borne, "Analyse et régulation des processus industriels tome 1: Régulation continue". Editions Technip.
7. T. Hans, P. Guyenot, "Régulation et asservissement" Editions,Eyrolles.
8. R. Longchamp,"Commande numérique de systèmes dynamiques cours d'automatique", Presses Polytechniques et universitaires romandes, 2006.
9. <http://www.technologiepro.com/cours-genie-electrique/cours-6-regulation-industrielle/>.

**Semestre: 6 (licence)****Unité d'enseignement: UEF 3.2.2****Matière 1 : Automatismes industriels****VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)****Crédits: 4****Coefficient: 2****Objectifs de l'enseignement:**

Maitriser les outils de représentation graphiques des systèmes automatisés (Grafcet), Installer et entretenir des éléments d'automatismes industriels, Effectuer la programmation et la configuration des automates programmables.

**Connaissances préalables recommandées:**

Connaissances de base en électronique numérique, Langages de programmation informatiques.

**Contenu de la matière:****Chapitre 1. Introduction aux systèmes automatisés****(3 Semaines)**

Fonction globale d'un système, Automatisation et structure des systèmes automatisés, Pré-actionneurs (Contacteurs, Triac, ...), Actionneurs (vérins, Moteurs, ...), capteurs, Classification des systèmes automatisés, Spécification des niveaux du cahier des charges, Outils de représentation des spécifications fonctionnelles.

**Chapitre 2. Le Grafcet****(3 Semaines)**

Définition et notions de bases, Règles d'établissement du GRAFCET, Transitions et liaisons orientées, Règles d'évolution, Sélection de séquence et séquences simultanées, Organisation des niveaux de représentation, Matérialisation d'un GRAFCET, Exemples pratiques.

**Chapitre 3. Automate programmable****(4 Semaines)**

Structure interne et description des éléments d'un A.P.I, Choix de l'unité de traitement, Choix d'un automate programmable industriel, Les interfaces d'entrées-sorties, Outils graphiques et textuels de programmation, Mise en œuvre d'un automate programmable industriel, Principes des réseaux d'automates.

**Chapitre 4. Guide d'Etude des Modes Marche et Arrêt (G.E.M.M.A)****(3 Semaines)**

Concept et structuration du GEMMA, Procédures de fonctionnement, d'arrêt et les procédures en défaillances, Utilisation pratique du GEMMA et applications.

**Chapitre 5. Applications en Electrotechnique****(2 Semaines)**

Automatisation de démarrage des moteurs à courant continu, Démarrage-Arrêt automatique des moteurs asynchrones et synchrones, Automatisation du processus de protection électromagnétique des moteurs électriques, Automatisation des protections des moteurs par relais thermique.

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40%; Examen: 60%.

**Références bibliographiques:**

1. Jean-Claude Humblot, "Automates programmables industriels", Hermès, 1993.
2. Sandre Serge, Jacquier Patrick, "Automates programmables industriels", Lavoisier, 1993.
3. P. Le Brun, "Automates programmables", 1999.
4. Jean-Yves Fabert, "Automatismes et Automatique", Ellipses, 2005.
5. William Bolton, "Les Automates Programmables Industriels", Dunod, 2009.

6. Khushdeep Goyal and Deepak Bhandari, "Industrial Automation and Robotics", Katson Books, 2008.
7. Gérard Boujat, Patrick Anaya, "Automatique industriel en 20 fiches, Dunod, 2013.
8. Simon Moreno, Edmond Peulot, "Le Grafset: Conception-Implantation dans les automates programmables industriels", Edition Casteilla 2009.
9. G. Michel, "Les API: Architecture et applications des automates programmables industriels", Edition Dunod, 1988.
10. William Bolton, "Les Automates Programmables Industriels", Edition Dunod, 2010.
11. Frederic P. Miller, Agnes F. Vandome, John McBrewster, "Automates Programmables Industriels: Programmation informatique, Automatique, Industrie, Programmation (informatique), Interrupteur, Automaticien", Edition Alphascript Publishing, 2010.

**Semestre: 6 (licence)**

**Unité d'enseignement: UEF 3.2.2**

**Matière 2: Matériaux en électrotechnique**

**VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)**

**Crédits: 4**

**Coefficient: 2**

### **Objectifs de l'enseignement:**

L'objectif de ce cours est de donner les connaissances de base nécessaires à la compréhension des phénomènes physiques intervenant dans les matériaux et à un choix adéquat en vue de la conception des composants et systèmes électriques. Les caractéristiques fondamentales des différents types de matériaux ainsi que leur comportement en présence de champs électrique et magnétique sont traités.

### **Connaissances préalables recommandées:**

Physique fondamentales et mathématiques appliquées..

### **Contenu de la matière:**

**Chapitre 1. Généralités sur les matériaux :** (2 Semaines)

Connaître et comprendre le fonctionnement, la constitution, la technologie et la spécification du matériel électrique utilisé dans les réseaux électriques.

**Chapitre 2. Matériaux magnétiques :** (3 Semaines)

propriétés, pertes, types, propriétés thermiques et mécaniques, caractérisation, aimants.

**Chapitre 3. Matériaux conducteurs :** (3 Semaines)

propriétés, pertes, isolation, essais et applications.

**Chapitre 4. Matériaux diélectriques :** (3 Semaines)

propriétés, pertes, claquage et performances, contraintes, essais.

**Chapitre 5. Matériaux Semi-conducteurs:** (1 Semaine)

Généralités sur les Semi-conducteurs et leurs applications.

**Chapitre 6. Matériaux Supraconducteurs** (1 Semaine)

Généralités sur les Supraconducteurs et leurs applications.

### **Mode d'évaluation:**

Control continu : 40% ; Examen : 60%.

**Références :** [1] A.C. Rose-Innes and E.H. Rhoderick, Introduction to Superconductivity, Pergamon Press.

[2] P. Tixador, Les supraconducteurs, Editions Hermès, Collection matériaux, 1995.

[3] P. Brissonneau, Magnétisme et Matériaux Magnétiques Editions Hermès.

[4] P. Robert, Matériaux de l' Electrotechnique, Volume II, Traité d'Electricité, d'Electronique et d'Electrotechnique de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Edition Dunod.

[5] Techniques de l'Ingénieur.

[6] R. Coelho et B. Aladenize, Les diélectriques, Traité des nouvelles Technologies, série Matériaux, Editions Hermès, 1993.

[7] M. Aguet et M. Ianoz, Haute Tension, Volume XXII, Traité d'Electricité, d'Electronique et d'Electrotechnique de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Edition Dunod.

[8] C. Gary et al, Les propriétés diélectriques de l'air et les très hautes tensions, Collection de la Direction des Etudes et Recherches d'Electricité de France, Edition Eyrolles, 1984.

[9] Matériaux Diélectriques pour le Génie Electrique, Tome 1 & 2, HERMES LAVOISIER, 2007..

**Semestre: 6 (licence)****Unité d'enseignement: UEM 3.2****Matière 1: Projet de Fin de Cycle et pratique****VHS: 45h00 (TP: 3h00)****Crédits: 4****Coefficient: 2****Objectifs de l'enseignement:**

Assimiler de manière globale et complémentaire les connaissances des différentes matières. Mettre en pratique de manière concrète les concepts inculqués pendant la formation. Encourager le sens de l'autonomie et l'esprit de l'initiative chez l'étudiant. Lui apprendre à travailler dans un cadre collaboratif en suscitant chez lui la curiosité intellectuelle.

L'étudiant est dans l'obligation d'effectuer un stage pratique dans le secteur socio-économique ou laboratoire de recherche pour lui permettre d'acquérir des connaissances dans le secteur industriel.

**Connaissances préalables recommandées:**

Tout le programme de la Licence.

**Contenu de la matière:**

Le thème du Projet de Fin de Cycle doit provenir d'un choix concerté entre l'enseignant tuteur et un étudiant (ou un groupe d'étudiants: binôme voire trinôme). Le fond du sujet doit obligatoirement cadrer avec les objectifs de la formation et les aptitudes réelles de l'étudiant (niveau Licence). Il est par ailleurs préférable que ce thème tienne en compte l'environnement social et économique de l'établissement. Lorsque la nature du projet le nécessite, il peut être subdivisé en plusieurs parties.

**Remarques:**

Durant les semaines pendant lesquelles les étudiants sont en train de s'imprégner de la finalité de leur projet et de sa faisabilité (recherche bibliographique, recherche de logiciels ou de matériels nécessaires à la conduite du projet, révision et consolidation d'un enseignement ayant un lien direct avec le sujet, ...), le responsable de la matière doit mettre à profit ce temps présentiel pour rappeler aux étudiants l'essentiel du contenu des deux matières "Méthodologie de la rédaction" et "Méthodologie de la présentation" abordées durant les deux premiers semestres du socle commun.

A l'issue de cette étude, l'étudiant doit rendre un rapport écrit dans lequel il doit exposer de la manière la plus explicite possible :

- La présentation détaillée du thème d'étude en insistant sur son intérêt dans son environnement socio-économique.
- Les moyens mis en œuvre : outils méthodologiques, références bibliographiques, contacts avec des professionnels, etc.
- L'analyse des résultats obtenus et leur comparaison avec les objectifs initiaux.
- La critique des écarts constatés et présentation éventuelle d'autres détails additionnels.
- Identification des difficultés rencontrées en soulignant les limites du travail effectué et les suites à donner au travail réalisé.

L'étudiant ou le groupe d'étudiants présentent enfin leur travail (sous la forme d'un exposé oral succinct ou sur un poster) devant leur enseignant tuteur et un enseignant examinateur qui peuvent poser des questions et évaluer ainsi le travail accompli sur le plan technique et sur celui de l'exposé.

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 100%.

**Semestre: 6 (licence)**

**Unité d'enseignement: UEM 3.2**

**Matière 2: TP Commande des machines**

**VHS: 15h00 (TP: 1h00)**

**Crédits: 1**

**Coefficient: 1**

**Objectifs de l'enseignement:**

Découvrir les différents types d'entrainements à des régimes variables des machines électriques ainsi que leurs caractéristiques électromécaniques.

**Connaissances préalables recommandées:**

Les principes de base du Génie Electrique et les caractéristiques des machines électriques.

**Contenu de la matière:**

**TP1:** Démarrage d'un moteur à courant continu

**TP2:** Association redresseur bidirectionnel / Machine à courant continu

**TP3:** Association hacheur / Machine à courant continu

**TP4:** Association onduleur / Machine à courant alternatif

**TP5:** Association Convertisseur de fréquence / Machine à courant alternatif

**TP6:** Etude de la Commande d'un moteur pas à pas

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 100%.

**Références bibliographiques:**

Notes de cours sur les machines électriques, électronique de puissance et la commande.

**Semestre : 6 (licence)**

**Unité d'enseignement: UEM 3.2**

**Matière 3: TP Régulation industrielle**

**VHS: 22h30 (TP: 1h30)**

**Crédits: 2**

**Coefficient: 1**

**Objectifs de l'enseignement:**

Manipuler des boucles de régulation, comparer les paramètres pratiques et théoriques.

**Connaissances préalables recommandées:**

Systèmes asservis et cours de régulation.

**Contenu de la matière:**

**TP1:** Réponses fréquentielles et identification des systèmes.

**TP2:** Caractéristiques des régulateurs.

**TP3:** Régulation analogique (PID) de niveau de fluide.

**TP4:** Régulation de vitesse d'un moteur MCC.

**TP5:** Régulation de pression.

**TP6:** Régulation de température.

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 100%

**Références bibliographiques:**

Brochure de TP, Notes de cours, Documentation de Labo.

**Semestre: 6 (licence)**

**Unité d'enseignement: UEM 3.2**

**Matière 4: TP Automatismes/ TP Matériaux et HT**

**VHS: 22h30 (TP: 1h30)**

**Crédits: 2**

**Coefficient: 1**

**Objectifs de l'enseignement:**

Réaliser des manipulations pour enrichir les connaissances sur l'automatisation industrielle. Pouvoir choisir et caractériser un matériau inconnu.

**Connaissances préalables recommandées:**

Contenus des cours.

**Contenu de la matière:**

**TP: Automatismes Industriels**

TP1 : initiation et introduction au Grafcet ou à autre langage d'automatisation (1 Semaine)

TP2 : Prise en main d'un logiciel d'automatisation,(e. g Automgen d'autre logiciel (1 semaine.

TP3 : Convergence et divergence en ET et OU (2 Semaines)

TP4 : Temporisation (1 Semaine)

TP5 : les Compteurs (1 Semaine)

TP6 : Grafcet d'un post de perçage automatique (1 Semaine)

TP7 : Grafcet d'un système de remplissage des bouteilles ( 1 Semaine)

TP8 : Grafcet d'un démarrage direct d'un moteur triphasé en 2 sens de rotation (2 Semaines)

**TP: Matériaux et introduction à la HT**

Mesure de la rigidité diélectrique transversale d'un gaz, solide et liquide, Caractérisation de la rigidité diélectrique longitudinale d'une isolation en fonction de son état de surface (propre ou polluée), Mesure de la résistance superficielle, volumique et d'isolement d'un isolant, Détermination de la permittivité relative, capacité et pertes diélectriques d'une isolation solide et liquide.

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 100%.

**Références bibliographiques :**

Notes de cours et Brochures du labo.

**Semestre: 6 (licence)****Unité d'enseignement: UED 3.2****Matière 1: Bases de l'éclairage et sources de lumière****VHS: 22h30 (Cours: 1h30)****Crédits: 1****Coefficient: 1****Objectifs de l'enseignement:**

Cette matière vise à fournir aux étudiants les connaissances fondamentales sur la lumière, la vision humaine, les principes photométriques et colorimétriques, ainsi que sur les différentes sources de lumière et systèmes d'éclairage. Les étudiants apprendront à caractériser, mesurer et analyser les performances lumineuses et colorimétriques des systèmes d'éclairage conventionnels et modernes.

**Connaissances préalables recommandées:**

Physique générale, Électricité et électrotechnique, Mathématiques, Électronique de base.

**Contenu de la matière:****Partie 1 : Fondamentaux de l'éclairage****1.1 Lumière, œil et vision**

- Énergie rayonnante, lumière et couleur
- Structure et fonctionnement de l'œil humain
- Stimuli lumineux et performance visuelle

**1.2 Principes radiométriques et photométriques**

- Grandeurs et unités fondamentales
- Lois de base de l'éclairage
- Calculs d'éclairage

**1.3 Colorimétrie**

- Observateurs colorimétriques normalisés (CIE)
- Illuminants normalisés (CIE)
- Diagramme de chromaticité et espaces colorimétriques uniformes
- Métamérisme et indices de rendu des couleurs (IRC, TM-30, etc.)
- Système de Munsell
- Rendu des couleurs des LED et nouvelles métriques

**1.4 Mesures photométriques et colorimétriques**

- Mesures photométriques et radiométriques
- Mesures spectrales de la couleur
- Instruments et dispositifs de mesure
- Méthodes de mesure en laboratoire et sur site
- Normes de mesure

**Partie 2 : Sources de lumière et systèmes d'éclairage****2.1 Systèmes d'éclairage**

- Éclairage général, local et localisé
- Classification par distribution et modes d'installation
- Systèmes d'éclairage extérieur

**2.2 Sources de lumière**

- Lampes à incandescence
- Lampes à décharge gazeuse
- Lampes à décharge à haute intensité (HID)
- Autres types de lampes

**2.3 Luminaires**

- Construction et classification des luminaires
- Normes et méthodes de test

**2.4 Notions d'optique appliquées**

- Optique géométrique : réflexion, réfraction, transmission
- Phénomènes d'interférence, diffraction et polarisation
- Contrôle de la lumière par réflecteurs et réfracteurs

**Mode d'évaluation :**

Examen: 100%

**Références bibliographiques:**

- 1) CIE (Commission Internationale de l'Éclairage). *Lighting Handbook*. CIE Publication, dernières éditions.
- 2) Boyce, P. R. *Human Factors in Lighting*. 3rd Edition, CRC Press, 2014.
- 3) Rea, M. S. (Ed.). *The IESNA Lighting Handbook: Reference and Application*. Illuminating Engineering Society of North America (IES), 10th Edition, 2011.
- 4) Schubert, E. F. *Light-Emitting Diodes*. 3rd Edition, Cambridge University Press, 2018.
- 5) Cuttle, C. *Lighting by Design*. Routledge, 2015.
- 6) Hunt, R. W. G. & Pointer, M. R. *Measuring Colour*. 4th Edition, Wiley, 2011.
- 7) Wyszecki, G. & Stiles, W. S. *Color Science: Concepts and Methods, Quantitative Data and Formulae*. 2nd Edition, Wiley, 2000.
- 8) CIE Publications. *Colorimetry (CIE 15:2018) et Fundamentals of Photometry*.
- 9) Zissis, G. & Kitsinelis, S. *Lighting Physics*. Springer, 2014.
- 10) Karlicek, R., Sun, C. C., Zissis, G., Ma, R. (Eds.). *Handbook of Advanced Lighting Technology*. Springer, 2016.
- 11) Fontoynton, M. *Éclairage des bâtiments : Bases scientifiques et techniques*. Presses polytechniques et universitaires romandes, 2014.
- 12) Zissis, G. & Kitsinelis, S. *Physique de l'éclairage*. Lavoisier, 2013.
- 13) Baillargeat, D., Lallouache, L. *Éclairage : Principes, sources et applications*. Dunod, 2006.

**Semestre: 6 (licence)****Unité d'enseignement: UED 3.2****Matière 2: conception assistée par ordinateur****VHS : 22h30 (Cours : 1h30)****Crédits: 1****Coefficient: 1****Objectifs de l'enseignement :****Pré requis :**

- Notion de base Informatique (Windows)
- Dessin technique

**Objectifs:**

Initiation à l'utilisation des outils de la conception assistée par ordinateur en utilisant deux logiciels (AutoCad et SolidWorks) afin d'optimiser la réalisation d'une pièce, schémas ou d'un assemblage.

**Contenu de l'enseignement :****Chapitre 01 : Introduction à la CAO (1,5 h)****1. Partie I : Modélisation 2D/3D à l'aide de l'outil informatique**

- Les logiciels de DAO
- Les logiciels de CAO
- Les logiciels de FAO
- Les logiciels de simulation

**2. Partie II : Principe de fonctionnement des modeleurs 3D**

- Modélisation polygonale
- Modélisation par courbes (NURBS)
- Modélisation par subdivision de surface
- Modélisation par surfaces implicites
- Modélisation par géométries
- Modélisation volumique

**Chapitre 02 : AutoCad (11 h)****Partie I : Dessin 2D**

1. Présentation du logiciel
2. Coordonnées cartésiennes et polaires
3. Dessin de base
  - Utiliser les aides aux dessins : accrochage, grille
  - Annoter et composer les plans
  - Créer un plan 2D
  - Gérer les échelles et l'affichage
  - Créer et gérer des bibliothèques
  - Importer et exporter dans les différents formats
  - Gestion et sauvegarde des mises en page
  - Éditer les plans (imprimante/traceur)
  - Gérer les calques et les blocs
4. Commandes de dessin et de modifications

**Partie II : Modélisation3D**

1. Système de coordonnées utilisateur dans l'espace (SCU)
2. Eléments de base et opération booléenne
3. Visualisation et affichage

**Chapitre 03 : SOLIDWORKS (10h00)****Partie I : PIECES**

1. Introduction
2. Interface utilisateur
3. ESQUISSE
4. FONCTION

## **Partie II : ASSEMBLAGE**

1. Introduction
2. Interface utilisateur
3. Les contraintes

## **Partie III : MISE EN PLAN**

1. Introduction
2. Interface utilisateur
3. fond de plan
4. disposition des vue
5. Annotation.

### **Compétences visées**

- Utiliser l'outil informatique pour la conception assistée par ordinateur

### **Références bibliographiques :**

- AutoCAD 2009, Olivier Le Frapper, Edition Eni 2009.
- Les secrets du dessinateur AutoCAD, Patrick Diver, Edition Pearson 2010.
- SolidWorks 2012, Thierry CRESPEAU, Edition Eni 2012.

### **Modalités d'évaluation :**

Interrogation, Devoir surveillé, Examen final

**Semestre: 6 (licence)**

**Unité d'enseignement: UET 3.2**

**Matière 1: Entrepreneuriat et Start up**

**VHS: 22h30 (Cours : 1h30)**

**Crédits: 1**

**Coefficient: 1**

### **Objectifs de l'enseignement**

- Se préparer à l'insertion professionnelle en fin d'études.
- Développer les compétences entrepreneuriales chez les étudiants ;
- Sensibiliser les étudiants et les familiariser avec les possibilités, les défis, les procédures, les caractéristiques, les attitudes et les compétences que requiert l'entrepreneuriat ;
- Préparer les étudiants pour qu'ils puissent, un jour ou l'autre, créer leur propre entreprise ou, du moins, mieux comprendre leur travail dans une PME.

### **Connaissances préalables recommandées**

Aucune connaissance particulière, sauf la maîtrise de langue d'enseignement.

### **Compétences visées :**

Capacités d'analyser, de synthétiser, de travailler en équipe, de bien communiquer oralement et par écrit, d'être autonome, de planifier et de respecter les délais, d'être réactif et proactif. Être sensibilisé à l'entrepreneuriat par la présentation d'un aperçu des connaissances de gestion utiles à la création d'activités.

### **Contenu de la matière :**

#### **Chapitre 1 –Préparation opérationnelle à l'emploi : (2 Semaines)**

Rédaction de la lettre de motivation et élaboration du CV, Entretien d'embauche, ..., Recherche documentaire sur les métiers de la filière, Conduite d'interview avec les professionnels du métier et Simulation d'entretiens d'embauches.

#### **Chapitre 2 - Entreprendre et esprit entrepreneurial : (2 Semaines)**

Entreprendre, Les entreprises autour de vous, La motivation entrepreneuriale, Savoir fixer des objectifs, Savoir prendre des risques

#### **Chapitre 3 - Le profil d'un entrepreneur et le métier d'Entrepreneur : (3 Semaines)**

Les qualités d'un entrepreneur, Savoir négocier, Savoir écouter, La place des PME et des TPE en Algérie, Les principaux facteurs de réussite lors de la création d'une TPE/PME

#### **Chapitre 4 - Trouver une bonne idée d'affaires : (2 Semaines)**

La créativité et l'innovation, Reconnaître et évaluer les opportunités d'affaires

#### **Chapitre 5–Lancer et faire fonctionner une entreprise : (3 Semaines)**

Choisir un marché approprié, Choisir l'emplacement de son entreprise, Les formes juridiques de l'entreprise, Recherche d'aide et de financement pour démarrer une entreprise, Recruter le personnel, Choisir ses fournisseurs

#### **Chapitre 6 - Elaboration du projet d'entreprise : (3 Semaines)**

Le Business Model et le Business Plan, Réaliser son projet d'entreprise avec le Business Model Canevas

### **Mode d'évaluation :** Examen : 100%

**Références :**

- Fayolle Alain, 2017. *Entrepreneuriat théories et pratiques, applications pour apprendre à entreprendre.* Dunod, 3e éd.
- Léger Jarniou, Catherine, 2013, *Le grand livre de l'entrepreneur.* Dunod, 2013.
- Plane Jean-Michel, 2016, *Management des organisations théories, concepts, performances.* Dunod, 4ème éd.
- Léger Jarniou, Catherine, 2017, *Construire son Business Plan. Le grand livre de l'entrepreneur.* Dunod,,
- Sion Michel, 2016, *Réussir son business Méthodes, outils et astuces plan.*Dunod ,4èmeéd.
- Patrick Koenblit, Carole Nicolas, Hélène Lehongre, *Construire son projet professionnel,* ESF, Editeur 2011.
- Lucie Beauchesne, Anne Riberolles, *Bâtir son projet professionnel,* L'Etudiant 2002.
- ALBAGLI Claude et HENAUT Georges (1996), *La création d'entreprise en Afrique,* ed EDICEF/AUPELF ,208 p.

**VII-2 - Programme détaillé par matière (Master)**  
**S1 - S2 - S3 - S4**

**Semestre: 1 (master)**

**UE Fondamentale Code : UEF 1.1.1**

**Matière: Exploitation des réseaux électriques**

**VHS: 45h (Cours: 1h30, TD: 1h30)**

**Crédits: 4**

**Coefficient: 2**

### **Objectifs de l'enseignement:**

L'objectif de ce cours peut être divisé en deux : d'une part l'élargissement des connaissances acquises durant le cours de 'Réseaux électriques' en Licence, et d'autre part introduire les connaissances nécessaires sur la gestion et l'exploitation des réseaux électriques.

### **Connaissances préalables recommandées:**

Lois fondamentales d'électrotechnique (Loi d'Ohm, les lois de Kirchhoff....etc), Analyse des circuits électriques à courant alternatif, calcul complexe. Modélisation des lignes électriques (Cours réseaux électriques en Licence).

### **Contenu de la matière:**

#### **Chapitre 1. Architectures des postes électriques (2 semaines)**

Architecture globale du réseau électrique, équipements et architecture des postes (postes à couplage de barres, postes à couplage de disjoncteurs), topologies des réseaux de transport et de distribution d'énergie.

#### **Chapitre 2. Organisation du transport de l'énergie électrique**

##### **2.1. Lignes de transport d'énergie (3 semaines)**

Calcul des lignes de transport : Choix de la section des conducteurs, isolation, calcul mécanique des lignes, Opération des lignes de transport en régime établi. Opération des lignes de transport en régime transitoire. Transport d'énergie en courant continu (HVDC).

##### **2.2. Réseaux de distribution (2 semaines)**

Introduction à la distribution d'énergie électrique, distribution primaire, distribution secondaire, transformateurs de distribution, compensation d'énergie réactive dans les réseaux de distribution, fiabilité de distribution.

#### **Chapitre 3. Exploitation des réseaux électriques MT et BT (3 semaines)**

Protection des postes HT/MT contre les surintensités et les surtensions). Modèles des éléments du réseau électrique. Réglage de la tension, Dispositifs de réglage de la tension, - Contrôle de la puissance réactive sur un réseau électrique

#### **Chapitre 4. Régimes de neutre (2 semaines)**

Les régimes de neutre (isolé, mise à la terre, impédant), neutre artificiel.

#### **Chapitre 5. Réglage de la tension (3 semaines)**

Chute de tension dans les réseaux électriques, méthode de réglage de la tension (réglage automatique de la tension aux bornes des générateurs, AVR, compensation d'énergie réactive par les moyens classiques et modernes, réglage de la tension par autotransformateur), introduction à la stabilité de la tension.

### **Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40 % ; Examen: 60 %.

### **Références bibliographiques:**

1. F. Kiessling et al, 'Overhead Power Lines, Planning, design, construction'. Springer, 2003.

2. T. Gonen et al, 'Power distribution', book chapter in *Electrical Engineering Handbook*. Elsevier Academic Press, London, 2004.
3. E. Acha and V.G. Agelidis, 'Power Electronic Control in Power Systems', Newns, London 2002.
4. TuranGönen : Electric power distribution system engineering. McGraw-Hill, 1986
5. TuranGonen : Electric power transmission system engineering. Analysis and Design. John Wiley & Sons, 1988

**Semestre: 1 (master)**

**UE Fondamentale Code : UEF 1.1.1**

**Matière: Electronique de puissance avancée**

**VHS: 45h (Cours: 1h30, TD: 1h30)**

**Crédits: 4**

**Coefficient: 2**

### **Objectifs de l'enseignement:**

Pour fournir les concepts de circuit électrique derrière les différents modes de fonctionnement des onduleurs afin de permettre la compréhension profonde de leur fonctionnement. Pour doter des compétences nécessaires pour obtenir les critères pour la conception des convertisseurs de puissance pour UPS, Drives etc., Capacité d'analyser et de comprendre les différents modes de fonctionnement des différentes configurations de convertisseurs de puissance.

Capacité à concevoir différents onduleurs monophasés et triphasés

### **Connaissances préalables recommandées:**

Composants de puissance, l'électronique de puissance de base,

### **Contenu de la matière:**

**Chapitre 1 :** Méthodes de modélisation et simulation des semi-conducteurs de puissance Caractéristique idéalisée des différents types de semi-conducteurs, équations logiques des semi-conducteurs, méthodes de simulations des convertisseurs statiques **(2 semaines)**

**Chapitre 2 :** Mécanismes de commutation dans les convertisseurs statiques Principe de commutation naturelle, principe de commutation forcée, calcul des pertes par commutation. **(3 semaines)**

**Chapitre 3 :** Méthodes de conception des convertisseurs statiques à commutation naturelle Règles de commutation, définition de la cellule de commutation, différents type de sources, règles d'échange de puissance, convertisseurs direct et indirect exemple : étude d'un cyclo convertisseur. **(2 semaines)**

**Chapitre 4 :** Méthodes de conception des convertisseurs statiques à commutation forcée

- Onduleur MLI
- Redresseur à absorption sinusoïdale
- Gradateur MLI
- Alimentations à découpage **(3 semaines)**

**Chapitre 5 :** Onduleur multi-niveaux **(3 semaines)**

Concept multi niveaux, topologies, Comparaison des onduleurs multi-niveaux . Techniques de commande PWM pour onduleur MLI - monophasés et triphasés de source d'impédance.

**Chapitre 6 :** Qualité d'énergie des convertisseurs statiques **(3 semaines)**

- Pollution harmonique due aux convertisseurs statiques (Etude de cas : redresseur, gradateur).
- Etude des harmoniques dans les onduleurs de tension.
- Introduction aux techniques de dépollution

### **Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40 % ; Examen: 60 %.

### **Références bibliographiques:**

1. *Electronique de puissance, de la cellule de commutation aux applications industrielles. Cours et exercices, A. Cunière, G. Feld, M. Lavabre, éditions Casteilla, 544 p. 2012.*
2. *-Encyclopédie technique « Les techniques de l'ingénieur », traité de Génie Electrique, vol. D4 articles D3000 à D3300.*

**Semestre: 1 (master)**

**UE Fondamentale Code : UEF 1.1.1**

**Matière: μ-processeurs et μ-contrôleurs**

**VHS: 22h30 (Cours: 1h30)**

**Crédits: 2**

**Coefficient: 1**

### **Objectifs de l'enseignement**

Connaitre la structure d'un microprocesseur et son utilité. Faire la différence entre microprocesseur, microcontrôleur et un calculateur. Connaitre l'organisation d'une mémoire. Connaitre la programmation en assembleur. Connaitre l'utilisation des interfaces d'E/S et les interruptions. Utilisation du micro contrôleur (programmation, commande de système).

### **Connaissances préalables recommandées**

Logiques combinatoire et séquentielle, automatismes industriels

### **Contenu de la matière :**

#### **Chapitre 1 : Architecture et fonctionnement d'un microprocesseur(3 semaines)**

Structure d'un calculateur, Circulation de l'information dans un calculateur, Description matérielle d'un microprocesseur, Fonctionnement d'un microprocesseur, les mémoires

Exemple : Le microprocesseur Intel 8086

#### **Chapitre 2: La programmation en assembleur(2 semaines)**

Généralités, Le jeu d'instructions, Méthode de programmation.

#### **Chapitre 3: Les interruptions et les interfaces d'entrées/sorties (3 semaines)**

Définition d'une interruption, Prise en charge d'une interruption par le microprocesseur, Adressages des sous programmes d'interruptions,

Adressages des ports d'E/S, Gestion des ports d'E/S

#### **Chapitre 4: Architecture et fonctionnement d'un microcontrôleur (3 semaines)**

Description matérielle d'un μ-contrôleur et son fonctionnement. Programmation du μ-contrôleur

Exemple : Le μ-contrôleur PIC

#### **Chapitre 5: Applications des microprocesseurs et microcontrôleurs (4 semaines)**

Interface LCD - Clavier Interface - Génération de signaux des ports Porte pour convertisseurs – Moteur- Contrôle - Contrôle des appareils DC / AC -mesure de la fréquence - système d'acquisition de données

### **Mode d'évaluation:**

Examen 100 %.

### **Références bibliographiques:**

1. M. Tischer et B. Jennrich. La bible PC – Programmation système. Micro Application,  
i. Paris, 1997.
2. R. Tourki. L'ordinateur PC – Architecture et programmation – Cours et exercices.  
i. Centre de Publication Universitaire, Tunis, 2002.
3. H. Schakel. Programmer en assembleur sur PC. Micro Application, Paris, 1995.
4. E. Pissaloux. Pratique de l'assemblage I80x86 – Cours et exercices. Hermès, Paris, 1994
5. R Zaks et A. Wolfe. Du composant au système – Introduction aux microprocesseurs.Sybex, Paris, 1988.

**Semestre: 1 (master)**

**UE Fondamentale Code : UEF 1.1.2**

**Matière: Machines électriques approfondies**

**VHS: 45h (Cours: 1h30, TD 1h30)**

**Crédits: 4**

**Coefficient: 2**

### **Objectifs de l'enseignement**

A la fin de ce cours, l'étudiant sera capable d'établir les équations générales de conversion d'énergie électromécanique appliquées aux machines synchrones, asynchrones et à courant continu et saura déterminer leurs caractéristiques en régimes statiques ou variables. Ce qui permet notamment de prendre en compte l'association des machines aux convertisseurs statiques.

### **Connaissances préalables recommandées**

-Circuits électriques triphasés, à courants alternatifs, puissance. Circuits magnétiques, Transformateurs monophasés et triphasés, Machines électriques à courants continu et alternatif (fonctionnement moteur et génératrice).

### **Contenu de la matière :**

#### **Chapitre 1 : Principes généraux (3 semaines)**

Principe de la conversion d'énergie électromécanique. Principe du couplage stator/rotor : la machine primitive. Bobinages des machines électriques. calcul des forces magnétomotrices. Équation mécanique ;

#### **Chapitre 2 : Machines synchrones (4 semaines)**

Généralités et mise en équations de la machine synchrone à pôles lisses. Étude du fonctionnement de la machine synchrone. Différents systèmes d'excitation. Réactions d'induit. Éléments sur la machine synchrone à pôles saillants sans et avec amortisseurs. Diagrammes de Potier, diagramme des deux réactances et diagramme de Blondel. Éléments sur les machines à aimants permanents. Alternateurs et Couplage en parallèle. Moteurs synchrones, démarrage...

#### **Chapitre 3 : Machines asynchrones (4 semaines)**

Généralités. Mise en équation. Schémas équivalents. Couple de la machine asynchrone. Caractéristiques et diagramme de la machine asynchrone. Fonctionnement moteur/générateur, démarrage, freinage. Moteurs à encoches profondes et à double cages, Moteurs asynchrones monophasés .

#### **Chapitre 4 : Machines à courant continu (4 semaines)**

Structure des machines à courant continu. Équations des machines à courant continu. Modes de démarrage, freinage et réglage de vitesse des moteurs à courant continu. Phénomènes de commutation. Saturation et réaction d'induit. Pôles auxiliaires de commutation. Fonctionnement moteur/générateur.

### **Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40 % ; Examen: 60 %.

### **Références bibliographiques:**

1. *J.-P. Caron, J.P. Hautier : Modélisation et commande de la machine asynchrone, Technip, 1995.*
2. *G. Grellet, G. Clerc : Actionneurs électriques, Principes, Modèles, Commandes, Eyrolles, 1996.*

3. J. Lesenne, F. Notelet, G. Séguier : Introduction à l'électrotechnique approfondie, Technique et Documentation, 1981.
4. Paul C.Krause, Oleg Wasyczuk, Scott S, Sudhoff, "Analysis of Electric Machinery and Drive Systems", John Wiley, Second Edition, 2010.
5. P S Bimbhra, "Generalized Theory of Electrical Machines", Khanna Publishers, 2008.
5. A.E, Fitzgerald, Charles Kingsley, Jr, and Stephan D, Umanx, " Electric Machinery", Tata McGraw Hill, 5th Edition, 1992

**Semestre: 1 (master)****UE Fondamentale Code : UEF 1.1.2****Matière: Méthodes numériques appliquées****VHS: 45h (Cours: 1h30, TD 1h30)****Crédits: 4****Coefficient: 2****Objectifs de l'enseignement:**

L'objectif de cet enseignement est de présenter les outils nécessaires d'analyse numérique et d'optimisation pour atteindre ce triple but. L'enseignement combinera des concepts mathématiques théoriques et une mise en œuvre pratique sur des exemples d'applications concrètes.

**Connaissances préalables recommandées:**

Mathématique, maîtrise de l'environnement MATLAB

**Contenu de la matière:****Chapitre 1 : Rappels sur quelques méthodes numériques (3 semaines)**

Résolution des systèmes d'équations linéaires et non linéaires par les méthodes itératives;

Intégration et différentiation, etc.

Equations différentielles ordinaires (EDO)

- Introduction et formulation canonique des équations et systèmes d'équations différentielles ordinaires ;
- Méthodes de résolution: Méthodes d'Euler ; Méthodes de Runge-Kutta ; Méthode d'Adams.

**Chapitre 2 : Equations aux dérivées partielles (EDP) (6 semaines)**

- Introduction et classifications des problèmes aux dérivées partielles et des conditions aux limites;

- Méthodes de résolution:

- Méthode des différences finies (MDF);
- Méthode des éléments finis (MEF).

**Chapitre 3 : Techniques d'optimisation (6 semaines)**

Définition et formulation : problèmes d'optimisation. Techniques d'optimisation classiques.

Optimisation unique et multiple avec et sans contraintes.

Algorithmes d'optimisation : La programmation linéaire, modèle mathématique, technique de la solution, la dualité, Programmation non linéaire.

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40 % ; Examen: 60 %.

**Références bibliographiques:**

1. G.Allaire, Analyse Numérique et Optimisation, Edition de l'école polytechnique,2012
2. Computational methods in Optimization, Polak , Academic Press,1971.
3. Optimization Theory with applications, Pierre D.A., Wiley Publications,1969.
4. Taha, H. A., Operations Research: An Introduction, Seventh Edition, Pearson Education Edition, Asia, New Delhi ,2002.
5. S.S. Rao, 'Optimization – Theory and Applications', Wiley-Eastern Limited, 1984

**Semestre: 1 (master)**

**UE Méthodologique Code : UEM 1.1**

**Matière:TP : - µ-processeurs et µ-contrôleurs**

**VHS: 15h (TP: 1h)**

**Crédits: 1**

**Coefficient: 1**

### **Objectifs de l'enseignement**

Connaitre la programmation en assembleur. Connaitre le principe et les étapes d'exécution de chaque instruction. Connaitre l'utilisation des interfaces d'E/S et les interruptions. Utilisation du micro contrôleur (programmation, commande de système).

### **Connaissances préalables recommandées**

Logiques combinatoire et séquentielle, automatismes industriels, algorithmique.

### **Contenu de la matière**

TP1 : Prise en main d'un environnement de programmation sur µ-processeur (1 semaine)

TP2 : Programmation des opérations arithmétiques et logiques dans un µ-processeur  
(1 semaines)

TP3 : Utilisation de la mémoire vidéo dans un µ-processeur (1 semaines)

TP4: Gestion de la mémoire du µ-processeur. (2 semaines)

TP5 : Commande d'un moteur pas à pas par un µ-processeur (2 semaines)

TP6: Gestion de l'écran (1 semaines)

TP7: Programmation du µ-microcontrôleur PIC (2 semaines)

TP8: Commande d'un moteur pas à pas par un µ-microcontrôleur PIC (2 semaines)

### **Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 100 % .

### **Références bibliographiques:**

1. R. Zaks et A. Wolfe. Du composant au système – Introduction aux microprocesseurs. Sybex, Paris, 1988.
2. M. Tischer et B. Jennrich. La bible PC – Programmation système. Micro Application, Paris, 1997.
3. [3] R. Tourki. L'ordinateur PC – Architecture et programmation – Cours et exercices. Centre de Publication Universitaire, Tunis, 2002.
4. H. Schakel. Programmer en assembleur sur PC. Micro Application, Paris, 1995.
5. E. Pissaloux. Pratique de l'assembleur I80x86 – Cours et exercices. Hermès, Paris, 1994

**Semestre: 1 (master)**

**UE Méthodologique Code : UEM 1.1**

**Matière: TP : Exploitation des réseaux électrique**

**VHS: 22h30 (TP: 1h30)**

**Crédits: 2**

**Coefficient: 1**

**Objectifs de l'enseignement:**

Permettre à l'étudiant de disposer de tous les outils nécessaires pour gérer, concevoir et exploiter les systèmes électro-énergétiques et plus particulièrement les réseaux électriques

**Connaissances préalables recommandées:**

Généralités sur des réseaux électriques de transport et de distribution

**Contenu de la matière:**

**TP N° 1 :** Réglage de la tension par moteur synchrone

**TP N° 2 :** Répartition des puissances et calcul de chutes de tension

**TP N° 3 :** Réglage de tension par compensation de l'énergie réactive

**TP N° 4 :** Régime du neutre

**TP N° 5 :** Réseaux Interconnectés

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 100 % .

**Références bibliographiques:**

1. Sabonnadière, Jean Claude, Lignes et réseaux électriques, Vol. 1, Lignes d'énergie électriques, 2007.
2. Sabonnadière, Jean Claude, Lignes et réseaux électriques, Vol. 2, Méthodes d'analyse des réseaux électriques, 2007.
3. Lasne, Luc, Exercices et problèmes d'électrotechnique : notions de bases, réseaux et machines électriques, 2011.
4. J. Grainger, Power system analysis, McGraw Hill , 2003
5. W.D. Stevenson, Elements of Power System Analysis, McGraw Hill, 1998.

**Semestre: 1 (master)**

**UE Méthodologique Code : UEM 1.1**

**Matière: TP Electronique de puissance avancée**

**VHS: 22h30 (TP: 1h30)**

**Crédits: 2**

**Coefficient: 1**

**Objectifs de l'enseignement:**

Permettre à l'étudiant de comprendre les principes de fonctionnement des nouvelles structures de convertisseur d'électronique de puissance.

**Connaissances préalables recommandées:**

Principe de base de l'électronique de puissance

**Contenu de la matière:**

**TP1 :** Nouvelles structures de convertisseurs

**TP2 :** Amélioration du facteur de puissance;

**TP3 :** Elimination des harmoniques

**TP4 :** Compensateurs statiques de puissance réactive

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 100%;

**Références bibliographiques:**

1. GuySéguier et Francis Labrique, «Les convertisseurs de l'électronique de puissance - tomes 1 à 4»
2. Ed. Lavoisier Tec et Documentation très riche disponible en bibliothèque. - Site Internet : «Cours et Documentation »
3. Valérie Léger, Alain Jameau Conversion d'énergie, électrotechnique, électronique de puissance. Résumé de cours, problèmes corrigés », , : ELLIPSES MARKETING

**Semestre: 1 (master)**

**UE Méthodologique Code : UEM 1.1**

**Matière: TP Méthodes numériques appliquées**

**VHS: 22h30 (TP: 1h30)**

**Crédits: 2**

**Coefficient: 1**

### **Objectifs de l'enseignement:**

Familiariser les étudiants dans le calcul des variations et de résoudre des problèmes en utilisant les techniques d'optimisation associée à des applications d'ingénierie.

### **Connaissances préalables recommandées:**

Capacité d'appliquer les concepts de la théorie de programmation linéaire dans les problèmes de génie électrique

### **Contenu de la matière:**

- Initialisation à l'environnement MATLAB (Introduction, Aspects élémentaires, les commentaires, les vecteurs et matrices, les M-Files ou scripts, les fonctions, les boucles et contrôle, les graphismes, etc.); **(1 semaine)**
- Ecrire les programmes suivants pour:
  - ❖ Calculer de l'intégrale par les méthodes suivantes : Trapèze, Simpson et générale ; **(1 semaine)**
  - ❖ Résolution des équations et systèmes d'équations différentielles ordinaires par les différentes méthodes Euler, RK-4; **(2 semaines)**
  - ❖ Résoudre des systèmes d'équations linéaires et non-linéaires : Jacobi ; Gauss-Seidel ; Newton - Raphson ; **(1 semaine)**
  - ❖ Résoudre des EDP par la MDF et la MEF pour les trois (03) types d'équations (Elliptique, parabolique et elliptique); **(6 semaines)**
  - ❖ Minimiser d'une fonction à plusieurs variables sans contraintes **(2 semaines)**
  - ❖ Minimiser d'une fonction à plusieurs variables avec contraintes (inégalités et égalités) par les méthodes : gradient projeté et Lagrange -Newton.**(02 semaines)**

**Remarque :** Les 3 premières séances peuvent être effectuées comme travail personnel

**Mode d'évaluation:** Contrôle continu: 100%;

### **Références bibliographiques:**

1. G.Allaire, Analyse Numérique et Optimisation, Edition de l'école polytechnique,2012
2. Computational methods in Optimization, Polak , Academic Press,1971.
3. Optimization Theory with applications, Pierre D.A., Wiley Publications,1969.
4. Taha, H. A., Operations Research: An Introduction, Seventh Edition, Pearson Education Edition, Asia, New Delhi ,2002.
5. S.S. Rao,"Optimization – Theory and Applications", Wiley-Eastern Limited, 1984.

**Semestre: 1 (master)**

**UE Méthodologique Code : UEM 1.1**

**Matière: TP Machines électriques approfondies**

**VHS: 22h30 (TP: 1h30)**

**Crédits: 2**

**Coefficient: 1**

**Objectifs de l'enseignement:**

Compléter, consolider et vérifier les connaissances déjà acquises dans le cours.

**Connaissances préalables recommandées:**

Bonne maîtrise de l'outil informatique et du logiciel MATLAB-SIMULINK.

**Contenu de la matière:**

1. Caractéristiques électromécanique de la machine asynchrone ;
2. Diagramme de cercle ;
3. Génératrice asynchrone fonctionnement autonome;
4. Couplage d'un alternateur au réseau et son fonctionnement au moteur synchrone ;
5. Détermination des paramètres d'une machine synchrone ;

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 100%

**Références bibliographiques:**

1. *Th. Wildi, G. Sybille "électrotechnique ", 2005.*
2. *J. Lesenne, F. Noielet, G. Seguier, "Introduction à l'électrotechnique approfondie" Univ. Lille. 1981.*
3. *MRetif "Command Vectorielle des machines asynchrones et synchrone" INSA, cours Pedg. 2008.*
4. *R. Abdesselmed "Modélisation et simulation des machines électriques " ellipses,2011.*

**Semestre : 1 (master)****Unité d'enseignement : UED 1.1****Matière : Matière : Compatibilité électromagnétique****VHS : 22h30 (cours : 1h30)****Crédits : 1****Coefficient : 1**

### **Objectifs de l'enseignement**

L'objectif du cours est d'appliquer la théorie du champ électromagnétique aux problèmes de pollution électromagnétique de l'environnement technologique. A la fin du cours, les étudiants seront capables d'avoir une approche globale d'un problème de compatibilité électromagnétique entre le perturbateur et le perturbé, de rechercher l'ensemble des causes potentielles de perturbations dans un environnement donné, et de choisir une technique de protection optimale sur la base d'études théoriques.

### **Connaissances préalables recommandées**

Notions de base de mathématiques, d'électromagnétisme et de réseaux électriques.

### **Contenu de la matière :**

#### **1. Concept de la CEM**

**(1 semaine)**

Terminologie, contexte et enjeux. Acteurs de la CEM (sources, victimes et couplages).

#### **2. Types et mode de couplage**

**(2 semaines)**

Types de couplage : Conduction, rayonnement et ionisation, (Galvanique, inductif, capacitif).

Modes de couplage : différentiel et commun

Méthodes de calcul et méthodes de mesure.

#### **3. Réduction des couplages**

**(2 semaines)**

Effet électromagnétique des conducteurs (résistance, inductance et capacité) ; Circuit de couplage équivalent. Méthodes de réduction des couplages.

#### **4. Modèle couplé des lignes de transmission**

**(2 semaines)**

Paramètres de lignes de transmission, résolution des équations de couplage dans les domaines temporel et fréquentiel. Couplage avec les câbles blindés.

#### **5. Perturbations générées avec des lignes de transport d'énergie**

**(1 semaines)**

Rayonnement EM des jeux de barres en BF (en régime de fonctionnement permanent) et en régime transitoire (enclenchement d'une ligne), Risque de perturbation de l'appareillage de mesure – contrôle et commande.

#### **6. Perturbations générées par les circuits électroniques**

**(1 semaines)**

Transmission par conduction et rayonnement des grandeurs électriques transitoires.

#### **7. Perturbations générées par les décharges électrostatiques**

**(2 semaines)**

Phénoménologie, foudre (description des éclairs nuage-sol, Effets directs et indirects de la foudre).

#### **8. Techniques de protection en CEM**

**(1 semaine)**

Masse, blindage, disposition des composants et des câblages, effet réducteur des masses, filtrage et protection contre les surtensions.

#### **9. Normes de la CEM**

**(1 semaine)**

Réglementation en vigueur

### **Mode d'évaluation :** Examen 100%

### **Références bibliographiques**

1. P. DEGAUQUE et J. HAMELIN Compatibilité électromagnétique - bruits et perturbations radioélectriques, Dunod éditeur
2. M. IANOVICI et J.-J. MORF : Presses Polytechniques Romandes
3. A. KOUYOUMDJIAN : Les harmoniques et les installations électriques
4. R. CALVAS : Les perturbations électriques en BT cahier Technique n141

**Semestre : 1 (master)****Unité d'enseignement : UED 1.1****Matière : Technologie d'éclairage****VHS : 22h30 (cours : 1h30)****Crédits : 1****Coefficient : 1**

## Objectifs

- Comprendre les principes, composants et stratégies de contrôle de l'éclairage.
- Maîtriser l'utilisation de la lumière naturelle et son intégration dans la conception des bâtiments.
- Connaître les normes de sécurité, performance, efficacité énergétique et CEM dans le domaine de l'éclairage.
- Étudier les applications de l'éclairage intérieur et extérieur à travers des cas pratiques.
- Approfondir les bases scientifiques et technologiques des LED, OLED et lasers appliqués à l'éclairage.
- Acquérir une vision globale des applications modernes de l'éclairage dans divers domaines (signalisation, médical, agriculture, affichage, etc.).

## Connaissances préalables

- Bases en électricité et électronique.
- Principes fondamentaux en photométrie et colorimétrie.
- Notions en efficacité énergétique et compatibilité électromagnétique.

## Contenu de la matière

### **1. Contrôle de l'éclairage**

- Besoins et fonctions du contrôle de l'éclairage
- Composants des systèmes de commande
- Stratégies de contrôle (gradateurs, détecteurs de présence, capteurs de lumière, etc.)
- Architectures des systèmes de gestion de l'éclairage

### **2. Utilisation de la lumière naturelle**

- Introduction et caractéristiques de la lumière du jour
- Facteur de lumière du jour (Daylight Factor)
- Considérations de conception pour l'éclairage naturel
- Systèmes de fenêtrage, conduits de lumière, réflecteurs
- Économie d'énergie par intégration du daylighting

### **3. Normes relatives aux produits d'éclairage**

- Normes de sécurité
- Normes de performance photométrique et colorimétrique
- Normes d'efficacité énergétique
- Normes de compatibilité électromagnétique (CEM)

### **4. Applications de l'éclairage intérieur**

- Études de cas et pratiques : bureaux, écoles, hôpitaux, musées, commerces

### **5. Applications de l'éclairage extérieur**

- Études de cas et pratiques : routes, stades, monuments, espaces publics

### **6. Histoire et bases des LED**

- Introduction et évolution historique
- Principe de fonctionnement et matériaux semi-conducteurs
- Propriétés électriques et optiques

### **7. Lumière blanche à partir des LED**

- Conversion par phosphore
- LED multichips
- Problèmes et limites des deux méthodes

### **8. Luminaires à LED**

- LED : puce, boîtier, module et luminaire
- Techniques de packaging et extraction lumineuse

Conception des drivers de LED et contrôle électronique

Gestion thermique

Optiques et design des systèmes LED

### **9. Applications des LED**

Signalisation et trafic

Mesures optiques et affichages

Applications médicales

Photosynthèse et agriculture

Éclairage général

### **10. OLED et lasers**

Introduction et principes de fonctionnement

Propriétés électriques et optiques

Applications en éclairage et affichage

**Mode d'évaluation :** Examen 100%

### **Références**

- 1) Rea, M. S. (Ed.). *The IESNA Lighting Handbook: Reference and Application*. IESNA, 10th Edition, 2011.
- 2) Boyce, P. R. *Human Factors in Lighting*. CRC Press, 3rd Edition, 2014.
- 3) Schubert, E. F. *Light-Emitting Diodes*. Cambridge University Press, 3rd Edition, 2018.
- 4) Zissis, G. & Kitsinelis, S. *Light Sources: Technologies and Applications*. CRC Press, 2016.
- 5) Fontoynont, M. *Éclairage des bâtiments : Bases scientifiques et techniques*. PPUR, 2014.
- 6) Zissis, G. & Kitsinelis, S. *Physique de l'éclairage*. Lavoisier, 2013.
- 7) Baillargeat, D., Lallouache, L. *Éclairage : Principes, sources et applications*. Dunod, 2006.
- 8) Association Française de l'Éclairage (AFE). *Guide de l'éclairage intérieur et extérieur*.

**Semestre : 1 (master)**

**Unité d'enseignement : UET 1.1**

**Matière : Anglais technique et terminologie**

**VHS : 22h30 (cours : 1h30)**

**Crédits : 1**

**Coefficient : 1**

### **Objectifs de l'enseignement:**

Initier l'étudiant au vocabulaire technique. Renforcer ses connaissances de la langue. L'aider à comprendre et à synthétiser un document technique. Lui permettre de comprendre une conversation en anglais tenue dans un cadre scientifique.

### **Connaissances préalables recommandées:**

Vocabulaire et grammaire de base en anglais

### **Contenu de la matière:**

- Compréhension écrite : Lecture et analyse de textes relatifs à la spécialité.
- Compréhension orale : A partir de documents vidéo authentiques de vulgarisation scientifiques, prise de notes, résumé et présentation du document.
- Expression orale : Exposé d'un sujet scientifique ou technique, élaboration et échange de messages oraux (idées et données), Communication téléphonique, Expression gestuelle.
- Expression écrite : Extraction des idées d'un document scientifique, Ecriture d'un message scientifique, Echange d'information par écrit, rédaction de CV, lettres de demandes de stages ou d'emplois.

**Recommandation :**Il est vivement recommandé au responsable de la matière de présenter et expliquer à la fin de chaque séance (au plus) une dizaine de mots techniques de la spécialité dans les trois langues (si possible) anglais, français et arabe.

### **Mode d'évaluation:**

Examen: 100%.

### **Références bibliographiques :**

1. P.T. Danison, *Guide pratique pour rédiger en anglais: usages et règles, conseils pratiques*, Editions d'Organisation 2007
2. A.Chamberlain, R. Steele, *Guide pratique de la communication: anglais*, Didier 1992
3. R. Ernst, *Dictionnaire des techniques et sciences appliquées: français-anglais*, Dunod 2002.
4. J. Comfort, S. Hick, and A. Savage, *Basic Technical English*, Oxford University Press, 1980
5. E. H. Glendinning and N. Glendinning, *Oxford English for Electrical and Mechanical Engineering*, Oxford University Press 1995
6. T. N. Huckin, and A. L. Olsen, *Technical writing and professional communication for nonnative speakers of English*, McGraw-Hill 1991
7. J. Orasanu, *Reading Comprehension from Research to Practice*, Erlbaum Associates 1986

## **V-2 - Programme détaillé par matière du semestre S2**

**Semestre : 2 (master)**

**UE Fondamentale Code : UEF 1.2.1**

**Matière: Conception d'Éclairage**

**VHS: 45h (Cours: 1h30, TD: 1h30)**

**Crédits :4**

**Coefficient :2**

### **Objectifs de l'enseignement**

- Comprendre les critères, normes et codes de conception de l'éclairage intérieur et extérieur.
- Maîtriser les principes et méthodes de calculs d'éclairage.
- S'initier aux logiciels professionnels (Dialux, Relux) pour la simulation photométrique.
- Intégrer les aspects énergétiques et économiques dans la conception d'un système d'éclairage.
- Connaître les bonnes pratiques et politiques d'efficacité énergétique dans le bâtiment.

### **Connaissances préalables recommandées**

- Bases en photométrie, colorimétrie et technologies des sources de lumière.
- Notions en efficacité énergétique des systèmes électriques.
- Maîtrise de l'outil informatique et de la modélisation.

### **Contenu de la matière**

#### ***1. Critères de conception de l'éclairage***

Objectifs et critères de conception lumineuse

Aspects qualitatifs de l'éclairage (confort visuel, uniformité, éblouissement, rendu des couleurs, ambiance)

Codes et normes de l'éclairage intérieur et extérieur (EN 12464, CIE, AFE, etc.)

#### ***2. Conception de l'éclairage***

Principes de conception et processus méthodologique

Calculs photométriques : flux, éclairement, luminance

Études de cas pour applications intérieures et extérieures

#### ***3. Introduction aux logiciels Dialux et Relux***

Présentation générale et interface utilisateur

Conception d'espaces, importation de plans et dessins techniques

Positionnement des objets et luminaires (plugins)

Paramétrage et configuration des simulations

#### ***4. Calcul et simulation d'éclairage avec Dialux/Relux***

Cas pratiques de calculs pour bâtiments intérieurs et applications extérieures

Génération de rapports normalisés

Conformité aux normes d'éclairage et efficacité énergétique

#### ***5. Éclairage, énergie et bâtiments***

Consommation énergétique des bâtiments

Part de l'éclairage dans la consommation totale

Possibilités d'économie d'énergie

#### ***6. Gestion efficace de l'éclairage***

Politiques d'efficacité énergétique

Amélioration des systèmes d'éclairage existants

Potentiel technique et innovations pour un éclairage plus efficace

#### ***7. Codes, normes et recommandations en performance énergétique***

Codes et standards de performance énergétique

Recommandations, programmes et schémas (EU directives, RT, HQE, BREEAM, LEED, etc.)

#### ***8. Économie de l'éclairage***

Méthodes d'analyse économique des projets d'éclairage

Analyse du cycle de vie et coûts de possession (LCC)  
Comparaison technico-économique des solutions d'éclairage

#### **9. Exemples de bonnes pratiques en efficacité énergétique**

Études de cas réels et retours d'expérience  
Bonne pratiques dans les bâtiments tertiaires, résidentiels, et espaces publics  
Études de cas réels en conception d'éclairage intérieur et extérieur.

#### **Mode d'évaluation :**

Contrôle continu: 40%; Examen: 60%.

#### **Références bibliographiques**

- 1) Cuttle, C. *Lighting Design: A Perception-Based Approach*. Routledge, 2015.
- 2) Veitch, J. A. (Ed.). *Psychological Aspects of Lighting: Research and Practice*. Springer, 2019.
- 3) Boyce, P. R. *Lighting for Interior Design*. Routledge, 2nd Edition, 2014.
- 4) DIAL GmbH. *Dialux User Guide*.
- 5) Fontoynont, M. *Éclairage des bâtiments : Bases scientifiques et techniques*. PPUR, 2014.
- 6) Association Française de l'Éclairage (AFE). *Guide de l'éclairage intérieur et extérieur*.
- 7) Kitsinelis, S. & Zissis, G. *Physique de l'éclairage*. Lavoisier, 2013.
- 8) ADEME. *Éclairage performant : Conception, choix et gestion*

**Semestre : 2 (master)**

**UE Fondamentale Code : UEF 1.2.1**

**Matière: Electrostatique et ses applications**

**VHS: 45h (Cours: 1h30, TD: 1h30)**

**Crédits :4**

**Coefficient :2**

### **Objectifs de l'enseignement**

Maîtriser le phénomène d'électrostatique ainsi que ses applications

### **Connaissances préalables recommandées**

Notions sur la haute tension

### **Contenu de la matière :**

**Chapitre. 1 :** Introduction à l'Electrostatique ; Généralités

**Chapitre. 2 :** Equilibre des conducteurs

Associations de plusieurs conducteurs ; Superposition d'états d'équilibre ; Théorème d'unicité ; Capacité-Condensateur; Influence partielle ; Influence totale ; Coefficients d'influence.

**Chapitre. 3 :** Electrostatique des matériaux

Conduction; claquage; polarisation; types de polarisation, relaxation électrostatique, pertes diélectriques

**Chapitre. 4 :** Apparition des phénomènes électrostatiques

Décharge électrostatique ; Charge des liquides dans les pipelines; charge des corps par frottement (triboélectrification); charge par induction; charge par effet couronne; autres sources de charge statique.

**Chapitre. 5 :** Séparateurs électrostatiques des matériaux granulaires

Principe de fonctionnement; Séparateurs électrostatiques à cylindre tournant ; Séparateurs électrostatiques à électrode plaque ; Séparateurs électrostatiques à chute libre.

**Chapitre. 6 :** Filtres électrostatiques et autres applications

Principe de fonctionnement ; Physique de la Précipitation électrostatique ; Phénomènes détériorant l'efficacité de collection ; Précipitation industrielle ; Autres applications ; Peinture électrostatique Copie électrostatique

### **Mode d'évaluation**

Examen 60% CC 40 %

### **Références bibliographiques**

- 1) Chouket. "Electrostatique, Cours détaillé d'électrostatique avec exercices corrigés" Paru le 1 décembre 2018 Essai (broché)
- 2) Mohamed Akbi. "Électrostatique, Cours, applications et exercices corrigés'- Génie électrique. 2016, Collection Technosup.
- 3) Jean-Pierre Faroux, Jacques Renault. Electrostatique et magnétostatique, cours et 94 exercices corrigés. Electro-magnétisme. Volume 1, Dunod. 1996

- 4) AMZALLAG Émile. La physique en fac - Electrostatique et électrocinétique cours et exercices corrigés. 2006
- 5) Nabil Safta Introduction à l'Électrostatique. Notes de cours et applications. 2019

**Semestre : 2 (master)**

**UE Fondamentale Code : UEF 1.2.1**

**Matière: production centralisée et décentralisée**

**VHS: 45h (Cours: 1h30)**

**Crédits :4**

**Coefficient :2**

### **Objectifs de l'enseignement**

Ce cours vise à présenter l'évolution fondamentale des systèmes énergétiques induite par la transition énergétique qui est une décentralisation de ces systèmes.

### **Connaissances préalables recommandées**

Principe de la production de l'énergie éclectique

### **Contenu de la matière**

#### **Chapitre I: Techniques générales de production de l'électricité (3 semaines)**

Sources d'énergie électrique, centrales électriques classiques (thermique et nucléaire), Service systèmes, gestion et rendement.

#### **Chapitre II : Production électrique décentralisée (PD) (4 semaines)**

Les technologies de la production décentralisée (Les sources conventionnelles, les sources nouvelles et renouvelables (géothermie, petite hydraulique, biomasse, micro cogénération, solaire et éolien)), avantages.

#### **Chapitre III: Raccordement de la PD au réseau électrique (4 semaines)**

Conditions de raccordement de la PD dans le système électrique, aspects règlementaires et organisationnels du développement de la PD, aspects techniques du raccordement sur les réseaux HTA, interactions entre PD et réseau électrique et les normes en vigueur.

#### **Chapitre IV : Infrastructures critiques du système électrique (4 semaines)**

Gestion en présence de fort taux d'insertion des PD, les surcoups techniques liés à l'intermittence, méthodologie de gestion des situations critiques, intérêt du stockage de l'énergie, îlotage.

#### **Chapitre V: Autoproduction dans les énergies renouvelables ( $\mu$ -réseaux)(4 semaines)**

Concept et fonctionnement des micro-réseaux (micro-turbines, piles à combustible, petits générateurs diesel, panneaux photovoltaïques, mini-éoliennes, petite hydraulique), exploitation et contrôle des micro-réseaux, micro-réseaux hybride avec génération et accumulation distribuée, monitorage et enregistrement de données.

### **Mode d'évaluation :**

Examen: 100%.

### **Références bibliographiques :**

1. N. Hadjsaïd, « Distribution d'énergie électrique en présence de production décentralisée », édition Hermès, 2010.
2. R. Caire, «Production Décentralisée et réseaux de distribution », Editions universitaires européennes EUE, 2010.
3. B. Multon, "Production d'Énergie Électrique par Sources Renouvelables", Techniques de l'Ingénieur, traité Génie Electrique, D4, 2003.
4. A. Maczulak, 'Renewable Energy: Sources and Methods', Green technology, 2010.
5. N. Hatziargyriou, «Microgrids: Architectures and Control», Wiley-IEEE Press, 2014.

**Semestre : 2 (master)**

**UE Fondamentale Code : UEF 1.2.1**

**Matière: Optimisation des réseaux électriques**

**VHS: 45h (Cours: 1h30, TD: 1h30)**

**Crédits :4**

**Coefficient :2**

### **Objectifs de l'enseignement**

A l'issue de cette matière l'étudiant sera capable de modéliser un réseau électrique, de faire le calcul d'écoulement de puissance, le calcul des courants de défauts, de traiter le problème du calcul optimal de la puissance de la prédition de l'état d'un réseau.

### **Connaissances préalables recommandées**

- Electrotechnique fondamentale, - Réseaux de transport et de distribution d'énergie électrique. Calcul Matriciel (Méthodes numériques)

### **Contenu de la matière**

#### **I. Modélisation de base es réseaux électriques**

**3 semaine**

Rappel sur (Représentation des signaux sinusoïdaux, Modélisation des éléments du réseau électrique (Source, Ligne, Transformateur, Charge), Système d'unités relatives).

Théorie des graphes appliquée aux réseaux électriques, Algorithme de formation des matrices admittance et impédance d'un RE, - Modification et inversion de la matrice admittance, Techniques des matrices creuses.

#### **II. Calcul des courants de défauts**

**3 semaines**

Rappel (Composantes symétriques, Analyse de court circuits: circuit équivalent de Thevenin), Courants de court-circuit symétriques et asymétriques d'un réseau de grande taille, Tensions de défaut, Courants de défaut dans les lignes, les générateurs et moteurs, Réajustement du déphasage des tensions, Calcul de la puissance de court-circuit, Algorithme de calcul des courants de défaut.

#### **III. Ecoulement de puissance**

**3 semaines**

Introduction, Equations de répartition des charges, Méthodes numériques appliquées pour la résolution de l'écoulement de charges (Gauss-Seidel, Newton Raphson, Méthode découplée rapide, autres..., Algorithmes et exemples)

#### **IV. Répartition optimale de l'écoulement de puissances**

**3 semaine**

Introduction, Fonction non linéaire d'optimisation, Caractéristiques coûts -Production, Méthodes numériques appliquées à un réseau sans contraintes et avec contraintes Calcul économique de puissance sans pertes, Calcul économique de puissance avec pertes.

#### **V. Estimation de l'état d'un réseau électrique**

**3 semaines**

Mesures de P, Q, I et V, Méthodes appliquées pour l'Estimation de l'état d'un réseau électrique, Détection et identification des mauvaises mesures, Observabilité du réseau et pseudo-mesures, Prise en considération de contraintes d'écoulement de puissance.

### **Mode d'évaluation :**

Contrôle continu: 40%; Examen: 60%.

### **Références bibliographiques**

6. F. Kiessling et al, 'Overhead Power Lines, Planning, design, construction'. Springer, 2003.
7. T. Gonen et al, 'Power distribution', book chapter in Electrical Engineering Handbook. Elsevier Academic Press, London, 2004.
8. E. Acha and V.G. Agelidis, 'Power Electronic Control in Power Systems', Newns, London 2002.
9. TuranGonen : Electric power distribution system engineering. McGraw-Hill, 1986
10. TuranGonen : Electric power transmission system engineering. Analysis and Design. John Wiley & Sons, 1988

**Semestre :2 (master)****UE Fondamentale Code : UEF 1.2.1****Matière : Qualité de l'énergie électrique****VHS: 45h (Cours: 1h30, TD: 1h30)****Crédits :4****Coefficient :2****Objectifs de l'enseignement**

L'objectif de la matière est d'étudier la qualité de l'énergie électrique d'un réseau électrique à travers la dégradation de la tension et/ou du courant, les perturbations sur les réseaux électriques. Il s'agit aussi de comprendre en quoi les charges non linéaires peuvent-elles en être incriminées. Etudier les solutions pour améliorer la qualité de l'énergie électrique en remédiant aux perturbations en évitant qu'elles se produisent lorsque c'est possible ou bien en les atténuants lorsqu'elles sont inévitables.

**Connaissances préalables recommandées**

Electrotechnique fondamentale. Electronique de Puissance.

**Contenu de la matière****I. Introduction aux notions de la qualité de l'énergie****(1 semaine)****II. Dégradation de la qualité de l'énergie****(6 semaines)**

- a. Déformation de l'onde de tension et de courant : creux de tension, fluctuations, distorsions harmoniques.
- b. Origines de la dégradation de la qualité de l'énergie : Charges non linéaires, défauts réseaux, charges spéciales.
- c. Caractérisation des déformations de l'onde : Rappel sur la décomposition fréquentielle d'un signal périodique non sinusoïdal. Grandeurs électriques en présence de signaux non sinusoïdaux (Valeur efficace, puissances instantanées, puissances moyennes, facteur de puissance et pertes Joule...etc).
- d. Effets de la dégradation de la qualité de l'énergie : Effets instantanés et effets à terme sur le réseau et les charges.

**III. Normes en vigueur : Normes IEC et IEEE concernant l'émission des harmoniques en basse et moyenne tension****(1 semaine)**

- a. Rappel sur la décomposition fréquentielle d'un signal périodique non sinusoïdal.
- b. Valeur efficace, puissances instantanées, puissances moyennes, facteur de puissance et pertes Joule.

**IV. Solutions pour l'amélioration de la qualité de l'énergie****(5 semaines)**

- a. Solutions préventives : Renforcement du réseau, modification des caractéristiques des charges (Charges à prélèvement sinusoïdal).
- b. Solution correctives : Filtrage passif (Choix et calcul des filtres passifs), Filtrage actif (choix et calcul des filtres actifs).
- c. Solutions pour minimiser les déséquilibres et les coupures

**Mode d'évaluation**

Contrôle continu: 40%, Examen : 60%.

**Références bibliographiques**

1. G. J. WAKILEH, 'Power system harmonics-Fundamental Analysis and Filter Design', Springer-Verlag, 2001.
2. Roger C. Dugan, Mark F. Granaghan, 'Electrical Power system Quality', McGraw Hill, 2001
3. Qualité de l'énergie - Cours de Delphine RIU - INP Grenoble
4. Cahiers techniques Scheider N° CT199, CT152, CT159, CT160 et CT1

**Semestre :2 (master)**

**UE Méthodologique Code : UEM 1.2**

**Matière : Stage pratique**

**VHS: 37h30 ( TP: 3h)**

**Crédits :3**

**Coefficient :2**

**Objectifs de l'enseignement**

L'étudiant est dans l'obligation d'effectuer un stage pratique au sein des sites industriels ou laboratoires de recherche pour enrichir ses connaissances requis dans les différentes matières.

Le stage doit être présenté en fin de semestre par un rapport détaillé élaboré par l'étudiant.

**Mode d'évaluation :**Contrôle continu: 100%

**Semestre :2 (master)**

**UE Méthodologique Code : UEM 1.2**

**Matière:TP optimisation des réseaux électriques**

**VHS: 22h30 (TP: 1h30)**

**Crédits :2**

**Coefficient :1**

### **Objectifs de l'enseignement**

L'objectif de la matière est la réalisation de programmes pour la modélisation et l'analyse des réseaux électriques en régime permanent.

Les programmes à élaborer, dans le cas d'écoulement de puissance et de calcul des courants de défauts, permettent le calcul des tensions aux accès ainsi que des courants et des puissances transitant dans les éléments du réseau. Dans le cas du Dispatching économique, le programme calcule les productions optimales pour minimiser les coûts et enfin le programme d'estimation d'états permettra d'estimer l'état d'un réseau électrique en utilisant des techniques d'optimisation.

### **Connaissances préalables recommandées**

Electrotechnique fondamentale

Réseaux de transport et de distribution d'énergie électrique

### **Contenu de la matière**

**TP 1 :**Modélisation des paramètres des lignes de transmission.

**TP2 :** Construction des matrices d'admittance et d'impédance de jeu de barre

**TP 3 :** Modélisation de l'écoulement de puissance par l'algorithme de Gauss-Seidel

**TP4 :** Modélisation de l'écoulement de puissance par l'algorithme Newton-Raphson

**TP 5 :** Calcul des défauts sur un réseau électrique

**TP 6 :** Dispatching économique

### **Mode d'évaluation**

Contrôle continu: 100 % .

### **Références bibliographiques**

6. Göran Andersson, "Modelling and Analysis of Electric Power Systems", ETH Zürich, 2008
7. R. Natarajan, Computer-Aided Power System Analysis, Marcel Dekker, 2002.
8. A. R. Bergen and V. Vittal: Power System Analysis, Prentice-Hall, 2000.
9. H. Saadat: Power System Analysis, McGraw-Hill, 1999.
10. WILLIAM D. STEVENSEN, "Elements of power system analysis", Edition (Dunod, paris, 1999).
11. B. M. Weedy and B. J. Cory: Electric Power Systems, John Wiley & Sons, 1998.
12. J. Arrillaga, C. P. Arnold, "COMPUTER ANALYSIS OF POWER SYSTEMS", University of Canterbury, Christchurch, New Zealand, JOHN WILEY & SONS, 1990.

**Semestre :2 (master)**

**UE Méthodologique Code : UEM 1.2**

**Matière: TP Electrostatique et ses applications**

**VHS: 22h30 (TP: 1h30)**

**Crédits :2**

**Coefficient :1**

### **Objectifs de l'enseignement**

L'objectif de la matière est la compréhension l'application des différents phénomènes liés à l'électrostatique.

### **Connaissances préalables recommandées**

Haute tension

Electrostatique.

### **Contenu de la matière**

**TP 1 :** Initiation à la mesure en électrostatique

**TP2 :** Phénomènes d'Électrostatique de base

**TP 3 :** Acquisition et neutralisation de la charge électrique par décharge couronne

**TP 4 :** Triboélectricité

**TP 5 :** Applications de l'électrostatique (séparateurs, électro-filtre, ...)

### **Mode d'évaluation**

Contrôle continu: 100 % .

**Semestre :2 (master)**

**UE Méthodologique Code : UEM 1.2**

**Matière: TP Qualité de l'énergie électrique**

**VHS: 22h30 (TP: 1h30)**

**Crédits :2**

**Coefficient :1**

### **Objectifs de l'enseignement**

Les objectifs de la matière sont :

1. Mesure des distorsions harmoniques de tension et de courant en présence de charges polluantes.
2. Simuler les différents moyens de mitigation des harmoniques.

### **Connaissances préalables recommandées**

Logiciel Matlab/Simulink, Electrotechnique fondamentale, Analyse fréquentielle, circuit résonnants.

### **Contenu de la matière**

**TP 1 :** Simulation de charges non linéaires usuelles (mesure de courant et de tension, spectres harmoniques, puissance).

**TP 2 :** L'harmonique 3 et ses multiples.

**TP 3 :** Amélioration de la qualité de l'onde par Filtrage passif.

**TP 4 :** Amélioration de la qualité de l'onde par Filtrage actif (TP de démonstration).

**TP 5 :** Energie réactive et charges non linéaires

### **Mode d'évaluation**

Contrôle continu: 100 % .

### **Références bibliographiques**

1. *G. J. WAKILEH, 'Power system harmonics-Fundamental Analysis and Filter Design', Springer-Verlag, 2001.*
2. *Roger C. Dugan, Mark F. Granaghan, 'Electrical Power system Quality', McGraw Hill, 2001*
3. *Qualité de l'énergie – Cours de Delphine RIU – INP Grenoble*
4. *Cahiers techniques Scheider N° CT199, CT152, CT159, CT160 et CT1*

**Semestre : 2 (master)**

**Unité d'enseignement : UED 1.2**

**Matière : Entrepreneuriat en Réseaux Électriques et**

**Techniques de la Haute Tension**

**VHS : 22h30 (cours : 1h30)**

**Crédits : 2**

### **Objectifs pédagogiques**

- Comprendre les opportunités entrepreneuriales dans le domaine des réseaux électriques HT/HTA.
- Identifier les besoins industriels, urbains et ruraux en infrastructures électriques.
- Concevoir un projet entrepreneurial autour des services, de l'ingénierie ou de l'innovation technologique en haute tension.
- Développer les compétences en gestion de projet, financement et marketing technique.

### **Contenu de la matière :**

#### **Chapitre 1 : Introduction à l'entrepreneuriat technique**

- Définition et types d'entrepreneuriat
- Spécificités du secteur électrique
- \* Cas d'entreprises, SARL, SPA, en HT

#### **Chapitre 2 : Marché des réseaux HT**

- Étude des besoins : maintenance, installation, rénovation, digitalisation
- Marchés publics et privés
- Tendances : micro-réseaux, smart grids, électrification rurale

#### **Chapitre 3 : Montage d'un projet entrepreneurial HT**

- Étapes : idée, étude de faisabilité, business plan technique
- Analyse SWOT pour une entreprise HT
- Élaboration d'un cahier des charges fonctionnel

#### **Chapitre 4 : Gestion des aspects techniques et réglementaires**

- Normes : CEI, sécurité HT
- Agréments, certifications et accès aux marchés
- Sous-traitance, externalisation et qualité de service

#### **Chapitre 5 : Financement et rentabilité**

- Modèles économiques : BMC, maintenance, location de services
- Subventions, appels à projets, partenariats publics/privés
- Exemples de retour sur investissement (ROI) dans les postes HT, télégestion, etc.

#### **Chapitre 6 : Communication et développement commercial**

- Marketing technique en engineering
- Réponse à appels d'offres
- Négociation de contrats

#### **Chapitre 7 : Atelier de projet**

- Constitution de groupes-projets
- Création d'une start-up fictive : logo, mission, étude de marché, offre
- Soutenance devant un jury professionnel

### **Outils pédagogiques**

- Études de cas réels (Sonatrach, Sonelgaz, ADE)

**Semestre : 2 (master)**

**Unité d'enseignement : UET 1.2**

**Matière : Intelligence Artificielle pour les réseaux électriques intelligents et les techniques de la HT**

**VHS : 45h (Cours: 1h30, (TD +TP) :1h30)**

**Crédits : 2**

**Coefficient : 2**

## **Objectifs**

- Approfondir les techniques avancées d'IA appliquées aux réseaux électriques.
- Développer des solutions pratiques en Python/TensorFlow pour la maintenance, la surveillance et la prédiction en HT.
- Analyser les enjeux liés à la cybersécurité, l'optimisation énergétique et la fiabilité.

## **Connaissances préalables**

- Bases solides en électricité et réseaux HT.
- Programmation Python (Pandas, Scikit-Learn).
- Mathématiques (optimisation, statistiques).

Contenu de la matière

### **Chapitre 1 : Panorama de l'IA dans l'énergie**

- Rappels sur l'IA.
  - Smart grids et digitalisation des réseaux.
  - Applications de l'IA dans la haute tension.
- Chapitre 2 : Machine Learning appliqué aux réseaux
- Régression, SVM, arbres de décision.

### **Applications :**

- Prédiction des pics de charge.
- Détection de défauts électriques (décharges partielles, arcs).

### **Chapitre 3 : Deep Learning et réseaux électriques**

- CNN : analyse d'images thermiques de lignes HT.
- RNN/LSTM : prévision de séries temporelles (consommation, tension).
- Transformers : analyse de données massives dans les smart grids.

### **Chapitre 4 : IA et techniques haute tension**

- Diagnostic de transformateurs HT par IA (gaz dissous, vibrations).
- Détection et classification des décharges partielles.
- Optimisation de la durée de vie des câbles et isolateurs.

### **Chapitre 5 : Applications industrielles avancées**

- Maintenance prédictive des équipements HT.
- Contrôle intelligent des micro-réseaux et énergies renouvelables.
- Décision en temps réel dans les systèmes électriques.

### **Chapitre 6 : Sécurité, éthique et réglementation**

- Cybersécurité des réseaux électriques intelligents.
- Risques d'automatisation excessive.
- Réglementations énergétiques et IA responsable.

**Mode d'évaluation**

- Mini-projets pratiques : 40%
- Présentation/exposé (revue d'article scientifique IEEE) : 20%
- Examen final (écrit + pratique) : 40%

**Références**

- Russell & Norvig – Artificial Intelligence: A Modern Approach. -
- Goodfellow, Bengio & Courville – Deep Learning.
- Aurélien Géron – Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras & TensorFlow.
- IEEE Transactions on Power Systems, IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation. -
- Moncef Krarti – Energy-Efficient Electric Systems.

**Semestre : 2 (master)****Unité d'enseignement : UET 1.2****Matière : Éthique, déontologie et propriété intellectuelle****VHS : 22h30 (Cours : 1h30)****Crédit : 1****Coefficient : 1****Objectifs de l'enseignement:**

Développer la sensibilisation des étudiants aux principes éthiques. Les initier aux règles qui régissent la vie à l'université (leurs droits et obligations vis-à-vis de la communauté universitaire) et dans le monde du travail. Les sensibiliser au respect et à la valorisation de la propriété intellectuelle. Leur expliquer les risques des maux moraux telle que la corruption et à la manière de les combattre.

**Connaissances préalables recommandées :**

Aucune

**Contenu de la matière :****A- Ethique et déontologie****I. Notions d'Ethique et de Déontologie (3 semaines)**

1. Introduction
  1. Définitions : Morale, éthique, déontologie
  2. Distinction entre éthique et déontologie
2. Charte de l'éthique et de la déontologie du MESRS : Intégrité et honnêteté. Liberté académique. Respect mutuel. Exigence de vérité scientifique, Objectivité et esprit critique. Equité. Droits et obligations de l'étudiant, de l'enseignant, du personnel administratif et technique.
3. Ethique et déontologie dans le monde du travail  
Confidentialité juridique en entreprise. Fidélité à l'entreprise. Responsabilité au sein de l'entreprise, Conflits d'intérêt. Intégrité (corruption dans le travail, ses formes, ses conséquences, modes de lutte et sanctions contre la corruption)

**II. Recherche intègre et responsable (3 semaines)**

1. Respect des principes de l'éthique dans l'enseignement et la recherche
2. Responsabilités dans le travail d'équipe : Egalité professionnelle de traitement. Conduite contre les discriminations. La recherche de l'intérêt général. Conduites inappropriées dans le cadre du travail collectif
3. Adopter une conduite responsable et combattre les dérives : Adopter une conduite responsable dans la recherche. Fraude scientifique. Conduite contre la fraude. Le plagiat (définition du plagiat, différentes formes de plagiat, procédures pour éviter le plagiat involontaire, détection du plagiat, sanctions contre les plagiaires, ...). Falsification et fabrication de données.

## B- Propriété intellectuelle

### I- Fondamentaux de la propriété intellectuelle (1 semaines)

- 1- Propriété industrielle. Propriété littéraire et artistique.
- 2- Règles de citation des références (ouvrages, articles scientifiques, communications dans un congrès, thèses, mémoires, ...)

### II- Droit d'auteur (5 semaines)

#### 1. Droit d'auteur dans l'environnement numérique

Introduction. Droit d'auteur des bases de données, droit d'auteur des logiciels.Cas spécifique des logiciels libres.

#### 2. Droit d'auteur dans l'internet et le commerce électronique

Droit des noms de domaine. Propriété intellectuelle sur internet. Droit du site de commerce électronique. Propriété intellectuelle et réseaux sociaux.

#### 3. Brevet

Définition. Droits dans un brevet. Utilité d'un brevet. La brevetabilité. Demande de brevet en Algérie et dans le monde.

#### 4. Marques, dessins et modèles

Définition. Droit des Marques. Droit des dessins et modèles. Appellation d'origine. Le secret. La contrefaçon.

#### 5. Droit des Indications géographiques

Définitions. Protection des Indications Géographique en Algérie. Traité internationaux sur les indications géographiques.

### III- Protection et valorisation de la propriété intellectuelle (3 semaines)

Comment protéger la propriété intellectuelle. Violation des droits et outil juridique. Valorisation de la propriété intellectuelle. Protection de la propriété intellectuelle en Algérie.

#### Mode d'évaluation :

Examen : 100 %

#### Références bibliographiques:

1. Charte d'éthique et de déontologie universitaires,  
<https://www.mesrs.dz/documents/12221/26200/Charte+franais+d.pdf/50d6de61-aabd-4829-84b3-8302b790bdce>
2. Arrêtés N°933 du 28 Juillet 2016 fixant les règles relatives à la prévention et la lutte contre le plagiat
3. L'abc du droit d'auteur, organisation des nations unies pour l'éducation, la science et la culture(UNESCO)
4. E. Prairat, De la déontologie enseignante. Paris, PUF, 2009.
5. Racine L., Legault G. A., Bégin, L., Éthique et ingénierie, Montréal, McGraw Hill, 1991.
6. Siroux, D., Déontologie : Dictionnaire d'éthique et de philosophie morale, Paris, Quadrige, 2004, p. 474-477.
7. Medina Y., La déontologie, ce qui va changer dans l'entreprise, éditions d'Organisation, 2003.
8. Didier Ch., Penser l'éthique des ingénieurs, Presses Universitaires de France, 2008.

9. Gavarini L. et Ottavi D., Éditorial. de l'éthique professionnelle en formation et en recherche, Recherche et formation, 52 | 2006, 5-11.
10. Caré C., Morale, éthique, déontologie. Administration et éducation, 2e trimestre 2002, n°94.
11. Jacquet-Francillon, François. Notion : déontologie professionnelle. Letélémaque, mai 2000, n° 17
12. Carr, D. Professionalism and Ethics in Teaching. New York, NY Routledge. 2000.
13. Galloux, J.C., Droit de la propriété industrielle. Dalloz 2003.
14. Wagret F. et J-M., Brevet d'invention, marques et propriété industrielle. PUF 2001
15. Dekermadec, Y., Innover grâce au brevet: une révolution avec internet. Insep 1999
16. AEUTBM. L'ingénieur au cœur de l'innovation. Université de technologie Belfort-Montbéliard
17. Fanny Rinck etlèda Mansour, littératie à l'ère du numérique : le copier-coller chez les étudiants, Université grenoble 3 et Université paris-Ouest Nanterre la défense Nanterre, France
18. Didier DUGUEST IEMN, Citer ses sources, IAE Nantes 2008
19. Les logiciels de détection de similitudes : une solution au plagiat électronique? Rapport du Groupe de travail sur le plagiat électronique présenté au Sous-comité sur la pédagogie et les TIC de la CREPUQ
20. EmanuelaChiriac, Monique Filiatrault et André Régimbald, Guide de l'étudiant: l'intégrité intellectuelle plagiat, tricherie et fraude... les éviter et, surtout, comment bien citer ses sources, 2014.
21. Publication de l'université de Montréal, Stratégies de prévention du plagiat, Intégrité, fraude et plagiat, 2010.
22. Pierrick Malissard, La propriété intellectuelle : origine et évolution, 2010.
23. Le site de l'Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle [www.wipo.int](http://www.wipo.int)
24. <http://www.app.asso.fr/>

### **V-3 - Programme détaillé par matière du semestre S3**

**Semestre: 3 (master)**

**UE Fondamentale Code : UEF2.1.1**

**Matière : Techniques de la haute tension**

**VHS:45h00 (Cours: 1h30, TD 1H30)**

**Crédits: 4**

**Coefficient: 2**

### **Objectifs de l'enseignement**

L'objectif de cours est la suite du cours de la technique de la haute tension et qui a pour objectif d'approfondir dans le domaine de la haute tension.

### **Connaissances préalables recommandées:**

Electrotechnique fondamentale, Généralités de la haute tension, électrostatique

### **Contenu de la matière :**

#### **1) Généralités sur la haute tension**

Pourquoi utilise-t-on la haute tension pour le transport de l'énergie électrique ? problèmes liés à la haute tension ; comparaison entre lignes aériennes et câbles souterrains HT ; Introduction à la coordination de l'isolement ; Quelques exemples des applications de la haute tension.

#### **2) Phénomènes d'ionisation dans les gaz**

(Ionisation naturelle des gaz- mouvement des ions- mobilité- température électronique). 2. Mécanismes de rupture : (Électrons germes- ionisation- avalanches électroniques- émissions secondaires .

#### **3) Isolants gazeux**

Mécanismes de Townsend - Mécanismes de Streamer et le Leader). 3. Conditions d'amorçage : (Influence de la pression ; Influence de la température ; Influence de la densité de gaz ; Influence de la nature de gaz ; Loi de Paschen).

#### **4) Maitrise des champs électriques**

Champ électrique dans les diélectriques composés ; Pouvoir de pointe ; cage de faraday ; surface équipotentielle.

#### **5) Foudre**

Nuage orageux, champ électrique en dessous des nuages, déroulement du coup de foudre, types de coup de foudre, protection contre la foudre.

#### **6) Claquage des isolants solides** - Introduction ; Claquage intrinsèque ; Claquage par avalanche

« streamer » ; Claquage électrothermique ; Claquage électromécanique ; Claquage en extrémité (point triple) ; Claquage par décharge partielle.

#### **7) Contournement des isolateurs haute tension**- L'isolateur contournement ; approche mathématique ; Contournement sous tension alternative ; Ligne de fuite ; Différents types d'isolateurs ; Remèdes.

#### **8) Claquage des isolants liquides**

#### **9) Ingénierie de la haute tension dans les réseaux électriques –**

Introduction à l'appareillage haute tension ; Configurations des réseaux et des postes ; Éléments des réseaux de transport: définition, fonction, conception et construction des appareillages à haute tension (Disjoncteurs, transformateurs de mesure, sectionneurs,...). Mécanismes d'amorçage d'une décharge dans l'air et application au dimensionnement des réseaux.

#### **10) Configurations des réseaux et des postes Chapitre 6 : Mise à la terre en haute tension**

**Mode d'évaluation :** Contrôle continu: 40%examen 60%

### Références Bibliographiques

- [1]E.Kuffel, W.S Zanegl, J.Kuffel « High Voltage engineering : Fundamentals”, 2ème édition, Edition Newnes, 2006
- [2] C.Gary “Les propriétés diélectriques dans l’air et les très hautes tension”, Editions Eyrolles, 1984
- [3] M.Aguet, M.Ianovic « Traité d’électricité, Volume XIII :Haute Tension », Edition GEORGI, 1982
- [4] P.Bergounioux « Haute tension », Edition Willamblake& Co, 1997
- [5] J. Arrillaga, , “High Voltage Direct Current Transmission”, Peter Pregrinus, London, 1983
- [6] Michel Lambert"Les plans de protection des réseaux à haute tension. Le traitement des défauts d'isolement". Collection : Technique et ingénierie, Dunod. juin 2018
- [7] Frederick MILLER, "Ligne à Haute Tension". Edition Lavoisier, 2010
- [8] Michel Aguet, Michel Ianoz. "Haute tension (TE volume XXII)", Collection : Traité d'Électricité. 2016
- [9] BOUGUE Michel. "Lignes électriques aériennes à très haute tension", Tome 1 : calculs théoriques et formules usuelles concernant les câbles des lignes électriques

**Semestre: 3 (master)**

**UE Fondamentale Code : UEF2.1.1**

**Matière: Stabilité et dynamique des réseaux électriques**

**VHS: 45h (Cours: 1h30,TD :1h30)**

**Crédits: 4**

**Coefficient: 2**

### **Objectifs de l'enseignement**

- Comprendre la physique des phénomènes transitoires en vue d'en limiter l'importance et les effets
- Maîtriser l'analyse en régime transitoire d'un système électrique de puissance et comprendre la problématique de la stabilité.
- Appréhender les aspects techniques et économiques des réglages de la fréquence et de l'amplitude de la tension.
- Rendre l'étudiant apte à élaborer différentes stratégies de sécurité au moyen des logiciels de calcul d'écoulement de puissance, d'étude de la stabilité transitoire et long terme.

### **Connaissances préalables recommandées:**

- Réseaux électriques de transport et de distribution
- simulation des réseaux électriques

### **Contenu de la matière**

- I. 1. Notions et définitions ;
  - 1.1. Régimes transitoires électromécaniques,
  - 1.2. Régimes transitoires électromagnétiques,
  - 1.3. Eléments de la liaison machine-système,
  - 1.4. Notions de stabilité : statique, dynamique...
- II. Propagation des phénomènes transitoires sur les lignes électriques
  - II.1 Etude de la propagation d'ondes dans le domaine fréquentiel
  - II.2 Propagation d'ondes de surtension en présence d'une injection ou d'une perturbation interne au système
- III. Calcul des régimes transitoires des lignes par la méthode des ondes mobiles
- IV. Stabilité dynamique, stabilité transitoire, stabilité de tension, stabilité long terme.
- V. Étude complète d'une machine connectée à un réseau infini avec AVR et PSS
  - Résolution par la méthode du critère à aires égales
  - Résolution numérique
- VI. Étude du cas à multi-machines
- VII. Méthodes d'amélioration de la stabilité: PSS, SVC, TCSC et TCPST

**Mode d'évaluation :** Contrôle continu: 40%examen 60%

### **Références**

- [1] M.Grappe « Stabilité et sauvegarde des réseaux électriques », Edition HERMES, 2003
- [2] YOSHIHIDE HASE, POWER SYSTEMS ENGINEERING, BRITISH LIBRARY CATALOGUING IN PUBLICATION DATA, USA
- [3] ARIEHL. SHENKMAN, TRANSIENT ANALYSIS OF ELECTRIC POWER CIRCUIT HAND BOOK, HOLON ACADEMIC INSTITUTE OF TECHNOLOGY, SPRINGER REVUE, NETHERLANDS, 2005.
- [4] ELECTRIC POWER GENERATION, TRANSMISSION, AND DISTRIBUTION, LEONARD L. GRIGSBY, UNIVERSITY OF CALIFORNIA, DAVIS, 2006.

**Semestre: 3 (master)****UE Fondamentale Code : UEF 2.1.1****Matière : Eclairage intelligent : applications et impacts de la lumière artificielle****VHS: 22h30 (Cours: 1h30)****Crédits: 2****Coefficient: 1****Objectifs de l'enseignement**

- Comprendre les principes de l'éclairage intelligent et ses domaines d'application.
- Identifier les impacts positifs et négatifs de la lumière artificielle sur la santé humaine, la faune, la flore et l'environnement.
- Analyser les enjeux liés à l'éclairage durable (bilan carbone, cycle de vie, efficacité énergétique).
- Découvrir les nouvelles tendances et technologies liées au smart lighting (contrôle, IoT, intégration aux systèmes intelligents).

**Connaissances préalables recommandées :**

- Physique et optique de la lumière
- Électricité et électronique de base
- Énergie et développement durable
- Biologie et santé humaine (éléments de base)

**Contenu de la matière :****Chapitre 1 – Applications de l'éclairage dans l'agriculture et l'élevage**

- Éclairage pour la croissance des plantes (horticulture LED, spectres spécifiques).  
 Utilisation de la lumière en pisciculture, aviculture et élevage.  
 Optimisation énergétique et retombées économiques.

**Chapitre 2 – Éclairage, santé et bien-être**

- Applications médicales de la lumière (photothérapie, luminothérapie).  
 Utilisation de la lumière pour la purification de l'eau (UV, LED UV-C).  
 Éclairage pour le confort visuel et la qualité de vie.

**Chapitre 3 – Analyse du cycle de vie (LCA) et empreinte carbone**

- Principes de l'Analyse du Cycle de Vie appliqués aux systèmes d'éclairage.  
 Impact carbone : fabrication, transport, usage, recyclage.  
 Comparaison : lampes conventionnelles vs LED intelligentes.

**Chapitre 4 – Santé humaine et impacts physiologiques**

- Effets de la lumière artificielle sur le sommeil et les rythmes circadiens.  
 Vision des personnes âgées, pathologies oculaires et fatigue visuelle.  
 Prévention des risques liés à une mauvaise qualité d'éclairage.

**Chapitre 5 – Impacts sur la faune et la flore**

- Influence de l'éclairage artificiel sur les insectes, oiseaux et mammifères.  
 Perturbation des migrations animales et des écosystèmes.  
 Études de cas : pollution lumineuse et biodiversité.

## Chapitre 6 – Éclairage intelligent et perspectives futures

Principes de l'éclairage intelligent (capteurs, IoT, gestion adaptative).

Smart cities et éclairage public connecté.

Vers un éclairage durable et centré sur l'humain

**Mode d'évaluation:** examen 100%

### Références bibliographiques :

- 1) Houser, K. W. et al. *The Lighting Handbook: Reference and Application*. IES, 2011.
- 2) Schubert, E. F. *Light-Emitting Diodes*. Cambridge University Press, 2018.
- 3) Radwan, M. A. & Morón, C. *Smart Lighting: Technology and Applications*. CRC Press, 2022.
- 4) Chellappa, S. L., et al. *Human Responses to Artificial Light at Night*. Springer, 2019.
- 5) Claus, R. *Lumière et santé : Les effets biologiques de la lumière*. Lavoisier, 2012.
- 6) Deleuil, J.-M. *Éclairer la ville autrement : Innovations et expérimentations*. ENSA Lyon, 2017.
- 7) Barthes, M. & Boucher, A. *Éclairage et développement durable*. Dunod, 2010.
- 8) Association Française de l'Éclairage (AFE). *Guide de l'éclairage naturel et artificiel*. AFE, 2018.

**Semestre: 3 (master)**

**UE Fondamentale Code : UEF2.1.2**

**Matière : Construction des réseaux électriques**

**VHS:45h00 (Cours: 1h30, TD 1H30)**

**Crédits: 4**

**Coefficient: 2**

### **Objectifs de l'enseignement**

L'objectif de cette matière c'est la maîtrise du calcul des liaisons électriques aériennes et souterraines, à savoir les supports, chaînes d'isolation, conducteurs ainsi que le calcul économique.

### **Connaissances préalables recommandées:**

Structure des réseaux électriques

### **Contenu de la matière**

#### **Chapitre I: structure des réseaux électriques**

Carte schématique, réseau aérien, liaison souterraine

#### **Chapitre II: Calcul des lignes aériennes**

Conducteurs, isolateurs, supports, portée, flèche.....

#### **Chapitre III: Calcul des liaisons souterraines**

Dimensionnement des câbles, pose des câbles, calcul économique.....

**Mode d'évaluation :** Contrôle continu: 40%, Examen: 60%

### **Références bibliographiques :**

- TRANSPORT ET DISTRIBUTION DE L'ÉNERGIE ELECTRIQUE, Dr Jean-Louis Lilien, notes de cours, Université de Liège, 1997.
- QUALITÉ DE L'ÉNERGIE ELECTRIQUE, Dr Pol Pirotte, notes de cours, Université de Liège, 1998.
- RÉSEAUX DE DISTRIBUTION DE L'ÉNERGIE ELECTRIQUE – CONSIDÉRATIONS TECHNICO-ECONOMIQUES, Louis Maesen, travail de fin d'études, Université de Liège, 1990.
- CONSTRUCTION DES LIGNES AÉRIENNES À HAUTE TENSION, Charles Avril, éd. Eyrolles, 1984.
- CALCUL DES RÉSEAUX DE PUISSANCE, J.L. Horward, notes de cours, Université de Liège, 1997.
- TRANSMISSION LINE REFERENCE BOOK : CONDUCTOR MOTION, Electric Power Research Institute, 1979.
- MANUEL TECHNIQUE DE CALCUL, Société Nouvelle des Câbleries de Charleroi S.A., 1997.
- CÂBLES D'ÉNERGIE, Alcatel Cable Benelux, 1997.
- CALCUL DU COURANT ADMISSIBLE DANS LES CÂBLES EN RÉGIME PERMANENT,

**Semestre: 3(master)****UE Fondamentale Code : UEF2.1.2****Matière : Electrification des entreprises industriels****VHS:45h00 (Cours: 1h30, TD 1H30)****Crédits: 4****Coefficient: 2****Objectifs de l'enseignement**

La matière a pour objectif de donner aux étudiants les connaissances nécessaires sur les réseaux électriques industriels (architectures, schémas et plans), le calcul du bilan de puissance, de minimisation d'énergie, de choix de canalisation électriques, de calcul de défauts et de protection.

**Connaissances préalables recommandées :**

Généralités sur des réseaux électriques

**Contenu de la matière****I. Les architectures des réseaux****2 semaines**

Structure générale d'un réseau privé de distribution, La source d'alimentation, Les postes de livraison HTB, Les postes de livraison HTA, Les réseaux HTA et réseaux HTB à l'intérieur du site, Les réseaux industriels avec production interne.

**II. Les régimes de neutre (RN)****3 semaines**

Les différents régimes du neutre ; L'influence du RN et schémas des liaisons à la terre utilisés en BT ; Le contact indirect en basse tension suivant le RN ; Protection, Particularités des DDR et coupure du conducteur neutre et des conducteurs de phase; Influence sur l'appareillage des règles de coupure et protection des conducteurs; Interaction entre HT et BT; Comparaison des différents RN basse tension-choix; RN utilisés en haute tension.

**III. Sources d'alimentation****1 semaine**

L'alimentation par les RDP ; Les alternateurs (générateurs synchrones),les génératrices asynchrones, Avantages et inconvénients ;Les alimentations sans interruption (ASI),

**IV. Bilan de puissances1****semaine****V. Détermination des sections des conducteurs****3 semaines**

Détermination des sections de conducteurs et choix des dispositifs de protection en BT;  
Détermination des sections de conducteurs en MT; Calcul de la section économique

**VI. Compensation de l'énergie réactive****2 semaines**

Intérêts de la compensation d'ER, Amélioration du  $\cos \phi$  ; Matériel de compensation de l'ER ;  
Emplacement des condensateurs ; Détermination de la puissance de compensation par rapport à la facture d'énergie ; Compensation aux bornes d'un transformateur; Compensation des moteurs asynchrones ;  
Compensation optimale ; Enclenchement des batteries de condensateurs et protection ; Présence d'harmoniques

**Mode d'évaluation : Contrôle continu: 40%examen 60%****Références (Livres et polycopiés, sites internet, etc).**

[1] Denis MARQUET, Didier Mignardot, Jacques SCHONEK, "Guide de l'installation électrique 2010 - Normes internationales CEI et nationales françaises NF", Schneider Electric, 2010

[2] Jean Repérant, "Réseaux électriques industriels - Introduction", Tech. del'Ing., D5020, 2001

[3] Jean Repérant, "Réseaux électriques industriels - Ingénierie", Tech. del'Ing., D5022, 2001

[4] Dominique SERRE, "Installations électriques BT - Protections électriques", Tech. del'Ing., D5045, 2006

[5] SOLIGNAC (G.). – Guide de l'Ingénierie élec-trique des réseaux internes d'usines 1076 p.bibl. (30 réf.) lectra Tech & Doc Lavoisier, EDF. Paris, 1985.

**Semestre: 3 (master)**

**UE Méthodologique Code : UEM2.1**

**Matière : Techniques de protection des réseaux électriques**

**VHS:22h30 (cours 1H30 TP : 2H30)**

**Crédits: 5**

**Coefficient: 3**

## **Objectifs de l'enseignement**

L'objectif du cours est l'étude de l'organisation de la protection des réseaux électriques, des perturbations des techniques de mesure. L'étudiant doit savoir comment faire la détection de défauts et comment faire la protection des éléments du réseau électrique et comment coordonner la protection.

## **Connaissances préalables recommandées**

Réseaux électriques, électrotechniques fondamentale.

## **Contenu de la matière**

I. Généralité sur les défauts dans les lignes de transport d'énergie électrique

II. Composants d'un système de protection : Transformateurs de mesure, Relais de puissance, Relais de temps, Relais intermédiaire, Organe d'exécution (disjoncteur)

III. Fonctions et Principes de Protection:

-Les différentes fonctions de protection et leurs codes, -Principe de la sélectivité

-Différentes types de discrimination, - Zones de protection

IV. Les plans de protection BT et HT

V. Protection des systèmes

- Protection d'un réseau radial simple (protection avec des discriminations simples)

- Protection d'un réseau à deux sources (protection directionnelle)

- Protection des lignes (protection différentielle, protection de distance)

- Protection des jeux de barre (protection différentielle), - Protection des transformateurs (protection différentielle), -Protection des générateurs.

VI. Propriétés de base des éléments de la protection : Eléments à principe électromagnétique,

Eléments à semi-conducteurs, Principe analogique, Eléments à microprocesseurs

VII. Contrôle à commande numérique : Relais numériques, Relais de distance numériques, Relais différentiels numériques

VIII. Relais numériques : Schéma bloc d'un relais numérique, Multiplexage, Conversion analogique / numérique, Algorithmes d'évaluation des quantités des phases, Microprocesseur, Commande des organes de coupure

IX. Protection contre les surtensions (Eclateurs, câbles de garde et parafoudres)

## **Contenu des TPs**

TP1 : Protection à maximum de courant, relais à temps Inverse

TP2 : Protection directionnelle, relais directionnel

TP3 : Protection contre les surtensions/sous tension, relais à temporisation de surtension/sous tensions

TP4 : Optimisation de la protection à Maximum de courant

**Mode d'évaluation :** Contrôle continu: 40 % ; Examen: 60 %.

## **Références bibliographiques**

6. P.Kundur, "Power System Stability and Control", McGraw-Hill, 1993.

7. Protective Relaying for Power System II Stanley Horowitz ,IEEE press , New York, 2008

8. T.S.M. Rao, Digital Relay / Numerical relays , Tata McGraw Hill, New Delhi, 1989

9. Y.G. Paithankar and S.R Bhide, "Fundamentals of Power System Protection", Prentice-Hall of India, 2003

**Semestre: 3 (master)**

**UE Méthodologique Code : UEM2.1**

**Matière : TP techniques de la haute tension**

**VHS:22h30 (TP : 1H30)**

**Crédits: 2**

**Coefficient: 1**

### **Objectifs de l'enseignement**

Le TP a pour objectif de donner les connaissances suffisantes pour permettre au futur cadre en Electrotechnique de concevoir et dimensionner l'isolation des équipements de haute tension et de maîtriser les problèmes de coordination d'isolement dans les réseaux électriques auxquels il serait confronté

### **Connaissances préalables recommandées :**

Haute tension, électrostatique

### **Contenu de la matière**

TP1: Mesure de la haute tension

TP2 : Claquage de l'air

TP3: Décharge couronne

TP4: Décharge partielle

**Mode d'évaluation :** Contrôle continu: 100%

**Semestre: 3 (master)****UE Fondamentale Code : UEM2.1****Matière : TP Systèmes d'éclairage LED : mesures et performances****VHS:22h30 (TP : 1H30)****Crédits: 2****Coefficient: 1****Objectifs de l'enseignement:**

- Acquérir une maîtrise pratique des méthodes de mesure photométriques, colorimétriques et électriques appliquées aux systèmes d'éclairage à LED.
- Évaluer les performances énergétiques, optiques et électromagnétiques des solutions d'éclairage.
- Développer des compétences dans l'utilisation d'instruments spécialisés et de logiciels de gestion/commande d'éclairage.
- Comprendre l'impact de l'éclairage LED sur le confort visuel et l'efficacité énergétique.

**Connaissances préalables recommandées :**

- Bases d'optique et photométrie (grandeur lumineuse, spectre, couleur).
- Bases d'électricité et électronique (circuits simples, alimentation, drivers).
- Notions de compatibilité électromagnétique (CEM).
- Introduction aux systèmes d'éclairage et efficacité énergétique

**Contenu de la matière :**

TP 1 : Mesure du spectre lumineux des différentes sources (spectrophotomètre).

TP 2 : Analyse de la température de couleur et de l'indice de rendu des couleurs (colorimètre).

TP 3 : Étude du rendement et de l'efficacité énergétique des LEDs.

TP 4 : Test des drivers LED et analyse de la qualité de l'énergie.

TP 5 : Étude comparative de l'efficacité lumineuse de différentes sources.

TP 6 : Analyse énergétique d'un système d'éclairage et calcul des gains potentiels.

TP 7 : Mesure des émissions électromagnétiques d'un système LED.

TP 8 : Programmation d'un système de gestion dynamique de l'éclairage.

TP 9 : Étude des effets de la température de couleur sur le confort visuel et la perception.

**Mode d'évaluation :** Contrôle continu: 100%**Références bibliographiques**

- 1) Boyce, P. *Human Factors in Lighting*. CRC Press.
- 2) CIE (Commission Internationale de l'Éclairage). *Lighting Handbook*.
- 3) Narendran, N., et al. *LED Lighting Systems*. SPIE Press.
- 4) Zissis, G., et al. *La lumière et l'éclairage*. Dunod.
- 5) Houser, K. *Light and Lighting: Principles and Practice*. Routledge.

**Semestre : 3****Unité d'enseignement : UET 2.1****Matière : Recherche documentaire et conception de mémoire****VHS : 22h30 (Cours : 1h30)****Crédits : 1****Coefficient : 1****Objectifs pédagogiques :****Ce module vise à :**

- Donner à l'étudiant les outils pour rechercher, trier et exploiter efficacement l'information scientifique, technique et réglementaire, en fonction du type de PFE choisi.
- L'accompagner dans les étapes clés de conception, structuration et valorisation de son projet (académique, entrepreneurial ou innovant).
- Développer ses compétences de communication écrite et orale adaptées à chaque type de PFE.
- Sensibiliser à l'éthique scientifique, à la propriété intellectuelle et à l'innovation.

**Types de PFE concernés :**

- **Mémoire Classique** (recherche scientifique)
- **PFE-Start-up** (projet entrepreneurial avec plan d'affaires)
- **PFE-Brevet** (projet technique ou technologique avec potentiel de brevetabilité)

**Connaissances préalables recommandées :**

- Méthodologie de la rédaction
- Méthodologie de la présentation

**Contenu de la matière****Partie I : Recherche documentaire (Commune à tous les types de PFE)****Chapitre I-1 : Définition et cadrage du sujet (2 semaines)**

- Choix du type de PFE (Mémoire, Start-up, Brevet)
- Définition de la problématique ou du besoin à satisfaire
- Intitulé du sujet et formulation des objectifs
- Identification des mots-clés pertinents
- Recueil des connaissances préalables dans le domaine

**Chapitre I-2 : Recherche et sélection des sources (2 semaines)**

- Typologie des documents : ouvrages, articles, brevets, normes, business models, études de marché
- Ressources disponibles : bibliothèques, bases de données scientifiques, plateformes de brevets (INAPI, Espacenet...), incubateurs, etc.
- Critères d'évaluation des sources : fiabilité, actualité, pertinence

**Chapitre I-3 : Localiser l'information (1 semaine)**

- Outils de recherche : moteurs, bases scientifiques, portails de brevets
- Utilisation des opérateurs logiques et des filtres de recherche
- Veille informationnelle ciblée selon le type de PFE

**Chapitre I-4 : Traitement et organisation de l'information (2 semaines)**

- Synthèse des documents retenus
- Organisation thématique ou par problématique
- Élaboration du plan documentaire (selon la structure du projet)

**Chapitre I-5 : Présentation des références bibliographiques (1 semaine)**

- Styles bibliographiques : Harvard, Vancouver, ISO 690
- Normes de citation et référencement des sources (y compris brevets, normes ISO, etc.)

## Partie II : Conception du mémoire ou du dossier PFE (selon le type choisi)

### Chapitre II-1 : Structure du rapport final (2 semaines)

Adaptation selon le type de PFE :

Élément	Mémoire Classique	PFE-Start-up	PFE-Brevet
Résumé / Abstract	✓	✓	✓
Problématique	✓	✓ (besoin du marché)	✓ (problème technique)
État de l'art / Benchmark	✓	✓ (concurrence)	✓ (brevets similaires)
Hypothèses / Objectifs	✓	✓ (objectifs de création)	✓ (objectif technique)
Méthodologie	✓	✓ (étude de faisabilité)	✓ (expérimentations, essais)
Résultats / Prototype	✓	✓ (MVP*)	✓ (résultats techniques)
Discussion / Plan d'action	✓	✓ (business model)	✓ (valeur ajoutée)
Perspectives	✓	✓ (scalabilité)	✓ (protection intellectuelle)
Bibliographie / Annexes	✓	✓	✓

\*MVP : Minimum Viable Product

### Chapitre II-2 : Normes de rédaction et mise en forme (2 semaines)

- Règles communes : page de garde, sommaire, numérotation, figures, tableaux
- Langage scientifique ou technique selon le type de PFE
- Conseils de clarté et rigueur dans la rédaction
- Archivage, sauvegarde, versionnage du document

### Chapitre II-3 : Atelier critique d'un manuscrit ou d'un projet (1 semaine)

- Étude critique d'un mémoire, d'un business plan ou d'un brevet déposé

### Chapitre II-4 : Présentation orale et soutenance (1 semaine)

- Comment présenter un **Poster scientifique**, un **Pitch entrepreneurial** ou une **Notice de brevet**
- Simulation de soutenance selon le type de PFE choisi
- Utilisation de supports : PPT, maquettes, vidéos, prototypes

### Chapitre II-5 : Éthique et intégrité (1 semaine)

- Détection et prévention du plagiat
- Citation, paraphrase, références complètes
- Spécificités liées à l'innovation (brevets, confidentialité, NDA\*)

\*NDA : Non-Disclosure Agreement

### Chapitre II-6 : Conception et rédaction d'un brevet (2 semaines) (*spécifique au PFE-Brevet*)

Canevas master à cursus intégré de licence en Électrotechnique

Année : 2025-2026

## 1. Introduction à la propriété industrielle

- Définition d'un brevet et critères de brevetabilité (nouveauté, activité inventive, application industrielle)
- Différence entre brevet, marque, modèle, droit d'auteur
- Cadre juridique en Algérie (INAPI) et international (OMPI, Espacenet)

## 2. Structure d'un brevet

- Titre de l'invention
- Domaine technique
- Problème technique à résoudre
- Description détaillée de l'invention
- Modes de réalisation / schémas
- **Revendications** (élément clé du brevet)
- Abrégé (résumé technique)

## 3. Outils pour la recherche d'antériorité

- Bases de données : Espacenet, Google Patents, WIPO, INAPI
- Identifier les documents existants proches de l'invention
- Analyse comparative avec l'état de l'art

## 4. Rédaction des revendications

- Règles de rédaction : clarté, précision, unité de l'invention
- Revendications principales et secondaires
- Exemples de bonnes pratiques

## 5. Procédure de dépôt

- Dossier administratif à constituer
- Dépôt national (INAPI) et international (OMPI via le PCT)
- Coûts, délais, protection territoriale

## 6. Exemples pratiques

- Analyse d'un brevet algérien ou international existant
- Simulation : rédaction d'un mini-brevet par un groupe d'étudiants à partir de leur projet

## 7. Confidentialité & protection

- Accord de confidentialité (NDA)
- Précautions avant publication ou communication d'une idée brevetable

### Mode d'évaluation :

- **Examen final (100%)** : composé de QCM, analyse de documents, synthèse d'une problématique, rédaction structurée selon le type de projet.

### Références bibliographiques :

1. M. Griselin et al., *Guide de la communication écrite*, 2e éd., Dunod, 1999.
2. J.L. Lebrun, *Guide pratique de rédaction scientifique*, EDP Sciences, 2007.
3. M. Kalika, *Le mémoire de Master*, Dunod, 2005.
4. A. Mallender Tanner, *ABC de la rédaction technique*, Dunod, 2002.
5. M. Beaud, *L'art de la thèse*, La Découverte, 2003.
6. INAPI (Algérie), [www.inapi.org](http://www.inapi.org)
7. *Start-up: Construire et réussir son projet*, Eyrolles, 2019.

*Le guide du créateur d'entreprise*, APAGE, Algérie, 2021.

**Semestre : 3 (master)**

**Unité d'enseignement : UET2.1**

**Matière : Reverse engineering en Réseaux Électriques et Techniques de la Haute Tension**

**VHS : 45h (cours : 1h30+Atelier : 1h30)**

**Crédits : 2**

**Coefficient : 2**

### **Objectifs de l'enseignement**

- Comprendre les composants et architectures des réseaux HT/HTA/HTB
- Reconstituer le fonctionnement d'une installation haute tension
- Identifier les vulnérabilités techniques et proposer des optimisations

**Contenu de la matière :** Reverse Engineering en Réseaux Electriques et Techniques de la Haute Tension

### **Chapitre 1 : Introduction au reverse engineering appliquée à l'électrotechnique**

- Définitions et concepts
- Applications industrielles
- Méthodologies générales (boîte noire, grise, blanche)

### **Chapitre 2 : Réseaux électriques haute tension**

- Topologies des réseaux HT (20 kV à 400 kV)
- Composants : postes, transformateurs, lignes
- Notions de transit et de sélectivité

### **Chapitre 3 : Techniques de mesure et d'acquisition**

- Enregistreurs de défauts
- Interprétation des signatures électriques
- Reconstitution de schémas de protection

### **Chapitre 4 : Analyse inverse des systèmes HT**

- Étude de cas : poste électrique sans plan
- Reverse engineering d'un système de protection
- Diagnostic de défauts à partir de traces

### **Chapitre 5 : Sécurité, normalisation et contraintes**

- Normes CEI, NF, EN
- Risques techniques et légaux
- Confidentialité des données

### **Chapitre 6 : Applications industrielles avancées**

- Audit de réseaux anciens
- Modernisation vers réseaux intelligents
- Etudes de migration et digitalisation

### **Chapitre 7 : Projet de synthèse**

- Analyse d'un réseau simplifié
- Rédaction d'un rapport et soutenance orale
- Présentation des résultats d'ingénierie inverse

### **Outils pédagogiques**

- Logiciels : ETAP, DigSILENT, Matlab Simulink
- Matériel : maquettes HTA, simulateurs de protection, analyseurs de réseau

**Semestre : 3 (master)****Unité d'enseignement : UED2.1****Matière :Intelligence Artificielle pour les réseaux électriques intelligents et les techniques de la haute tension****VHS : 22h30 (cours : 1h30)****Crédits : 2****Objectifs**

- Approfondir les techniques avancées d'IA appliquées aux réseaux électriques.
- Développer des solutions pratiques en Python/TensorFlow pour la maintenance, la surveillance et la prédiction en HT.
- Analyser les enjeux liés à la cybersécurité, l'optimisation énergétique et la fiabilité.

**Connaissances préalables**

- Bases solides en électricité et réseaux HT.
- Programmation Python (Pandas, Scikit-Learn).
- Mathématiques (optimisation, statistiques).

Contenu de la matière

**Chapitre 1 : Panorama de l'IA dans l'énergie**

- Rappels sur l'IA.
- Smart grids et digitalisation des réseaux.
- Applications de l'IA dans la haute tension.

**Chapitre 2 : Machine Learning appliqué aux réseaux**

- Régression, SVM, arbres de décision.

**Applications :**

- Prédiction des pics de charge.
- Détection de défauts électriques (décharges partielles, arcs).

**Chapitre 3 : Deep Learning et réseaux électriques**

- CNN : analyse d'images thermiques de lignes HT.
- RNN/LSTM : prévision de séries temporelles (consommation, tension).
- Transformers : analyse de données massives dans les smart grids.

**Chapitre 4 : IA et techniques haute tension**

- Diagnostic de transformateurs HT par IA (gaz dissous, vibrations).
- Détection et classification des décharges partielles.
- Optimisation de la durée de vie des câbles et isolateurs.

**Chapitre 5 : Applications industrielles avancées**

- Maintenance prédictive des équipements HT.
- Contrôle intelligent des micro-réseaux et énergies renouvelables.
- Décision en temps réel dans les systèmes électriques.

**Chapitre 6 : Sécurité, éthique et réglementation**

- Cybersécurité des réseaux électriques intelligents.
- Risques d'automatisation excessive.
- Réglementations énergétiques et IA responsable.

**Mode d'évaluation**

- Mini-projets pratiques : 40%
- Présentation/exposé (revue d'article scientifique IEEE) : 20%
- Examen final (écrit + pratique) : 40%

**Références**

Russell &amp; Norvig – Artificial Intelligence: A Modern Approach.

Goodfellow, Bengio &amp; Courville – Deep Learning.

Aurélien Géron – Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras &amp; TensorFlow.

IEEE Transactions on Power Systems, IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation.

Moncef Krarti – Energy-Efficient Electric Systems.

## **VII - Avis et Visas des organes Administratifs et Consultatifs**

### **Intitulé de la formation : Electrotechnique**

## **VIII – Avis et Visa de la Conférence Régionale**

## **IX – Avis et Visa du Comité pédagogique National de Domaine**