**République Algérienne Démocratique et Populaire**

**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche scientifique**

# Offre de formation pour ingénieur

# Electrotechnique

# Spécialité : Énergie et Environnement

ÉCOLE SUPÉRIEURE EN SCIENCES APPLIQUÉES -Tlemcen

| Domaine | Filière | Spécialité |
|---|---|---|
| Sciences et Technologies | Electrotechnique | Énergie et Environnement |

**Année universitaire 2020/2021**

**Avis et Visas**

## A. Fiche d'identité

**Intitulé de la formation en français :** Electrotechnique

**Responsable/Coordinateur de la Formation**


- Nom, Prénoms : KERBOUA Abdelfatah
- Grade : Maître de conférences 'B'
- Téléphone : 06 96 35 38 60
- Fax : 043 41 55 41
- Courriel : ab.kerboua@gmail.com
- **Site web :** www.essa-tlemcen.dz


**Partenaires extérieurs (conventions)**

1. **Autres établissements partenaires :** Université Abou Bakr Belkaid Tlemcen, Université de Sidi Bel Abbes ; Centre de Développement des Energies Renouvelables (CDER),
2. **Entreprises et autres partenaires socioéconomiques** : Sarl BOUBLENZA-Tlemcern ; Groupe Sonelgaz, Electro - Industries, Groupe Sonatrach, Groupe Kherbouche ; Groupe ECOPACK-Tlemcen ; Chambre Algérienne de Commerce et d'Industrie (CACI), …
3. **Partenaires internationaux,** INSA de Lyon, Université Polytechnique de Valenciennes-France ; Ecole polytechnique de Lille (France), Institut Polytechnique de BRAGANÇA (Portugal**).**

## B. Exposé des motifs

### 1. Contexte :

Le changement climatique peut être dû à des processus internes naturels, à des forçages externes, ou à des changements anthropiques persistants de la composition de l'atmosphère ou de l'affectation des terres.

Aujourd'hui, on observe que la concentration de gaz à effet de serre dans l'atmosphère n'a jamais été aussi élevée. Il existe maintenant un consensus scientifique pour affirmer que ce phénomène récent et brutal, venant perturber le climat, est directement lié aux activités humaines. Face à cette situation, la majorité des pays du monde a reconnu, à travers la Convention Cadre des Nations Unies pour le Changement Climatique en 1994, la nécessité d'agir au plus vite pour réduire leurs émissions.

Pourquoi et comment les économistes abordent-ils la question du changement climatique ?

Atténuer les impacts du changement climatique est devenu l'un des défis environnementaux les plus significatifs du monde. De profondes évolutions sont à envisager pour réduire les émissions de GES, notamment dans les domaines de la production et de la consommation d'énergie. En outre, de nombreuses mesures d'adaptation sont nécessaires pour faire face aux effets du changement climatique. Au vu des coûts de l'adoption de modes de production et de consommation alternatifs, moins intensifs en carbone, et pour légitimer cette action, l'évaluation économique des impacts liés à la variation du climat est devenue une priorité.

L'analyse économique du changement climatique fait appel au concept de développement durable fondé sur la notion de soutenabilité forte, car elle demande de considérer en parallèle les aspects économiques, sociaux et environnementaux. En outre, elle défend le principe de prévention selon lequel le seul dédommagement monétaire est insuffisant pour réduire les effets de la variation du climat par l'internalisation des externalités, il faut aussi mettre en œuvre des mesures en amont pour limiter les émissions et pour cela être conscient du coût de la non-action..

L'approche « coût/bénéfice » est largement utilisée pour analyser le changement climatique, même si elle rencontre certaines limites. La littérature empirique utilise la notion de « coût de l'inaction ». Elle sous-entend que pour souligner la nécessité d'agir, il est important d'avoir une vision de ce que serait le monde si rien n'était fait. Il s'agit en général d'estimer les coûts nets des effets dus la variation du climat, c'est-à-dire dans le cas où il n'existe aucune mesure de réduction des émissions. Les coûts de l'action et de l'inaction doivent alors être comparés pour définir la politique préventive la plus efficace économiquement, celle qui permet de limiter les effets négatifs à l'aide d'un investissement qui reste inférieur au coût de l'inaction

Les émissions de gaz à effet de serre dues à l'activité humaine sont à l'origine de ce réchauffement : elles ont doublé à l'échelle mondiale depuis le début des années 1970 et devraient à nouveau doubler d'ici 2050 si aucune mesure n'est prise.

Or, une hausse des températures de plus de 2°C renforcerait les phénomènes météorologiques extrêmes, ce qui aurait des conséquences désastreuses, d'un coût très supérieur aux mesures de prévention susceptibles d'être prises. Il est donc urgent d'agir pour limiter le réchauffement à 2°C afin de stabiliser les émissions mondiales de gaz à effet de serre d'ici à 2030 au plus tard, puis de les réduire de moitié d'ici 2050

En Algérie, le programme national de développement des énergies renouvelables 2011-2030 dans sa version actualisée par les services du ministère de l'énergie vient d'être adopté par le gouvernement. En effet, l'intégration des énergies renouvelables dans le mix énergétique national constitue un enjeu majeur dans la perspective de préservation des ressources fossiles, de diversification des filières de production de l'électricité et de contribution au développement durable.

Dans cette stratégie, les énergies renouvelables se placent au cœur des politiques énergétique et économique menées par l'Algérie. Ce programme a connu une première phase consacrée à la réalisation de projets pilotes et de tests des différentes technologies disponibles, durant laquelle des éléments pertinents concernant les évolutions technologiques des filières considérées sont apparus sur la scène énergétique et ont conduit à la révision de ce programme.

La révision de ce programme porte ainsi, sur le développement du photovoltaïque et de l'éolien à grande échelle, sur l'introduction des filières de la biomasse (valorisation des déchets), de la cogénération et de la géothermie, et également sur le report, à 2021, du développement du solaire thermique (CSP).

La consistance du programme en énergie renouvelables à réaliser pour les besoins du marché national sur la période 2015-2030 est de 22 000 MW, dont plus de 4500 MW seront réalisés d'ici 2020. La réalisation du programme permettra d'atteindre à l'horizon 2030 une part de renouvelables de près de 27% dans le bilan national de production d'électricité. Toits solaires, éoliennes, chaudières bois, isolation, toits végétalisés, géothermie, récupération des eaux de pluie… les médias se font le relais de ces nouvelles technologies. Le public est donc progressivement sensibilisé aux problématiques environnementales et de plus en plus acteur du changement à venir. Il y a toutefois un volet de la révolution énergétique dont l'usager n'est pas encore conscient : le potentiel d'emplois qui se cache derrière le développement de ces filières

2. Objectifs de la formation :

Le parcours d'ingénieur dans la filière « Electrotechnique » spécialité énergie et environnement vise une formation de haut niveau avec une expertise théorique et pratique dans les domaines de pointe de l'énergie et de sa gestion dans une vision globale du développement durable. Cette formation peut fournir toutes les informations nécessaires dans ce domaine. Elle donne également la possibilité d'exploiter et d'entretenir divers systèmes énergétiques, des énergies renouvelables, notamment le calcul et le dimensionnement de ces systèmes. Cette formation est destinée aux étudiants motivés par

des projets de recherche dans le secteur de l'énergie afin d'acquérir les connaissances et les aptitudes scientifiques pour soi.

Le contenu de la formation est adapté au programme E.C.T.S dont la principale caractéristique est de faciliter la mise en place des partenariats entre des institutions du pays, voire des pays différents en fournissant un principe commun de description des programmes d'enseignement. Dans cette nouvelle structure d'enseignement, les étudiants examinent des problèmes multidisciplinaires plus flexibles; Ils ont également plus d'occasions pour la collaboration et le développement de compétences en matière de communication.

Il vise également à former des spécialistes dans le domaine des sciences de l'ingénieur, aptes à mener à bien une démarche systématique de conception et/ou de recherche les préparant ainsi soit à la recherche industrielle soit à la poursuite des études doctorales. L'ingénieur sortant de cette spécialité devient, dès lors, opérationnel que ce soit pour l'industrie ou pour la poursuite des études en formation doctorale.

Il va sans dire que cette formation répond principalement aux besoins de l'industrie dont les mutations sont profondes eu égard aux exigences économiques de l'heure.

3. Profils et Compétences visés :

À la fin de cette formation de l'ingénieur, le candidat doit être capable de :

- Mettre en place des Projets de conception à la production d'énergie avec des différents systèmes de conversion, la mise en réseau (connecté, hors réseau), des installations de distribution et de leur évaluation économique.

- Traiter les technologies de stockage de l'énergie.

- Evaluer les différents aspects liés à l'impact du système d'énergie sur l'environnement (changement climatique) et le développement durable.

- Intégrer les programmes de recherche scientifique.

1. Contextes régional et national d'employabilité :

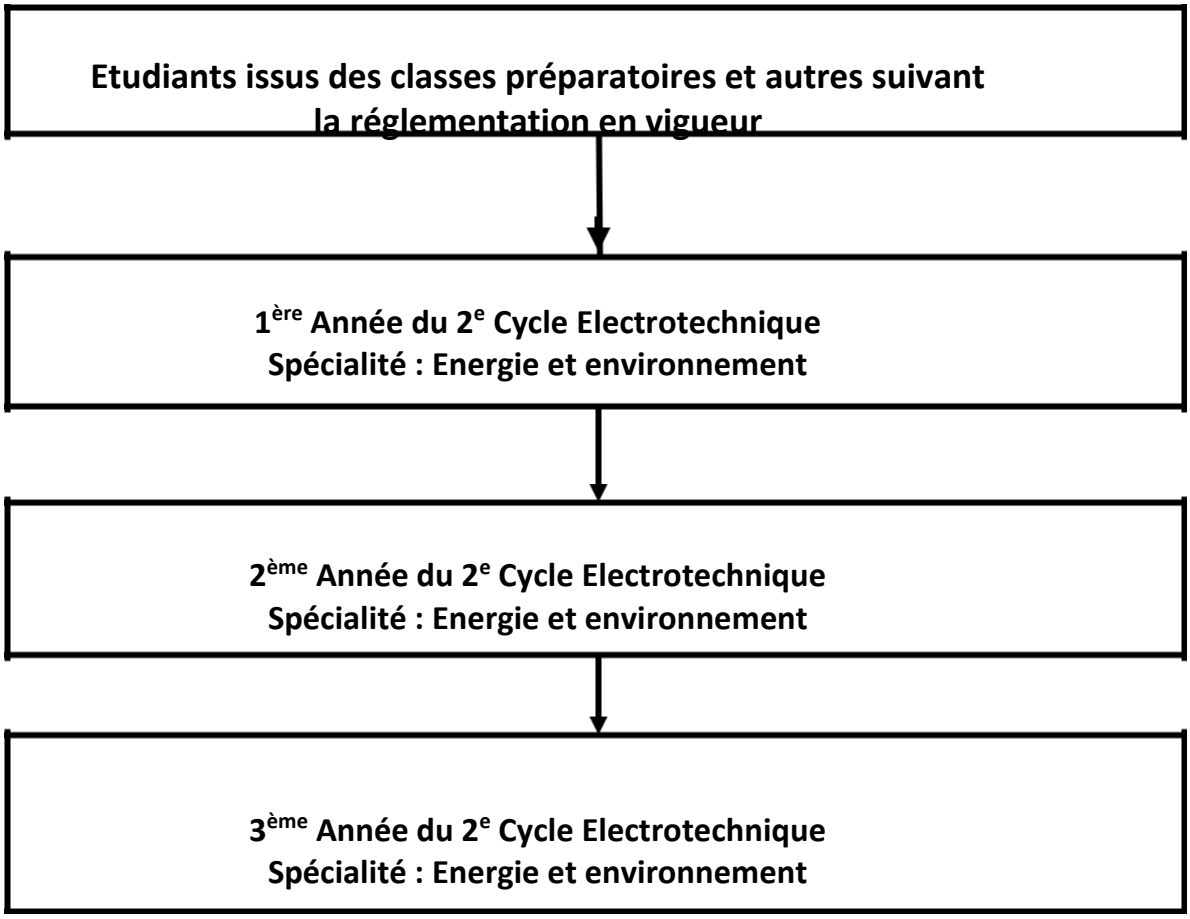
- Les différentes industries nationales « publiques et privés » portant sur les processus énergétiques dans le domaine de l'agriculture, des transports et du bâtiment.

- Création des micro-entreprises Start-up

- Consultants et conseils relatifs à l'énergie (énergie verte, l'énergie alternative, ...) et leur impact sur l'environnement.

C. Organisation générale de la formation

**C1- Position : Schéma simple de la formation envisagée**



## C2- Programme de la formation d'Ingénieur par semestre

# 1re ANNÉE

## Semestre 1

**Tableau1** : Synthèse des Unités d'Enseignements

| Code de l'UE | UEF51 | UEF52 | UEM51 | UET51 | Total |
|---|---|---|---|---|---|
| Type | Fondamental | Fondamental | Méthodologique | Transversal | |
| VHH (présentiel + personnel) | 16 | 13 | 15 | 5.5 | 49.5 |
| Crédits | 10 | 8 | 9 | 3 | 30 |
| Coefficients | 10 | 8 | 9 | 3 | 30 |

**Tableau2** : Répartition par matière pour chaque Unité d'Enseignement

| Matières | Code | VHH | | | | Crédits | Coefficients | Mode d'évaluation | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | C | TD | TP | Travail Personnel | | | CC | EF |
| ***UEF51*** | | **3** | **3** | **3** | **7** | **10** | **10** | | |
| Electrotechnique 1 | **ELTEE501** | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 3.5 | 5 | 5 | 40% | 60% |
| Systèmes asservis 1 | **ELTEE502** | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 3.5 | 5 | 5 | 40% | 60% |
| ***UEF52*** | | **3** | **3** | **3** | **4** | **8** | **8** | | |
| Électronique analogique | **ELTEE503** | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 2 | 4 | 4 | 40% | 60% |
| Traitement du signal 1 | **ELTEE504** | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 2 | 4 | 4 | 40% | 60% |
| ***UEM51*** | | **4.5** | **4.5** | **1.5** | **4.5** | **9** | **9** | | |
| Outils physiques pour l'ingénieur 1 (thermodynamique, mécanique des fluides, transferts de chaleur et de masse) | **ELTEE505** | 1.5 | 1.5 | - | 2 | 3 | 3 | 40% | 60% |
| Application des matériaux en énergie renouvelable | **ELTEE506** | 1.5 | 1.5 | - | 2 | 3 | 3 | 40% | 60% |
| Outils mathématiques et numériques pour l'ingénieur (Sebbagh) | **ELTEE507** | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 0.5 | 3 | 3 | 40% | 60% |
| ***UET51*** | | **3** | **1.5** | **-** | **1** | **3** | **3** | | |
| Comptabilité et gestion des entreprises | **ELTEE508** | 1.5 | 1.5 | - | 0.5 | 2 | 2 | 40% | 60% |
| Langue et communication 1 | **ELTEE509** | 1.5 | - | - | 0.5 | 1 | 1 | 40% | 60% |
| ***Total*** | | **13.5** | **12** | **07.5** | **16.5** | **30** | **30** | | |

# 1re ANNEE

## Semestre 2

**Tableau 1** : Synthèse des Unités d'Enseignements

| Code de l'UE | UEF61 | UEF62 | UEM61 | UET61 | UED61 | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Type** | Fondamental | Fondamental | Méthodologique | Transversal | Découverte | |
| **VHH** (présentiel + personnel) | 16 | 16 | 8 | 4 | 5 | 46 |
| **Crédits** | 10 | 10 | 5 | 2 | 3 | 30 |
| **Coefficients** | 10 | 10 | 5 | 2 | 3 | 30 |

**Tableau 2** : Répartition par matière pour chaque Unité d'Enseignement

| Matières | Code | VHH | | | | Crédits | Coefficients | Mode d'évaluation | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | C | TD | TP | Travail Personnel | | | CC | EF |
| ***UEF61*** | | **3** | **3** | **3** | **7** | **10** | **10** | | |
| Electrotechnique 2 | **ELTEE601** | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 3.5 | 5 | 5 | 40% | 60% |
| Systèmes asservis 2 | **ELTEE602** | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 3.5 | 5 | 5 | 40% | 60% |
| ***UEF62*** | | **3** | **3** | **3** | **7** | **10** | **10** | | |
| énergie renouvelable 1 (énergie solaire) fouad | **ELTEE603** | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 3.5 | 5 | 5 | 40% | 60% |
| Logique et Calculateur | **ELTEE604** | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 3.5 | 5 | 5 | 40% | 60% |
| ***UEM61*** | | **3** | **1.5** | **-** | **3.5** | **5** | **5** | | |
| Outils physiques pour l'ingénieur 2 (enjeux et concepts de l'environnement, traitement des effluents gazeux, liquides et des déchets) ghomri | **ELTEE605** | 1.5 | - | - | 1.5 | 2 | 2 | 40% | 60% |
| Appareillage Mesure & Protection (ghezouani) | **ELTEE606** | 1.5 | 1.5 | - | 2 | 3 | 3 | 40% | 60% |
| ***UET61*** | | **3** | **-** | **-** | **1** | **2** | **2** | | |
| entrepreneuriat et start up | **ELTEE607** | 1.5 | - | - | 0.5 | 1 | 1 | 40% | 60% |
| Anglais scientifique et technique 1 | **ELTEE608** | 1.5 | - | - | 0.5 | 1 | 1 | 40% | 60% |
| ***UED61*** | **-** | **-** | **-** | **-** | **5** | **3** | **3** | | |
| Stage 1 | **ELTEE609** | - | - | - | 5 | 3 | 3 | - | 100 % |
| ***Total*** | | **12** | **7.5** | **6** | **23.5** | **30** | **30** | | |

# 2e ANNEE

## Semestre 1

**Tableau 1** : Synthèse des Unités d'Enseignements

| Code de l'UE | UEF71 | UEF72 | UEM71 | UET71 | UED71 | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Type | Fondamental | Fondamental | Méthodologique | Transversal | | |
| VHH (présentiel + personnel) | 19.5 | 10 | 10 | 06 | 05 | 49.5 |
| Crédits | 12 | 06 | 06 | 03 | 03 | 30 |
| Coefficients | 12 | 06 | 06 | 03 | 03 | 30 |

**Tableau 2** : Répartition par matière pour chaque Unité d'Enseignement

| Matières | Code | VHH | | | | Crédits | Coefficients | Mode d'évaluation | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | C | TD | TP | Travail Personnel | | | CC | EF |
| ***UEF71*** | | **4.5** | **4.5** | **4.5** | **6** | **12** | **12** | | |
| Électrotechnique 3 | **ELTEE701** | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 2 | 4 | 4 | 40% | 60% |
| Électronique de puissance 1 | **ELTEE702** | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 2 | 4 | 4 | 40% | 60% |
| Automates programmables indus. | **ELTEE703** | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 2 | 4 | 4 | 40% | 60% |
| ***UEF72*** | | **3** | **3** | **1.5** | **2.5** | **6** | **6** | | |
| énergie renouvelable 2 (éolienne et application électrique) fouad | **ELTEE704** | 1.5 | 1.5 | - | 2 | 3 | 3 | 40% | 60% |
| capteurs et actionneurs | **ELTEE705** | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 0.5 | 3 | 3 | 40% | 60% |
| ***UEM71*** | | **3** | **-** | **3** | **4** | **6** | **6** | | |
| Systèmes embarqués | **ELTEE706** | 1.5 | - | 1.5 | 2 | 3 | 3 | 40% | 60% |
| Modélisation et simulation des systèmes d'énergie renouvelable (Chemidi) | **ELTEE707** | 1.5 | - | 1.5 | 2 | 3 | 3 | 40% | 60% |
| ***UET71*** | | **3** | **-** | **-** | **3** | **3** | **3** | | |
| Gestion et pilotage de projet 1 | **ELTEE708** | 1.5 | - | - | 2 | 2 | 2 | 40% | 60% |
| Anglais scientifique et technique 2 | **ELTEE709** | 1.5 | - | - | 1 | 1 | 1 | 40% | 60% |
| ***UED71*** | **-** | **-** | **-** | **-** | **5** | **3** | **3** | | |
| Stage 2 | **ELTEE710** | - | - | - | 5 | 3 | 3 | - | 100% |
| ***Total*** | | **13.5** | **7.5** | **9** | **20.5** | **30** | **30** | | |

# 2e ANNEE

## Semestre 2

**Tableau 1** : Synthèse des Unités d'Enseignements

| Code de l'UE | UEF81 | UEF82 | UEM81 | UET81 | UED81 | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Type** | Fondamental | Fondamental | Méthodologique | Transversal | Découverte | |
| **VHH** (présentiel + personnel) | 16 | 16 | 7 | 5.5 | 5 | 49.5 |
| **Crédits** | 10 | 10 | 4 | 3 | 3 | 30 |
| **Coefficients** | 10 | 10 | 4 | 3 | 3 | 30 |

**Tableau 2** : Répartition par matière pour chaque Unité d'Enseignement

| Matières | Code | VHH | | | | Crédits | Coefficients | Mode d'évaluation | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | C | TD | TP | Travail Personnel | | | CC | EF |
| ***UEF81*** | | **3** | **3** | **3** | **7** | **10** | **10** | | |
| Réseaux de transport et de distribution d'énergie électrique (Bousmaha) | **ELTEE801** | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 3.5 | 5 | 5 | 40% | 60% |
| Électronique de puissance 2 | **ELTEE802** | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 3.5 | 5 | 5 | 40% | 60% |
| ***UEF82*** | | **3** | **3** | **3** | **7** | **10** | **10** | | |
| Systèmes de conversion de l'énergie renouvelable (Boudjella) | **ELTEE803** | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 3.5 | 5 | 5 | 40% | 60% |
| Modélisation et commande des machines électriques (Kerboua) | **ELTEE804** | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 3.5 | 5 | 5 | 40% | 60% |
| ***UEM81*** | | **3** | **-** | **3** | **1** | **4** | **4** | | |
| Intégration et impact d'intégration des énergies renouvelables aux réseaux (Anisse chiali) | **ELTEE805** | 1.5 | - | 1.5 | 0.5 | 2 | 2 | 40% | 60% |
| Stokage d'énergie (kherbouche) | **ELTEE806** | 1.5 | - | 1.5 | 0.5 | 2 | 2 | 40% | 60% |
| ***UET81*** | | **3** | **-** | **-** | **2.5** | **3** | **3** | | |
| Gestion et pilotage de projet 2 | **ELTEE807** | 1.5 | - | - | 2 | 2 | 2 | 40% | 60% |
| Anglais scientifique et technique 3 | **ELTEE808** | 1.5 | - | - | 0.5 | 1 | 1 | 40% | 60% |
| ***UED81*** | | **-** | **-** | **-** | **5** | **3** | **3** | | |
| Stage 3 | **ELTEE809** | - | - | - | 5 | 3 | 3 | | 100% |
| ***Total*** | | **10.5** | **06** | **9** | **22.5** | **30** | **30** | | |

# 3e ANNEE

## Semestre 1

**Tableau 1** : Synthèse des Unités d'Enseignements

| Code de l'UE | UEF91 | UEF92 | UEM91 | UET91 | UED91 | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Type | Fondamental | Fondamental | Méthodologique | Transversal | Découvere | |
| VHH (présentiel + personnel) | 16 | 6.5 | 13 | 07 | 05 | 47.5 |
| Crédits | 10 | 5 | 8 | 4 | 3 | 30 |
| Coefficients | 10 | 5 | 8 | 4 | 3 | 30 |

**Tableau 2** : Répartition par matière pour chaque Unité d'Enseignement

| Matières | Code | VHH | | | | Crédits | Coefficients | Mode d'évaluation | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | C | TD | TP | Travail Personnel | | | CC | EF |
| ***UEF91*** | | **3** | **1.5** | **3** | **8.5** | **10** | **10** | | |
| Complément d'Automatique (kerboua-cours, TP - Tahour) | **ELTEE901** | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 3.5 | 5 | 5 | 40% | 60% |
| Réseaux et micro réseaux intelligents (Smart Grids) – BOUSMAHA (cours), kherbouche-TP | **ELTEE902** | 1.5 | - | 1.5 | 5 | 5 | 5 | 40% | 60% |
| ***UEF92*** | | **1.5** | **1.5** | **-** | **3.5** | **5** | **5** | | |
| Systèmes multi sources à énergies renouvelables (Aniise ou **kherbouche**) | **ELTEE903** | 1.5 | 1.5 | - | 3.5 | 5 | 5 | 40% | 60% |
| ***UEM91*** | | **3** | **3** | **-** | **7** | **8** | **8** | | |
| Environnement et développement durable (ghomri-cours, ghomri -TD) | **ELTEE904** | 1.5 | 1.5 | - | 5 | 5 | 5 | 40% | 60% |
| Maintenance et fiabilité des systèmes à énergies renouvelables (ghezouani) | **ELTEE905** | 1.5 | 1.5 | - | 2 | 3 | 3 | 40% | 60% |
| ***UET91*** | | **3** | **-** | **-** | **4** | **4** | **4** | | |
| Propriété intellectuelle, ethique, déontologie et réglementation des ER (**ghomri**) | **ELTEE906** | 1.5 | - | - | 2 | 2 | 2 | 40% | 60% |
| Aspects politiques, économiques et sociaux des énergies renouvelables (boukli) | **ELTEE907** | 1.5 | - | | 2 | 2 | 2 | 40% | 60% |
| ***UED91*** | | | **-** | **-** | **5** | **3** | **3** | | |
| Stage 4 | **ELTEE908** | - | - | - | 5 | 3 | 3 | - | 100% |
| ***Total*** | | **10.5** | **6** | **3** | **28** | **30** | **30** | | |

# 3e ANNEE

## Semestre 2

**Tableau 1** : Synthèse des Unités d'Enseignements

| | | | |
|---|---|---|---|
| | **PFE (Projet de Fin d'Etudes) STG (Stage 5)** | **Travail Personnel** | **Total** |
| **Code de l'UE** | | **450 h** | |
| **Type** | | | |
| **VHH** | | | |
| **Crédits** | | | **30** |
| **Coefficient** | | | **30** |

**Tableau 2** : Répartition par matière pour chaque Unité d'Enseignement

| **Matières** | **Code** | **VHH** | **Crédits matières** | **Coefficients** |
|---|---|---|---|---|
| | **Travail Personnel** | | | |
| **Projet de Fin d'Etudes** | **PFE** | **25 h** | **27** | **28** |
| **Stage 5** | **STG** | **5 h** | **3** | **2** |
| **Total** | | **30 h** | **30** | **30** |

**Récapitulatif global :**

| **UE / VH** | **Fondamental** | **Méthodologique** | **Découverte** | **Transversal** | **Total** |
|---|---|---|---|---|---|
| **Cours** | **30** | **16.5** | **-** | **15** | **61.5** |
| **TD** | **28.5** | **9** | **-** | **1.5** | **39** |
| **TP** | **27** | **7.5** | **-** | **-** | **34.5** |
| **Travail Personnel** | **59.5** | **22** | **20** | **11.5** | **113** |
| **Total** | **145** | **55** | **20** | **28** | **248** |
| **Crédits** | **91** | **32** | **12** | **15** | **150** |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **% en crédits pour chaque type d'UE** | **60.66** | **21.33** | **8** | **10** | **-** |

**Sur l'équilibre global des enseignements**

Il est bien clair que l'étudiant durant sa formation en spécialité reçoit beaucoup de connaissances théoriques dispensées sous forme de cours. Les matières appartenant aux unités fondamentales sont les plus importantes dans la spécialité, car elles traduisent la spécialité même de l'étudiant. C'est ainsi que se forme le cursus d'enseignement.

Le complément de sa formation est basé également sur les matières de l'unité méthodologique et découverte en plus de l'unité transversale commune à toutes les spécialités.

Il y a lieu également de signaler que l'étudiant durant sa formation est tenu d'effectuer un travail personnel sous forme de devoir à la maison, de révision de cours, d'exercices à préparer, etc.

Les taux en termes de volume horaire et par suite en termes de crédits sont donc répartis suivant l'importance des unités.

D- LES MOYENS DISPONIBLES

**D1- Capacité d'encadrement : 30 étudiants**

**D2.1 Équipe de Formation interne:**

| Nom et prénom | Grades | Etablissement d'Origine | Spécialités |
|---|---|---|---|
| BENAHMED Nadia | Prof | ESSA-Tlemcen | Electronique |
| MEGHEBBAR Abdelmajid | MCA | ESSA-Tlemcen | Automatique |
| MERAD Lotfi | Prof | ESSA-Tlemcen | Télécommunications |
| TAHOUR Ahmed | Prof | ESSA-Tlemcen | Electrotechnique |
| FEROUANI Abdelkrim | MCA | ESSA-Tlemcen | Physique |
| MEBROUKI Mohamed | MCA | ESSA-Tlemcen | Physique |
| OUAHRANI Tarik | Prof | ESSA-Tlemcen | Physique |
| BOUKLI-HACENE Fouad | MCA | ESSA-Tlemcen | Mécanique (Energétique) |
| CHIALI Anisse | MCB | ESSA-Tlemcen | Physique |
| BENHAMOU Mohamed | MCA | ESSA-Tlemcen | Physique |
| KERBOUA Abdelfatah | MCB | ESSA-Tlemcen | Electrotechnique |
| CHEMIDI abdelkrim | MCB | ESSA-Tlemcen | Electrotechnique |
| BOUSMAHA Souhila | MCB | ESSA-Tlemcen | Electrotechnique |

| | | | |
|---|---|---|---|
| BENEKROUF Mohamed | MCB | ESSA-Tlemcen | Productique |
| DIDI ibtissem | MCB | ESSA-Tlemcen | Automatique |
| GHOUALI Amel | MCB | ESSA-Tlemcen | Automatique |
| KHERBOUCHE Djamila | MCB | ESSA-Tlemcen | Mécanique (Energétique) |
| BELHAMEL Abdelhamid | MAA | ESSA-Tlemcen | Mécanique |
| BRAHAMI Mustapha | MAA | ESSA-Tlemcen | Productique |
| MEGNAFI hichem | MCB | ESSA-Tlemcen | Télécommunication |
| ABDELLAOUI Ghouti | MCB | ESSA-Tlemcen | Télécommunication |
| KADAOUI El yasmine | MAA | ESSA-Tlemcen | Economie |
| MIMOUNI Faiza | MCB | ESSA-Tlemcen | Français |
| BENHBIB Nouzha | MCB | ESSA-Tlemcen | Anglais |
| M'hammedi Mohamed | MAA | ESSA-Tlemcen | Télécommunication |
| KARAOUZENE Zoheir | MAA | ESSA-Tlemcen | Automatique |

**D2.2 Équipe de Formation externe (Université de Tlemcen):**

| Nom et prénom | Grades | Etablissement d'Origine | Spécialités |
|---|---|---|---|
| LOUCIF Mourad | MCB | UNIV-Tlemcen | Electrotechnique |
| BORSALI Riad | Prof | UNIV-Tlemcen | Télécommunications |
| BENADDA Belkacem | Prof | UNIV-Tlemcen | Télécommunications |
| BOUCHAOUR Mama | MCB | UNIV-Tlemcen | Physique (énergies renouvelables) |
| CHEKROUNE Sihem | MCA | UNIV-Tlemcen | Electrotechnique |
| ZERROUKI Amine | MCB | UNIV-BLIDA | Economie |
| MERAD Laarej | MCA | UNIV-Tlemcen | Physique (énergies renouvelables) |
| MESSIRDI Mohamed | Doctorant | UNIV-Tlemcen | Automatique |

- **Enseignants visiteurs** (effectif, grade, origine et spécialité des enseignants visiteurs intervenants dans le cadre de la filière/spécialité de formation envisagée) **:**

| Nom et prénom | Grades | Etablissement d'Origine | Spécialités |
|---|---|---|---|
| SENTOUH Chouki | Prof | Université de valenciennes | Automatique |
| BRAHAMI Mustapha | Prof | Université de Sidi Belabbes | Electrotechnique |

**D2.3- Synthèse globale des Ressources Humaines assurant la formation**

| Grade | Effectif permanent | Effectif vacataire ou associé | Total |
|---|---|---|---|
| **Professeurs** | 04 | 02 | 06 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Maîtres de Conférences A** | 04 | 02 | 06 |
| **Maîtres de Conférences B** | 11 | 03 | 14 |
| **Maîtres assistants A** | 06 | / | 06 |
| **Maîtres assistants B** | / | / | / |
| **Total** | 25 | 07 | 32 |

**D2.4- Personnel permanent de soutien**

| Grade | Effectif |
|---|---|
| **Personnel de soutien (indiquer les différentes catégories)** | **61** |
| **Secrétaire** | **10** |

**D3- Moyens matériels disponibles**

1. **Laboratoires Pédagogiques et Equipements**

**Fiche des équipements pédagogiques existants pour les Laboratoires**

**(Une fiche par laboratoire)**

| N° | Laboratoires | Nombre | Capacité unitaire |
|---|---|---|---|
| 1 | Laboratoire d'électronique analogique et numérique | **4** | **20** |
| 2 | Laboratoire des énergies renouvelables Laboratoire d'automatique | **4** | **20** |
| 3 | Laboratoire des systèmes embarqués et microcontrôleurs | **4** | **20** |
| 4 | Laboratoire de mesure et instrumentation | **2** | **20** |
| 5 | Laboratoire d'automatique | **2** | **20** |
| 6 | Laboratoire de réseaux locaux informatiques | **2** | **20** |
| 7 | **Laboratoire d'électrotechnique et machines électriques (fac de technologie)** | **1** | **20** |

| N° | Espace pédagogique | Nombre | Capacité unitaire |
|---|---|---|---|

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Salle visio-conférences** | **1** | **30** |
| 2 | **Salle internet** | **1** | **19** |
| 3 | **Bibliothèque** | **1** | **140** |
| 4 | **Salle de conférences** | **1** | **160** |
| 5 | **Salle Cours/TD** | **14** | **30** |
| 6 | **Amphithéâtre** | **3** | **204** |

**Projet des laboratoires en cours de réalisation**

**Laboratoires / Projets / Equipes de Recherche de soutien à la formation proposée.**

**2. Documentation**

La bibliothèque de l'Ecole supérieure des sciences appliquées est en réseau avec d'autres bibliothèques. Elle est pourvue en ouvrages scientifiques et techniques suffisants pour la formation proposée, au total plus de 11000 ouvrages. Le renouvellement du fond documentaire est assuré par l'achat annuellement de nouveaux ouvrages parus dans les disciplines qui concernent les nouvelles formations qui seront proposées.

**3. Espaces de travaux personnels et T.I.C.**

- Deux espaces de travail pour étudiants équipés d'ordinateurs connectés aux réseaux intranet et internet et aussi dotés d'imprimantes.

**4. Terrains de Stages et formation en entreprise**

- Visite d'entreprises ; stages : ouvrier, maîtrise et ingénieur, travaux pratiques en entreprise, Projet de Fin d'Etudes en milieu industriel, stages de recherche en entreprise (formation doctorale).

**D4 Conditions d'accès :**

***Admission en première année :***

L'admission en première année à l'ESSAT est régie par les dispositions règlementaires fixées par le MESRS.

***Admission en troisième année :***

L'admission en troisième année à l'ESSAT est sujette à la réussite aux concours national d'entrée aux écoles supérieures. Le candidat sera pris selon son classement au concours et aussi selon sa fiche de vœux.

**D5 Passerelles vers les autres parcours types**
Les passerelles sont régies par les dispositions règlementaires fixées par le MESRS.

# ANNEXE

# Détails des Programmes des matières proposées

Electrotechnique 1
**(ELTEE501)**

## Objectifs de l'enseignement

A la fin de ce cours, l'élève ingénieur sera capable de :

- Etudier les circuits électriques monophasé et polyphasé (en particulier triphasé) par des calculs et représentations simples.
- Etudier les circuits magnétiques en monophasé et polyphasé (en particulier triphasé) par des représentations simples et schémas électriques simplifiés.
- Etudier et prédéterminer les caractéristiques des transformateurs monophasés et triphasés réelles à partir des schémas électriques simplifiés.
- établir les équations générales de conversion d'énergie électromécanique appliquées aux machines électriques à courant continu et à courant alternatif.

## Connaissances préalables recommandées

Lois fondamentales de l'électricité. Circuits électriques en continu, Relations mathématiques sur les grandeurs sinusoïdales, Mécanique du point matériel.

**V.H.H :** 1h30' Cours, 1h30' TD, 1h30' TP

## Contenu de l'enseignement

**Chapitre I** : Circuits Electriques en Régime Sinusoïdal **(2 semaines)**

I.1. Représentation et Propriétés des Grandeurs Sinusoïdales
I.2. Relations entre tension et courant dans un circuit RLC
I.3. Les Puissances

**Chapitre II** : Systèmes Polyphasés Equilibrés **(2 semaines)**

II.1. Equations et propriétés des systèmes polyphasés équilibrés
II.2. Couplage des systèmes polyphasés équilibrés
II.3. Application aux systèmes usuels
II.4. Régime triphasé sinusoïdal déséquilibré
II.5. Régime triphasé non sinusoïdal

**Chapitre III** : Circuits Magnétiques **(2 semaines)**

III.1. Notion générales sur le magnétisme
III.2. Circuits Magnétiques
III.3. Méthodes de calcul des circuits magnétiques

**Chapitre IV** : Transformateurs Monophasés **(3 semaines)**

IV.1. Bobine à noyau de fer en régime sinusoïdal
IV.2. Constitution du transformateur
IV.3. Schémas simplifiés du transformateur
IV.4. Caractéristiques du transformateur
IV.5. Essais du transformateur

**Chapitre V** : Transformateurs Triphasés **(3 semaines)**

V.1. Bobine à noyau triphasée de fer en régime sinusoïdal
V.2. Constitution du transformateur triphasé
V.3. Fonctionnement en charge tu transformateur triphasé
V.4. Fonctionnement du transformateur triphasé en régime déséquilibré
V.5. Fonctionnement en parallèle des transformateurs
V.6. Essais des transformateurs triphasés

**Chapitre VI** : Conversion électromécanique **(2 semaines)**

VI.1. Principe de la conversion d'énergie électromécanique.
VI.2. Calcul de l'énergie et la co-énergie
VI.3. Calcul du couple et force électromagnétique
VI.4. Équation mécanique
VI.5. La machine électrique primitive.
VI.6. Bobinages des machines électriques.

## Modalités d'évaluation :

Interrogations, Travaux pratiques, Examen final et Examen de rattrapage

## Bibliographie

G. Séguier, F. Notelet, ''Electrotechnique industrielle''. Téch et Doc, 1987.
A. Ivanov-Smolensky, "Electrical Machines", Édition MIR, 1982.
T. Wildi, " Electrotechnique ". 2ème édition, Presses de l'université de Laval, 2005.
M. Marty, D. Dixneuf, D.G. Gilabert, ''Principes d'électrotechnique'', Dunod, 2011.
A. Fouille, ''Electrotechnique a l'usage des ingenieurs : Machines electriques'', Tome I, Édition Dunod, 1957.

## Systèmes asservis 1 (ELTEE502)

**Objectifs :**

L'objectif de ce cours est de donner les outils pour modéliser, analyser et commander un processus linéaire. A l'issue de ce cours les étudiants doivent être capables de manipuler des schémas bloc, décider de la stabilité d'un système linéaire et synthétiser un régulateur par des méthodes temporelles ou fréquentielles.

**Prérequis : Aucun**

**VHH : 1h30' cours, 1h30' TD, 1h30' TP**

**Contenu de l'enseignement :**

1- Modèles dynamiques **(2 semaines)**

- Exemples de modèles
- Linéarisation et mise à l'échelle

2- Réponse dynamique **(3 semaines)**

- Rappel sur la transformée de Laplace
- Réponse d'un système linéaire.
- Fonction de transfert (Pôles, zéros, Système propre …)
- Schémas bloc, Règle de Mason.
- Effet des pôles et zéros sur la réponse dynamique
- Notion de stabilité et critère de stabilité d'un système linéaire.
- Obtention des modèles à partir des données expérimentales.

3- Méthode du lieu des racines **(2 semaines)**

- Lieu des racines pour des systèmes simples.
- Règles d'obtention du lieu des racines.
- Choix de paramètre

4- Méthodes fréquentielles **(3 semaines)**

- Réponse fréquentielle
- Critère de Nyquist
- Marges de stabilité
- Relation de gain-Phase de Bode
- Réponse fréquentielle en boucle fermée.
- Correction dans le domaine fréquentielle.

5- Correcteurs: **(4 semaines)**

- Correction en cascade et en réaction (P, PI, PID..)
- Chaine d'anticipation
- Méthodes de mise au point des régulateurs (Broida, Ziegler-Nickolas etc..)

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu: 40%; Examen (60%)

**Références bibliographiques :**

[1] Gene F. Franklin, J. David Powell, Abbas Emami-Naeini, Feedback Control of Dynamic systems, Prentice Hall, 2002.
[2] J. d'Azzo et C. Houpis, Linear control systems analysis and design , Mac Graw-Hill
[3] P. Borne, Analyse et regulation des processus industriels, Editions Technip

## Électronique analogique (ELTEE503)

**Objectifs :**

Le programme proposé ici a été conçu avec un souci constant de pédagogie et la volonté de rendre les concepts de l'électronique analogique accessibles à l'ensemble des étudiants. L'objectif principal de ce cours est de permettre à l'étudiant de connaitre et de

comprendre les composants à semi-conducteurs, les amplificateurs opérationnels leurs tests et les circuits dans lesquels on les retrouve.

**Prérequis :**

L'électronique n'est pas une discipline extrêmement compliquée pour qui l'aborde avec rigueur et méthode. Elle nécessite toutefois que l'étudiant soit familiarisé avec les lois fondamentales de l'électrocinétique, que ce soit en régime continu, sinusoïdal ou transitoire. Les prérequis de mathématiques de l'électronique ne sont pas nombreux : ils concernent l'analyse des fonctions réelles, le calcul différentiel et intégral et les nombres complexes. De même des notions de bases sur les semi-conducteurs sont des préalables.

**VHH : 1h30' cours, 1h30' TD, 1h30' TP**

**Contenu de l'enseignement :**

**Chapitre 1 : Généralités sur les Semi-conducteurs (2 semaines)**

1-1- Rappel sur les diodes
1-2- Rappel sur les transistors bipolaires (Fonctionnement en commutation et linéaire)

**Chapitre 2 : Le transistor à effet de champ JFET (3 semaines)**

2-1- Transistor JFET canal N et canal P
2-2- Caractéristiques électriques du transistor JFET canal N
2-2-1- Montage source commune
2-3- Caractéristiques électriques du transistor JFET canal P
2-4- Applications

**Chapitre 3 : Amplificateur opérationnel (4 semaines)**

**Introduction : les circuits intégrés**

**3-1- L'amplificateur opérationnel**

3-1-1- Brochage
3-1-2- Symboles
3-1-3- Alimentation

**3-2- Caractéristiques électriques**

3-2-1- Courants d'entrée
3-2-2- Tension différentielle d'entrée
3-2-3- Caractéristique de transfert
3-2-4- Courant de sortie
3-2-5 - Réaction positive et contre réaction

**3-3- L'amplificateur opérationnel en régime linéaire**

3-3-1- Montage amplificateur de tension
3-3-1-1- Introduction, montage suiveur
3-3-1-2- Montage amplificateur inverseur
3-3-2- Fonctions mathématiques
3-3-2-1- Montage additionneur non inverseur
3-3-2-2- Montage soustracteur
3-3-2- Montage intégrateur et dérivateur

**Chapitre 4 : Filtres analogiques (3 semaines)**
**Introduction**
**4-1- Etude du filtre en régime sinusoïdal**
4-1-1- Filtre actif et filtre passif
4-1-2- Les principaux types de filtres (idéaux)

- Filtre passe-bas
- Filtre passe-haut
- Filtrep asse-bande
- Filtre coupe-bande (réjecteur de bande)

4-1-3- Filtres réels

- Fréquence de coupure
- Diagramme de Bode

4-1-4- Fonction de transfert (transmittance complexe)
4-1-5- Exemple n°1 : filtre passe-bas passif (filtre RC)
4-1-6- Exemple n°2 : filtre passe-haut actif (à amplificateur opérationnel)

**Chapitre 5 : Oscillateurs (2 semaines)**
Introduction
5-1- Oscillateurs RC
5-2- Oscillateur à pont de Wien
5-3- Oscillateurs Hartley, Colpitts, Clapp et Pierce
5-4- Multivibrateurs (astable, bistable, monostable)

**Travaux pratiques**

**TP N°1** : Les trois montages fondamentaux à base de transistors
**TPN°2** : Montage amplificateur en classe B et C
**TP N°3** : Montages fondamentaux utilisant l'amplificateur opérationnel A 741(amplificateur inverseur, non inverseur, suiveur de tension, comparateur à seuil, intégrateur, application pour le cas d'un filtre passe-haut actif)
**TP N°4** : Les Oscillateurs sinusoïdaux (oscillateur à pont de WIEN, à réseau déphaseur RC et oscillateur LC)
**TP N°5** : Les multivibrateurs (astable, monostable et bistable)

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu: 40%; Examen (60%)

**Références bibliographiques :**
[1] A. Malvino, Principe d'Electronique, 6ème Edition Dunod, 2008.
[2] T. Floyd, Electronique Composants et Systèmes d'Application, 5ème Edition, Dunod, 2000.
[3] F. Milsant, Cours d'électronique (et problèmes), Tomes 1 à 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] T. Neffati, Electricité générale, Dunod, 2004.
[8] D. Dixneuf, Principes des circuits électriques, Dunod, 2007

## Traitement du signal 1
## (ELTEE504)

**Objectifs** :

L'objectif de ce module est de maîtriser les techniques de représentation temporelles et spectrales des signaux et systèmes à temps continus (analogique) ainsi d'acquérir une connaissance fondamentale de la théorie des systèmes linéaires.

**Prérequis :**

Mathématiques, Probabilités

**VHH : 1h30' cours, 1h30' TD, 1h30' TP**

**Contenu de l'enseignement :**

**Chapitre 1 : Introduction Générale (2 semaines)**
Pourquoi le traitement du signal
Classification des signaux
Signaux élémentaires
Opérations élémentaires sur les signaux.

**Chapitre 2 : Représentation Vectorielle des Signaux (2 semaines)**
Distance entre deux signaux
Produit scalaire de deux signaux
Fonctions orthogonales
Principe d'orthogonalité

**Chapitre 3 : Analyse de Fourier des Signaux Analogiques (4semaines)**
Séries de Fourier
Transformée de Fourier
Energie et puissance des signaux
Densité spectrale de puissance
Fonction de corrélation
Théorème de Wienner-Kintchine
Systèmes et opérateurs fonctionnels
Opérateurs linéaires invariants
Transformée d'Hilbert.

**Chapitre 4 : Probabilités et variables aléatoires (3 semaines)**
Eléments de la théorie des ensembles
Analyse combinatoire

Notions de probabilités
Variables aléatoires à une dimension
Variables aléatoires à deux dimensions
Transformation des variables aléatoires.

**Chapitre 5 : Processus Aléatoires (3 semaines)**
Définitions et caractéristiques
Moyenne, corrélation, covariance
Stationnarité, ergodicité
Puissance et énergie d'un signal aléatoire
Bruit blanc
Réponse des systèmes linéaires aux signaux aléatoires.

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu: 40%; Examen (60%)

**Références bibliographiques :**


1. F. De Coulon, Théorie et traitement des signaux, Presses polytechniques romandes.
2. J. Max, J. L. Lacoume, Méthodes et techniques de traitement du signal, Dunod, 2004.
3. A. Papoulis, Probability, Random Variables and Stochastic Processes, Mc-Graw Hill, 1984.
4. B. Picinbono, Random Signals and Systems, Prentice-Hall, 1992.
5. M. Benidir, Théorie et Traitement du Signal, Dunod, 2002.
6. B. Picinbono, Introduction à la théorie du signal, Dunod.


Outils physiques pour l'ingénieur 1 (thermodynamique, mécanique des fluides, transferts de chaleur et de masse)
**(ELTEE505)**

**Objectifs :**

- Ce programme a pour objectif de permettre aux élèves (futurs ingénieurs) de comprendre, décrire et quantifier le fonctionnement des machines thermodynamiques (les pompes à chaleur et les moteurs). Il est conçu pour être abordable en première année d'études supérieures et couvert en un seul semestre. Il est destiné à de futur/es ingénieur/es curieux/ses de comprendre le pourquoi et le comment des machines qui les entourent et des équations qu'ils ou elles utilisent

- Pour le transport et le transfert de l'énergie thermique les problèmes de transmission d'énergie, et en particulier de la chaleur, ont eu une importance déterminante pour l'étude et le fonctionnement d'appareils tels que les générateurs de vapeur, les fours, les échangeurs, les évaporateurs, les condenseurs, etc., mais aussi pour des opérations de transformations chimiques

**Prérequis :**

Notions de base en thermodynamique générale :

- Premier et deuxième principes de la thermodynamique
- Propriétés thermodynamiques des fluides (Gaz parfaits et gaz réels)
- Transferts de chaleur et emplois des combustibles : notions de base.

**VHH : 1h30' cours,**

**Contenu de l'enseignement :**

**Partie 1 : THERMODYNAMIQUE (4 semaines)**

- Rappels sur les principes de la thermodynamique et Applications.
- Les machines thermiques
- Étude des cycles des moteurs
- Cycles frigorifiques et Pompes à Chaleur
- Liquide et Vapeur

**Partie 2 : MECANIQUE DES FLUIDES (4 semaines)**

- Bilans énergétiques pour les écoulements permanents
- Force exercées par un fluide en écoulement
- Ecoulements compressibles
- Introduction à la turbulence en mouvement moyen
- Analyse dimensionnelle et lois de similitude

**Partie 3 : TRANSFERT DE CHALEUR ET DE MASSE (6 semaines)**

- Généralités sur les processus de transferts thermiques
- Conduction thermique
- Convection thermique
- Rayonnement thermique
- Les échangeurs de chaleur

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu: 40%; Examen (60%)

**Références bibliographiques :**

[1] Gordon Van Wylen, Richard Sonntag. Thermodynamique appliquée. ISBN: 978-2761306621, Diffusion Pearson Education.

[2] André Lallemand. Exercices et problèmes de thermodynamique - Génie énergétique. ISBN : 9782729864934, Ellipses.

[3] José-Philippe Pérez. Thermodynamique : Fondements et applications - Exercices et problèmes résolus. ISBN: 9782100055548, Dunod.
[4] Jean-Noël Foussard, Edmond Julien Stéphane, Mathé Hubert, Debelle fontaine. Les bases de la thermodynamique : cours et exercices corrigés. ISBN: 978-2-10-072131-3, Dunod
[5] Ana-Maria Bianchi, Yves Fautrelle, Jacqueline Etay. Transferts thermiques. ISBN:2880744962, presses polytechniques.
[6] André GIOVANNINI, Benoît BÉDAT. Transfert de chaleur Broché. ISBN: 9782364930247, Cépaduès, 2012.
[7] Ghasem Henda. Bilans matière et énergie pour l'ingénierie chimique - Principes et applications pratiques. ISBN: 9782804165673, De Boeck, 2012.
Transferts thermiques : initiation et approfondissement. ISBN: 9782743019938, Tec et Doc, 2015.
[8] Battaglia, Jean-Luc. Introduction aux transferts thermiques : cours et exercices corrigés, ISBN: 9782100705405, De Boeck, 2015.

## Application des Matériaux en énérgie renouvelable (ELTEE 506)

**Objectifs de l'enseignement**
Acquérir des connaissances théoriques et pratiques sur la technologie de fabrication des générateurs de l'énergie renouvelable tels que : alliage des matériaux, technologies des cellules photovoltaïques.

**Connaissances préalables recommandées**
Lois fondamentales de l'électricité, lois fondamentales de la chimie minérale, physique des semi-conducteurs.

**V.H.H : 1h30' cours, 1h30' TD, 1h30'**

**Contenu de l'enseignement**

**Chapitre I : Généralités sur les matériaux (2 semaines)**

I.1. Généralités sur les matériaux
I.2. Structure des matériaux solides
I.3. Propriétés physiques
I.4. Métaux et alliages
I.5. Matériaux organiques
I.6. Matériaux minéraux
I.7. Matériaux composites
I.8. Matériaux monocouches

**Chapitre II : Propriétés mécaniques des matériaux (3 semaines)**

II.1. Propriétés mécaniques
II.2. Dégradation
II.3. Impact environnemental
II.4. Critères de choix des matériaux pour éolienne

**Chapitre III : Matériaux pour l'électrotechnique (3 semaines)**

III.1. Matériaux conducteurs

III.2. Matériaux semi-conducteurs
III.3. Matériaux magnétiques
III.4. Matériaux diélectriques
III.5. Matériaux supraconducteurs

**Chapitre IV : Matériaux pour cellules photovoltaïques (3 semaines)**

IV.1. Propriétés des matériaux pour cellules photovoltaïques
IV.2. Silicium cristallin
IV.3. Silicium amorphe
IV.4. Arséniure de gallium et autres composants III-V
IV.5. Tellurure de Cadmium et autres composants II-VI
IV.6. Di-séléniure de cuivre et d'Indium et autres composants I-III-VI
IV.7. Autres composants pour cellules photovoltaïques

**Chapitre V : Matériaux Diélectriques (3 semaines)**

V.1. Rappels sur le champ électrique en présence de matériaux diélectriques- l'induction électrique.
V.2. Les divers types de polarisation des diélectriques.
V.3. Comportement de diélectriques en champ alternatif.
V.4. Pertes diélectriques.
V.5. Mesure des pertes diélectriques.
V.6. Les différents mécanismes de conduction dans les diélectriques.
V.7. Claquage dans les diélectriques.
V.8. Essais normalisés.
V.9. Isolants et isolation.
V.10. Classes d'isolants.
V.11. Dimensionnement de l'isolation.
V.12. Notions sur la ferroélectricité et la piézoélectricité

**Travaux pratiques proposés pour le module :**

1- Propriétés mécaniques de matériaux
2- Propriétés magnétiques de matériaux
3- Propriétés électriques des semi-conducteurs.
4- Caractéristiques des supraconducteurs
5- Applications des supraconducteurs

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu: 40%; Examen (60%)

**Références bibliographiques**

1- Introduction to Solid State Physics, Charles Kittel, Wiley (1953).
2- Solid State Physics, N. W. Ashcroft, N. D. Mermin, Harcourt. Inc (1976).
3- Materials Science and Engineering , an Introduction, 8th edition , W.D. Callister, D.G. Rethwisch, Wiley (1940)
4- Engineering Materials, M.F. Ashby, D.R.H. Jones, Pergamon (1986).

5- Introduction à a science des matériaux, J.P. Mercier, G. Zambelli, W. Kurz, 3ème édition, Presses polytechniques et universitaires romandes (2002).
6- An Introduction to Engineering Materials and Science, B. S. Mitchell, Wiley-Interscience (2004).
7- Solid State Physics, H. Ibach, H. Luth, 2nd edition, Springer (1995).
8- A History of Metalurgy, R.F. Tylecote, 2nd edition, Maney for the institute of materials (1992).
9- The Oxford Solid State Basics, S.H. Simon, Oxford university press (2013).
10- Handbook of Photovoltaic Science and Engineering, edited by A. Luque and S. Hegedus, Wiley (2003)
11- Experimental Mechanics of Solids, C.A and F.M. Sciammarella, Wiley (2012).
12- Materials Science and Engineering Handbook, 3rd edition, J.F. Shackelford, W. Alexander, CRC Press (2001).
13- Photovoltaic Materials, R. H. Bube, Imperial College Press (1998).
14- Wind Energy Explained, 2nd edition, J. F. Manwell, J.G. McGowan, A.L. Rogers, Wiley (2009).
15- Mechanics of Composite Materials, 2nd edition, R. M. Jones, Taylor & Francis (1999).
16- Physique des Semiconducteurs et des composants électroniques, 6ème édition, H. Mathieu, H. Fanet, Dunod (2009).
17- Magnétisme et matériaux magnétiques pour l'électrotechnique , P. Brissonneau, , Hermès (1997).
18- Physics of Magnetism and Magnetic Materials, K. H. J. Buschow, F. R. de Boer, Kluwer Academic Publishers (2004)

## Outils mathématiques et numériques pour l'ingénieur (ELTEE507)

**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, maitrise programmation en C.

**V.H.H :** 1h30' Cours, 1h30' TD, 1h30' TP

**Chapitre I :** Rappels sur quelques méthodes numériques **(4 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 II :** Equations aux dérivées partielles (EDP) **(5 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 III :** Techniques d'optimisation **(5 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


**Travaux pratiques proposés pour le module** (en langage C).

- **TP1 :** Calculer de l'intégrale par les méthodes suivantes : Trapèze, Simpson et générale.
- **TP2 :** Résolution des équations et systèmes d'équations différentielles ordinaires par les différentes méthodes Euler, RK-4.
- **TP3 :** Résoudre des systèmes d'équations linéaires et non-linéaires : Jacobi ; Gauss-Seidel ; Newton - Raphson
- **TP4 :** Résoudre des EDP par la MDF et la MEF pour les trois (03) types d'équations (Elliptique, parabolique et elliptique).

## Comptabilité et analyse financière de l'entreprise (ELTEE508)

**Objectifs :**

- Acquisition du vocabulaire propre à la comptabilité de l'entreprise
- Fournir les éléments nécessaires à la réalisation d'un plan de financement

- Connaitre les paramètres nécessaires à une évaluation financière d'une entreprise
- Identifier les différentes sources de financement
- Préparer l'étudiant à créer sa propre entreprise ou à gérer un projet d'investissement.

**Prérequis : Aucun**

**VHH : 1h30' cours, 1h30' TD**

**Contenu de l'enseignement :**

**Chapitre 1 : Comptabilité et analyse financière de l'entreprise (5 semaines)**

- Les documents comptables obligatoires (Le bilan et Le Tableau des comptes de résultat)
- Le diagnostic financier (Le fonds de roulement, Le besoin en fonds de roulement, La trésorerie)
- Les indicateurs de gestion (Tableau de bord de gestion)
- Lecture financière d'un modèle économique

**Chapitre 2 : Gestion de la trésorerie et plan de financement (5 semaines)**

- Gestion de la trésorerie
- Plan de financement
- Le choix des investisseurs financiers (Les banques, L'actionnariat, Capital-risque, Bisness angel)

**Chapitre 3 : Notions en comptabilité analytique (4 semaines)**

- La relation entre la comptabilité financière et la comptabilité analytique
- Les typologies des charges
- L'incorporation des charges
- Calcul des différents couts

**Références bibliographiques :**

[1] Joe Knight, Karen Berman, John Case, Michel Le Séac'h, Isabelle Gey-Renard,Comprendre la finance : Pour les non-financiers et les étudiants - Ce que signifient vraiment les chiffres de l'entreprise, 2009

## Langue et communication 1 (ELTEE509)

**Objectifs :**

- Développer les capacités de lecture, de rédaction et de prise de parole en public dans le souci d'informer,
- Prendre conscience des enjeux et des codes de la communication.

**Prérequis :**

- Programme des deux années du cycle préparatoire
- Exploitation efficace de la documentation pour la restituer sous forme de résumés, de synthèses de documents, de comptes rendus
- Production de discours écrits et oraux qui porteront la marque de leur individualité.

**Compétences visées**

L'étudiant doit être capable de :

- Rechercher, traiter et restituer l'information (à l'écrit et à l'oral) ;
- Distinguer les différents types d'écrit,
- Acquérir les capacités d'expression orale pour les utiliser dans différents contextes,
- S'initier aux normes de présentation écrite et orale,
- Connaître et savoir utiliser les techniques d'argumentation et de persuasion,
- Présenter des exposés en utilisant la synthèse de documents.

**VHH : 1h30' cours**

**Contenu de l'enseignement :**

**Chapitre 1 : Oser s'exprimer et adapter son expression (4 semaines)**

- Langue et registres de langue,
- La présentation orale : le verbal et non verbal (travail de la voix, du corps, des gestes, etc.),

émetteur, récepteur, message, canal, …

- Effets du non verbal sur les interlocuteurs,
- Règles de présentations écrites et orales : typographie, orthographe/syntaxe, gestion des supports,
- Techniques de l'exposé

**Chapitre 2 : Structurer et organiser son expression (5 semaines)**

- Les différentes sources d'information ;
- Décrire un lieu, un objet ou un appareil ;
- Expliquer quelque chose à son interlocuteur et adapter le contenu du message au récepteur ;
- Parler à partir d'un schéma ;
- Prise de notes pour rédiger un rapport ou un compte rendu

**Chapitre 3 : Discuter et le travailler en groupe : (5 semaines)**

- Argumenter et négocier pour convaincre ;
- Apprendre le sens de la nuance ;
- Participer à une réunion pour mettre à pied un projet,
- Savoir écouter et éviter de s'éloigner du sujet de la réunion,
- La réfutation et ses techniques,
- Proposer des solutions alternatives,
- Techniques du débat.

**Modalités de mise en œuvre**

Exercices de communication écrite et orale : prise de notes, reformulation, courriers, courriel, prise de parole. Exposé oral avec support visuel.

**Prolongements**

Travaux des autres modules, travaux de groupe.

**Mots clés**
Communication, culture, écrit et oral, verbal et non verbal, visuels, rédaction, rédaction techniques d'expression.

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu: 40%; Examen (60%)

**Références bibliographiques :**

[1] Bellenger Lionel (1998), La force de persuasion, ESF.
[2] Danblon Emmanuelle (2005), La fonction persuasive, Armand Colin
[3] Dufour Michel (2008), Argumenter, Armand Colin.
[4] Faure Didier, (2002), Guide de la communication écrite de l'entreprise, Maxima.
[5] Kerbrat –Orecchioni .Catherine(1996), La conversation, Paris : Seuil ("Mémo).
[6] Kerbrat –Orecchioni .Catherine (2001), Les actes de langage dans le discours, Paris : Nathan [rééd. A. Colin, 2008].
[7] Maingueneau Dominique (2000), Analyser les textes de communication, Lettres sup, Nathan Université.
[8] Vanoye Francis (1990) , Expression et communication, Armand Colin.
[9] Ricœur Paul, (2005), Discours et communication, L'Herne.

**Electrotechnique 2**
**(ELTEE601)**

## Objectifs de l'enseignement

A la fin de ce cours, l'élève ingénieur sera capable de :

- Etudier et prédéterminer les caractéristiques des machines à courant continu par des calculs et représentations simples.
- Maitriser le comportement des moteurs à courant continu
- Apprendre les bases des machines à courant alternatif
- Etudier et prédéterminer les caractéristiques des machines asynchrones.
- Etudier et prédéterminer les caractéristiques des machines synchrones.

## Connaissances préalables recommandées

Lois fondamentales de l'électricité. Circuits électriques en alternatif, Relations mathématiques sur les grandeurs sinusoïdales, Principe de la conversion d'énergie électromécanique.

**V.H.H :** 1h30' Cours, 1h30' TD, 1h30' TP

## Contenu de l'enseignement

**Chapitre I** : Machine à Courant Continu **(3 semaines)**

I.4. Organisation de la MCC
I.5. Principe de fonctionnement de la MCC
I.6. Enroulement d'induit de la MCC
I.7. Force électromotrice de la MCC
I.8. Phénomène de la commutation du courant au collecteur
I.9. Phénomène de la réaction magnétique de l'induit

**Chapitre II** : Moteur à Courant Continu **(3 semaines)**
II.1. Types d'excitations du MCC
II.2. Caractéristiques du MCC
II.3. Essais du MCC

**Chapitre III** : Concepts des machines à courant alternatif**(2 semaines)**
III.1. Principe de fonctionnement de machines à courant alternatif
III.2. Force électromotrice produite par un champ tournant
III.3. Champ tournant produit par des courants alternatifs
III.4. Enroulement des machines à courant alternatif
III.5. Force magnétomotrice produite par des enroulements à courant alternatif

**Chapitre IV** : Moteur Asynchrone **(4 semaines)**
V.7. Constitution de la machine asynchrone
V.8. Principe de fonctionnement du moteur asynchrone
V.9. Principe de fonctionnement de la MAS à cage
V.10. Schéma Equivalent Monophasé
V.11. Bilan de courants, puissances, couples et rendement
V.12. Caractéristiques du moteur asynchrone
V.13. Modification des caractéristiques du moteur asynchrone
V.14. Démarrage et freinage du moteur asynchrone

**Chapitre V** : Moteur Synchrone **(4 semaines)**
V.1. Organisation de la machine synchrone
V.2. Force électromotrice des enroulements à courant alternatif
V.3. Circuit électrique équivalent monophasé de la MS
V.4. Puissance et couple électromagnétiques
V.5. Caractéristiques du Moteur Synchrone
V.6. Bilan des puissances des machines synchrones couplées au réseau
V.7. Machines synchrones autopilotées alimentées en courant sinusoïdal

## Modalités d'évaluation :

Interrogations, Travaux pratiques, Examen final et Examen de rattrapage

## Bibliographie

G. Séguier, F. Notelet, ''Electrotechnique industrielle''. Téch et Doc, 1987.
A. Ivanov-Smolensky, "Electrical Machines", Édition MIR, 1982.
T. Wildi, " Electrotechnique ". 2ème édition, Presses de l'université de Laval, 2005.
A. Fouille, ''Electrotechnique à l'usage des ingenieurs : Machines electriques'', Tome I et II, Édition Dunod, 1957.
M. Kostenko et L. Piotrovski, "Machines Electriques : Machines à Courant Alternatif " Tome II, 3ème édition, Édition MIR, 1979.
J. Châtelain, ''Machines Electriques'', Traité d'Electricité, Ecole Polytechnique Fédérale de

Lausanne, Éditions Georgi, 1983.

## Systèmes asservis 2
## (ELTEE602)

**Objectifs :**
L'objectif de ce cours est d'introduire la notion de système commandé par ordinateur, de sensibiliser les étudiants aux problèmes liés à la discrétisation. A l'issue du cours les étudiants doivent être capable de manipuler des fonctions de transfert discrètes, analyser la stabilité d'un système discret et de synthétiser un correcteur pour les systèmes discrets.

**Prérequis :** Systèmes asservis 1

**VHH : 1h30' cours, 1h30' TD, 1h30' TP**

**Contenu de l'enseignement :**

1- Introduction générale aux systèmes échantillonnés **(2 semaines)**
2- Transformée en z **(2 semaines)**
   a. Equations aux différences
   b. Fonction de transfert discrète
      i. Schémas bloc et description par variables d'état
      ii. Réponse impulsionnelle
      iii. Stabilité et critère de Jury
   c. Modèles discrets de systèmes échantillonnés
   d. Réponse dynamique
   e. Réponse fréquentielle
3- Systèmes échantillonnés **(3 semaines)**
   a. Analyse de l'échantillonneur bloqueur.
   b. Spectre d'un signal échantillonnée et repliement
   c. Extrapolation des données
   d. Calculs sur les schémas bloc
4- Equivalents discrets des fonctions de transfert continus. **(2 semaines)**
5- Synthèse des systèmes échantillonnés **(3 semaines)**
   - correcteur PID numérique.
   - correcteur RST.
6- Synthèse dans l'espace des états. **(2 semaines)**

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu: 40%; Examen (60%)

**Références bibliographiques :**

[1] Gene F. Franklin, J. David. Powell, Michael L. Workmann, Digital control of dynamic systems, ADDISON-Wesley Publishing Company.

[2] E. Godoy, E .Oterstag, Commande numérique des systèmes, approches polynomiales et fréquentielle, Ellipses 2003.
[3] R. Longchamp, Commande numérique, Presses Rommandes 2006.

## ÉNERGIE RENOUVELABLE 1 (ENERGIE SOLAIRE) (ELTEE603)

**OBJECTIFS DE L'ENSEIGNEMENT**

- Contribuer à la lutte contre l'effet de serre,
- Agir pour réduire la consommation des énergies dites "non renouvelables",
- Optimiser les ressources énergétiques locales.

**CONNAISSANCES PREALABLES RECOMMANDEES**

- Notions générales sur les calculs thermiques.
- Avoir de bonnes connaissances sur l'énergie solaire (aspects géométriques et énergétiques).
- Notions fondamentales sur l'évaluation du gisement solaire.
- Bonnes connaissances en thermodynamique et transfert de masse.

**VHH : 1h30' cours, 1h30' TD, 1h30' TP**

**CONTENU DE L'ENSEIGNEMENT**

Chapitre 1 : Rappel : Généralités sur les énergies renouvelables **(2 semaines)**

Chapitre 2 : Introduction à l'énergie solaire **(2 semaines)**

- Ressources énergétiques solaires

Chapitre 3 : Solaire Photovoltaïques **(4 semaines)**

- Théorie,
- Caractérisations physiques
- Types ; Technologie-et composants
- Applications
  - ✓ Systèmes autonomes
  - ✓ Raccordement aux réseaux

Chapitre 4 : Solaire Thermique **(3 semaines)**

- Théorie et Caractérisations
- Technologie et composants
- Différentes applications

Chapitre 5 : Solaire Thermodynamique **(3 semaines)**

- Définition et Théorie,
- Caractérisations
- Types et Technologie-
- Différentes Applications

**MODE D'EVALUATION** :
Interrogations, Mini-projets, Travaux pratiques, Examen final et Examen de rattrapage

**BIBLIOGRAPHIES**


- Czepirski L., Komorowska-Czepirska E., Szymonska J., Fitting of different models for water vapour sorption on potato starch granules, Applied Surface Science, Vol.196, pp.150-153, 2002. 2.
- AFEDES, Memosol, mémento d'héliotechnique, Editions Européennes Thermique et Industrie, Paris, 1979.
- Sfeir A.A., Guarracino G., Ingénierie des systèmes solaires, Technique et Documentation, Paris, 1980.
- http://www.pedagogie.ac-nantes.fr/servlet/com.jsbsoft.jtf.core.SG : un ensemble de ressources pédagogiques sur l'énergie solaire et ses applications dont un programme de calcul de l'ensoleillement solaire
- L'énergie solaire thermique et photovoltaïque Les guides de l'habitat durable , Michel Tissot, ISBN 2212133200, 9782212133202, Eyrolles, 2012
- La climatisation solaire: thermique ou photovoltaïque Collection technique & ingénierie, Froid et génie climatique Technique Et Ingénieries Technique et ingénierie. Série Froid et génie climatique, Francis Meunier, Daniel Mugnier, ISBN 2100582062, 9782100582068 ; Dunod, 2013


## Logique et Calculateur (ELTEE604)

**Objectifs de l'enseignement**:
Connaître les circuits combinatoires usuels. Savoir représenter 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 et les compteurs.

**V.H.H :** 1h30' Cours, 1h30' TD, 1h30' TP

**Connaissances préalables recommandées:**

**CHAPITRE I : (1 semaine)**
Système combinatoire et séquentiel
**CHAPITRE II : (1 semaine)**
Notions fondamentales
**CHAPITRE III : (2 semaines)**
Systeme de numerotation et codes

III.1. Binaire
III.2. Hexadécimal
III.3. Octal
III.4.- Arithmétique (opérations élémentaires)

**CHAPITRE IV: (3 semaines)**

Circuits combinatoires
IV.1.Algèbre do BOOL
IV.2. Portes logiques
IV.3. Synthèse des circuits combinatoires
IV.4.Les méthodes de simplification:
IV.5.Table de Karnaugh
IV.6. Mc Cluskey
IV.7. Codeurs / Décodeurs
IV.8. Multiplexeurs/ Démultiplexeurs
IV.9. Additionneurs / Soustracteurs
IV.10. Générateurs des fonctions logiques

**CHAPITRE V : (4 semaines)**

**Circuits séquentiels:**

V.1. Généralités sur les circuits séquentiels
V.2. Les bascules
V.3. Les compteurs ( Synchrones / Asynchrones )
V.4. Les registres
V.5. Synthèse des circuits séquentiels

**CHAPITRE VI :**

**Introduction aux microprocesseurs (3 semaines)**

**Chapitre VII:** Architecture et fonctionnement d'un microcontrôleur
**Chapitre VIII:** Applications des microprocesseurs et microcontrôleurs

**Références bibliographiques**


1. R. Zaks et A. Wolfe. Du composant au système – Introduction aux microprocesseurs.
2. Sybex, Paris, 1988.
3. M. Tischer et B. Jennrich. La bible PC – Programmation système. Micro Application,
4. Paris, 1997.
5. R. Tourki. L'ordinateur PC – Architecture et programmation – Cours et exercices.
6. Centre de Publication Universitaire, Tunis, 2002.
7. H. Schakel. Programmer en assembleur sur PC. Micro Application, Paris, 1995.
8. E. Pissaloux. Pratique de l'assembleur I80x86 – Cours et exercices. Hermès, Paris, 1994


**Travaux pratiques :**

**TP N°1** : Initiation aux circuits intégrés numériques
**TP N°2** : Synthèse des circuits combinatoires (Codeurs, décodeurs, multiplexeurs, démultiplexeurs, circuits arithmétiques)
**TP N°3** : Les bascules (JK, RS, D,…)
**TP N°4** : Compteurs, Décompteurs et registres à décalage
**TP N°5** : Convertisseurs Analogique/Numérique et Numérique/Analogique
**TP N°6** : Introduction au langage VHDL

**Mode d'évaluation :**
Contrôle continu: 40%; Examen (60%)

**Références bibliographiques :**
[1] J. C. Lafont et J. P. Vabre, "Cours et Problèmes d'Électronique Numérique", Éd. Ellipses.
[2] M. Gindre & D. Roux, "Electronique numérique : logique combinatoire et technologie", McGraw-Hill.
[3] M. Gindre & D. Roux, "Electronique numérique : logique séquentielle ", McGraw- Hill
[4] R. J. TOCCI, « Circuits Numériques, Théorie et Applications », Éditions Dunod.

## Outils physiques pour l'ingénieur 2 (enjeux et concepts de l'environnement, traitement des effluents gazeux, liquides et des déchets) (ELTEE605)

**Objectifs**
- Apporter aux étudiants des compétences dans le domaine du traitement des effluents gazeux.

Etre capable de proposer des solutions de dépollution adaptées selon la nature des effluents et des contraintes du site.
Comprendre les processus mis en jeu afin de déterminer les étapes limitantes et choisir le type de contacteur le mieux adapter.

**V.H.H :** 1h30' Cours,

**Contenu**
**Contenu de l'enseignement :**
enjeux et concepts de l'environnement **(4 semaines)**
1- TYPOLOGIE DES ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX.
- CHANGEMENT CLIMATIQUE
- EFFETS SUR LA NATURE ET LA BIODIVERSITÉ
- EFFETS SUR LA SANTÉ HUMAINE
- UTILISATION DE RESSOURCES NATURELLES

2- MÉTHODES D'ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE.
- ANALYSE DU CYCLE DE VIE
- L'ÉVALUATION DU RISQUE SANITAIRE
- EVALUATION DES RISQUES POUR LES ÉCOSYSTÈMES
- LES INDICATEURS

traitement des effluents gazeux **(5 semaines)**
- ADSORPTION GAZ/SOLIDE

Introduction : les diverses techniques d'épuration des gaz
Présentation de l'adsorption
Cinétiques d'adsorption

Equilibre d'adsorption
Adsorption en multicomposé
Mise en oeuvre
DEPOUSSIERAGE
Introduction
Rappels sur l'état particulaire
Séparateurs mécaniques
Séparateurs hydrauliques
Séparateurs à couche filtrante
Séparateurs électriques

- ABSORPTION GAZ/LIQUIDE

Introduction
Absorption physique
Absorption avec réactions chimiques : réaction irréversible ordre 1,1 puis d'ordre m,n
Transfert en présence de résistance en phase gaz
Transfert en présence de système réactionnel complexe
liquides et des déchets **(5 semaines)**
Chapitre I:Définitions et notions de base sur les déchets.
Chapitre II: Déchets ménagers et assimilés: Composition, Caractérisation physico-chimique & Gestion.
Chapitre III: Mise en décharge des déchets.
Chapitre IV: Traitement biologique des déchets.
Chapitre V: Traitement thermique des déchets

**Mode d'évaluation :**
Contrôle continu: 40%; Examen (60%)

**Références bibliographiques**
1. Bayard R., Gourdon R. (2010), Traitement biologique des déchets, Techniques de l'Ingénieur, G2060v2.
2. Bourcier J. (2005), Equarrissage : traitement des émissions gazeuses, Techniques de l'ingénieur, G1905.
3. Humeau P. et Le Cloirec P. (2010), Emissions gazeuses et traitement de l'air en compostage, Techniques de l'Ingénieur, G1925.
4. IFEN. (2006), L"environnement en France, Edition 2006, Institut Français de l"Environnement, 491p.
5. Le Cloirec P. (2004), Introduction aux traitements de l"air. Techniques de l'ingénieur, Environnement, G 1770.

## Appareillage Mesure et Protection
## (ELTEE606)

**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.

**V.H.H :** 1h30' Cours, 1h30' TD,

**Connaissances préalables recommandées :**
Notions d'électricité fondamentale, d'électrostatique et de magnétostatique de base.
**Contenu de l'enseignement :**

**CHAPITRE I : Fonction de l'appareillage**. **(1 semaine)**
I.1. Classification suivant la fonction .
I.2. Classification suivant la tension.
I.3. Choix de l'appareillage électrique.
I.4. Caractéristiques des appareils.
**CHAPITRE II : Phenomenes de contacts electriques** **(1 semaine)**
II.1. Comportement d'un contact
II.3. Différents types de contacts
II.4. Caractéristiques d'un contact
II.5. Contraintes thermiques et électrodynamiques
**CHAPITRE III : Phenomenes lies aux courants et a la tension.** **(2 semaines)**
III.1. Les surintensités.
III.2. Les efforts électrodynamiques
III.3. Calcul de la résistance de l'arc
III.4. Effets de l'arc sur le contact
III.5. Les surtensions
III.6. Isolation, claquage, rigidité
III.7. Ionisation des gaz
**CHAPITRE IV: Phenomenes d'interruption du courant electrique.** **(2 semaines)**
IV.1. Naissance de l'arc(dans l'air et dans l'huile)
IV.2. Principe de coupure de l'arc (dans l'air et dans l'huile)
IV.3. Conditions d'extinction de l'arc
IV.4. Tension de rétablissement
IV.5. Différentes techniques de coupure de l'arc
**CHAPITRE V: Appareillage de connexion.** **(2 semaines)**
V.1. Les contacts
V.2.Bornes et connexions
V.3.prises de courant
V.4sectionneurs.
**CHAPITRE VI : Appareillage d'interruption.** **(2 semaines)**
VI.1. Les interrupteurs (définition ,rôle et Caractéristiques)
VI.2. Commutateurs (définition , rôle et caractéristiques)
VI.3. Contacteurs (définition , rôle et caractéristiques).
**CHAPITRE VII : Appareillage de protection.** **(1 semaine)**
VII.1. Coupe-circuits à fusibles(rôle et fonctionnement, types, équations ).
VII.2. Relais de protection (définition, rôle, types et caractéristiques)
VII.3. Discontacteurs (définition , rôle et caractéristiques)
VII.4. Disjoncteurs(définition, rôle, types et caractéristiques)
**CHAPITRE VIII : Appareillage de reglage.** **(1 semaine)**
VIII.1. Rhéostat
VIII.2. Potentiomètre
VIII.3. Inductances

VIII.4. condensateurs.

**CHAPITRE IX: Elaboration des schemas electriques. (2 semaines)**

IX.1. Conventions et normalisation

IX.2. Symboles des installations électriques

IX.3. Mode de représentation

IX.4. Câblage

IX.5. Exemples de lecture des schémas (de commande et de puissance).

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

**Références bibliographiques** :


1. Christophe Prévé-Hermès, Protection des réseaux électriques, Paris-1998.
2. S. H. Horowitz, A.G. Phadke, Power System Relaying, second edition, John Wiley & Sons 1995.
3. L. Féchant, Appareillage électrique à BT, Appareils de distribution, Techniques de l'Ingénieur, traité Génie électrique, D 4 865.


## Entrepreneuriat et start up (ELTEE607)

**Objectifs de l'enseignement:**

L'objectif de ce cours est :

a été conçu comme une boîte à outils, destinée aux jeunes entrepreneurs qui se lancent pour la première fois et aux récidivistes afin de les aider à construire une entreprise florissante autour d'un produit novateur. Ceux qui n'en sont pas à leur première start-up, munis d'une vaste expérience dans tel ou tel domaine ou industrie, trouveront eux aussi ce cours utile pour mettre plus efficacement leur produit sur le marché.

**Connaissances préalables recommandées:**

**V.H.H :** 1h30' Cours,

**Contenu de la matière:**

Entrepreneuriat **(7 semaines)**

**Chapitre** 1 : Entrepreneuriat et esprit d'entreprendre.

**Chapitre** 2 : Les formes principales d'entrepreneuriat.

**Chapitre** 3 : Valider et structurer les projets d'entreprendre

start up **(7 semaines)**

**Chapitre 1**: La chaîne de valeur de création d'une Start-up innovante

**Chapitre 2:** Le cas de l'essaimage scientifique (Research Based Spin Off)

**Chapitre 3** : Les compétences clefs à maîtriser

**Mode d'évaluation :**
Contrôle continu: 40%; Examen (60%)

**Références bibliographiques**:


1. ANCE, 1996, Créer une entreprise. L'idée, la préparation et le lancement, Paris, Éditions de l' Agence Nationale pour la Création d'Entreprise .
2. APCE, 2000, Promouvoir l'esprit d'entreprendre et la création d'entreprise dans le système éducatif, rapport du CNCE.
3. A.PcE, 2003, Créer ou reprendre une entreprise. Méthodologie et guide pratique, Paris, Éditions d'Organisation .
4. APCE et ANDERSEN., 1998, Du créateur d'entreprise au créateur d'emploi: la dynamique du succès, collection Comprendre, Paris, APCE.
5. AROCENA J. et al., 1983, La création d'entreprise, un enjeu local, La Documentation Française, Notes et Études documentaires, numéros spéciaux 4709 et 4710.
6. ATAMER T., CALORI R., 1993, Diagnostic et décisions stratégiques, Dunod, Paris.
7. AUDRETSCH D., 2006, L'émergence de l'économie entrepreneuriale, De Boeck Université: reflets et perspectives de la vie économique, 2006/1 - Tome XLV, pp. 43-70.
8. AURTFEILLE J.M., HERNANDEZ E.M., 1991, Détection du potentiel entrepreneurial d'une population étudiante, Économies et Sociétés, série sciences de gestion, n°17, pp. 39-55.


## ANGLAIS SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE 1 (ELTEE608)

**Objectifs du cours**
Terminologie anglaise dans le domaine du Génie Electrique.
**V.H.H :** 1h30' Cours,

**Contenu/Programme**
**Unite 1** : Writing a paragraph
**Text 1** : What is a paragraph ?
**Texts 1** : To be given
**Objectives** :

- Introduction to academic writing
- Making an outline for a paragraph
- Writing a topic sentence, supporting sentence and concluding sentence
- Unity and coherence
- Transition signals

**Mode d'évaluation :**
Contrôle continu: 40%; Examen (60%)

**Bibliographie et/ou URL du site pédagogique**


- **MURPHY, R**., English grammar in use: practice book for intermediate, Cambridge University Press. 1999.
- The New Cambridge English Course, Cambridge University Press.
- Headway, Oxford University Press.
- Cambridge international dictionary of phrasal verbs, Cambridge University Press, 1997.
- **EISENBERG, A.,** Reading technical books, Prentice-Hall
- P.T. Danison, Guide pratique pour rédiger en anglais: usages et règles, conseils pratiques, Editions d'Organisation 2007
- A. Chamberlain, R. Steele, Guide pratique de la communication: anglais, Didier 1992
- R. Ernst, Dictionnaire des techniques et sciences appliquées: français-anglais, Dunod 2002.
- J. Comfort, S. Hick, and A. Savage, Basic Technical English, Oxford University Press, 1980
- E. H. Glendinning and N. Glendinning, Oxford English for Electrical and Mechanical Engineering, Oxford University Press 1995
- T. N. Huckin, and A. L. Olsen, Technical writing and professional communication for nonnative speakers of English, McGraw-Hill 1991
- J. Orasanu, Reading Comprehension from Research to Practice, Erlbaum Associates 1986


**Électrotechnique 3**
**(ELTEE701)**

## Objectifs de l'enseignement

A la fin de ce cours, l'élève ingénieur sera capable de :

- Etudier et prédéterminer les caractéristiques des machines synchrone par des calculs et représentations simples.
- Maitriser le comportement des alternateurs en régime permanent
- Etudier le compensateur synchrone
- Etudier les caractéristiques des génératrices synchrones à vitesse variable
- Prédéterminer les caractéristiques des génératrices asynchrones à cage à vitesse variable.
- Maitriser le comportement des génératrices asynchrones à double alimentation.

## Connaissances préalables recommandées

Lois fondamentales de l'électricité. Circuits électriques en alternatif, Relations mathématiques sur les grandeurs sinusoïdales, Principe de la conversion d'énergie électromécanique. Machine asynchrone.

**V.H.H :** 1h30' Cours, 1h30' TD, 1h30' TP

## Contenu de l'enseignement

**Chapitre I** : Génératrice à Courant Continu **(2 semaines)**
II.6. Types d'excitations de la GCC
II.7. Caractéristiques de la GCC
II.8. Essais de la GCC

**Chapitre II** : Principes et diagrammes des machines synchrones **(5 semaines)**
I.10. Organisation de la machine synchrone
I.11. Réaction Magnétique d'induit
I.12. Circuit électrique équivalent de la machine synchrone
I.13. Diagrammes de la machine synchrone
I.14. Différents modes de fonctionnement de la machine synchrone
I.15. Caractéristique en charge de l'alternateur isolé
I.16. Caractéristique en charge d'un alternateur relié à un réseau puissant
I.17. Caractéristique du moteur synchrone

**Chapitre III** : Couplage des machines synchrones **(2 semaines)**
III.4. Couplage des alternateurs à vide
III.5. Marche en parallèle de deux alternateurs chargés
III.6. Fonctionnement en Moteur Synchrone
III.7. Bilan des puissances des machines synchrones couplées au réseau

**Chapitre IV** : Génératrice synchrone à vitesse variable **(2 semaines)**
IV.6. Caractéristiques des génératrices synchrones à vitesse variable
IV.7. Fonctionnement en régime permanent des génératrices synchrones isolées
IV.8. Fonctionnement en régime permanent des génératrices synchrones reliées au réseau
IV.9. Cas des génératrices synchrones à aimants permanents

**Chapitre V** : Génératrice asynchrone à double alimentation **(4 semaines)**
V.15. Constitution de la machine asynchrone à double alimentation
V.16. Modèle de la machine en triphasé
V.17. Transfert de puissance dans une GADA
V.18. Caractéristiques de la GADA en régime permanant
V.19. Bilan des puissances de la GADA couplée au réseau

## Modalités d'évaluation :

Interrogations, Travaux pratiques, Examen final et Examen de rattrapage

## Bibliographie

G. Séguier, F. Notelet, ''Electrotechnique industrielle''. Téch et Doc, 1987.
A. Ivanov-Smolensky, "Electrical Machines", Édition MIR, 1982.
T. Wildi, " Electrotechnique ". 2ème édition, Presses de l'université de Laval, 2005.
A. Fouille, ''Electrotechnique à l'usage des ingenieurs : Machines electriques'', Tome I et II, Édition Dunod, 1957.
M. Kostenko et L. Piotrovski, "Machines Electriques : Machines à Courant Alternatif " Tome II, 3ème édition, Édition MIR, 1979.
J. Châtelain, ''Machines Electriques'', Traité d'Electricité, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Éditions Georgi, 1983.
Ion Boldea, ''Variable Speed Generators'', Tome II, 2ème edition, CRC Press 2015.

## Electronique de puissance 1
## (ELTEE702)

**Objectifs :** Comprendre les principes de bases et les fonctionnements des systèmes incluant des montages d'électronique de puissance.

**Pré-requis**

- Connaissances en électrocinétique et théorie des circuits linéaires,
- Electronique analogique,
- Notions de base de la théorie des semi-conducteurs.

**VHH : 1h30' cours, 1h30' TD, 1h30' TP**

**Contenu de la matière**

**Chapitre 1 : Eléments sur les semi-conducteurs de puissance (2 semaines)**

1.1 Introduction à l'électronique de puissance,
1.2 Différents types de conversion d'énergie électrique,
1.3 Différents types de semi-conducteurs de puissance (caractéristiques de fonctionnement statique) : Diodes, thyristors, triac, transistor bipolaire, Mosfet, IGBT, GTO. etc.

**Chapitre 2 : Conversion d'énergie électrique Alternative-Continue (Redresseur) (8 semaines)**

3.1 Introduction aux Redresseurs
3.2 Redresseurs monophasés non commandés à simple alternance
3.3 Redresseurs monophasés non commandés à double alternance
3.4 Redresseurs monophasés commandés à simple alternance
3.5 Redresseurs monophasés commandés à double alternance
3.6 Redresseurs triphasés non commandés à simple alternance
3.7 Redresseurs triphasés non commandés à double alternance
3.8 Redresseurs triphasés commandés à simple alternance
3.9 Redresseurs triphasés commandés à double alternance
3.9. Introduction au redresseur à modulation de largeur d'impulsion

**Chapitre 3 : Conversion d'énergie électrique Continue-Continue (Hacheur) (4 semaines)**

2.1. Introduction aux hacheurs
2.2. Hacheur série
2.3. Hacheur à fonctionnement dans deux quadrants : Réversible en courant
2.4. Hacheur à fonctionnement dans deux quadrants: Réversible en tension
2.5. Hacheur à fonctionnement dans quatre quadrants
2.6. Hacheur parallèle
2.7. Hacheur à accumulation inductive
2.8. Introduction à l'hacheur à modulation de largeur d'impulsion

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu: 40%; Examen (60%)

**Références bibliographiques:**

- H. FOCH et al., Electronique de puissance - Principes fondamentaux - Éléments constitutifs et synthèse des convertisseurs statiques, Techniques de l'Ingénieur, 1989.
- H. FOCH et al., Electronique de puissance - Introduction générale, Techniques de l'Ingénieur, 1989.
- H. BUHLER, Volume XV : Electronique de Puissance, Presse Polytechniques et Universitaires Romandes, 1993.
- G. SEGUIER, L'électronique de puissance : les fonctions de base et leurs applications - Cours et exercices résolus, DUNOD, 7eme édition, 1998, 424 pages.

## Automate programmable industriel (ELTEE703)

**Objectifs**

Choisir un automate programmable industriel à partir d'un cahier des charges.
Mettre en œuvre un automate programmable industriel dans un contexte industriel.

**Pré-requis**

- Codage numérique de l'information
- Lecture des schémas électriques aux normes
- Lecture des schémas de câblage aux normes

**Savoirs associés**

- Lire décoder et utiliser des notices constructeurs automate programmable industriel.
- Etablissement d'un schéma de mise en œuvre d'un automate programmable industriel.

**VHH : 1h30' cours, 1h30' TD, 1h30' TP**

**Contenu de la matière**

**Introduction aux systèmes automatisés (2 semaines)**

1. Fonction globale d'un système
2. Système de production
3. Automatisation
4. Structure d'un système automatisé
5. GRAFCET ou SFC (Sequential Fonction Chart)

**I. Choix d'un automate programmable industriel (2 semaines)**

1. Situation de l'unité de traitement
2. Structure de l'unité de traitement
3. Choix de l'unité de traitement
4. Choix d'un automate programmable industriel

**II. Mise en œuvre d'un automate programmable industriel (4 semaines)**

1. Raccordement de l'alimentation de l'unité de traitement
2. Raccordement des entrées logiques de l'unité de traitement
3. Raccordement des entrées analogiques de l'unité de traitement
4. Raccordement des entrées spécialisées à l'unité de traitement
5. Raccordement des sorties logiques de l'unité de traitement
6. Raccordement des sorties analogiques de l'unité de traitement
7. Communication avec un automate programmable industriel
8. Exemple de mise en œuvre de quelques automates télémécanique gamme TSX

**III. Programmation (2 semaines)**

1. les langages littéraux
2. Les langages graphiques

**IV. Sécurité de l'API (1 semaine)**

**V. Bonde graph (3 semaines)**

1. La méthodologie bond graph. Principes, structure et construction
2. Conception d'architecture de commande et de mesure par approche bond graph

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu: 40%; Examen (60%)

**Références bibliographiques:**

1. William Bolton, Les automates programmables industriels, Dunod 2010.
2. J.C. Humblot, Automates programmables industriels, Hermes Science Publications 1993.
3. Simon Moreno, Edmond Peulot, Le GRAFCET : conception, implantation dans les automates programmables industriels, Delagrave 2009.
4. Kevin Collins, La programmation des automates programmable [sic] industriels, Meadow Books 2007. 5. G. Michel, Les A.P. I : architecture et applications des automates programmables industriels, Dunod 1988.

## ENERGIES RENOUVELABLES 2 : (EOLIENNES ET APPLICATIONS ELECTRIQUES) (ELTEE704)

**OBJECTIFS :**

Depuis quelques années, la production électrique éolienne est en plein développement industriel. Elle présente en effet de nombreux atouts : c'est tout d'abord une énergie renouvelable non polluante qui contribue à une meilleure qualité de l'air et à la lutte contre l'effet de serre. C'est aussi une énergie qui utilise les ressources nationales et concourt donc à l'indépendance énergétique et à
la sécurité des approvisionnements. Enfin, le démantèlement des installations et la gestion des déchets générés pourront se faire sans difficultés majeures et les sites d'implantation pourront être réutilisés pour d'autres usages

**PRE-REQUIS :**

Mécanique des fluides et transfert de chaleur

**V.H.H** : 1h30' Cours, 1h30' TD, 1h30' TP

**CONTENU DE L'ENSEIGNEMENT**

Chapitre 1 : Introduction aux énergies éoliennes **(1 semaine)**

- Aperçu général
- Définitions des éléments des couches atmosphériques.
- Avantages et inconvénients

Chapitre 2 : Ressources énergétiques éoliennes **(3 semaines)**

- Généralités sur les ressources du vent
- La physique des couches atmosphériques
- Estimation et analyses les données du vent
- Estimation de la production de l'énergie éolienne.
- Gisement éolien
- Instruments de mesure du vent

Chapitre 3 : Aérodynamique des éoliennes **(2 semaines)**

- Théorie de la limite de Betz
- Notion d'aérodynamique

Chapitre 4 : Technologies des éoliennes **(3 semaines)**

- Différentes types
- Composants et matériaux

Chapitre 5 : Différentes Applications **(3 semaines)**

- Etudes de cas : Pompage et Estimation de la production électrique

Chapitre 6 : Topologies des systèmes de transformation aéro-électriques **(2 semaines)**

- Systèmes à base de Générateurs synchrone
- Systèmes à base de Générateurs asynchrone à cage
- Systèmes à base de Générateurs asynchrone à double alimentation
- Convertisseurs électroniques utiles

**Mode d'évaluation :**
Contrôle continu: 40%; Examen (60%)

**BIBLIOGRAPHIES**


- WIND ENERGY EXPLAINED "Theory, Design and Application" second edition J. F. MANWELL AND J. G. MCGOWAN. This edition first published 2009
- 20% Wind Energy by 2030 Increasing Wind Energy's Contribution to U.S. Electricity Supply DOE/GO-102008-2567 • July 2008
- ÉNELTEETIQUE EOLIENNE : Applications pratiques, chauffage éolien, production d'électricité, pompage. Jean Hladik, Edition Masson, 1984

- ÉNERGIE EOLIENNE - 2e éd.: Du petit éolien à l'éolien offshore .Marc Rapin, Jean-Marc Noël Edition Dunod, 5 févr. 2014

## Capteurs et actionneurs (ELTEE705)

**Objectifs**

- Etre capable de mettre en œuvre des capteurs industriels.
- Etre capable de rapidement estimer les ordres de grandeurs des diverses quantités rencontrées lors d'une telle mise en œuvre.
- Connaître les principes physiques utilisés pour transformer un phénomène physique en un signal électrique et être capable de choisir le plus adapté à une situation particulière.
- Etre capable de relier un capteur à un circuit électronique en préservant au mieux l'intégrité du signal.
- Savoir mettre en œuvre les circuits électroniques les plus adaptés aux capteurs passifs afin de minimiser les grandeurs d'influence.

**Prérequis** : Notions d'électronique générale, mesures physiques
**VHH : 1h30' cours, 1h30' TP**

**Contenu**

**1. Introduction : (1 semaine)**

1. Définition du capteur
2. Importance économique des capteurs
3. La mesure
4. Bibliographie

**2. Caractéristiques générales : (2 semaines)**

1. Réponse d'un capteur
2. Définitions
3. Caractéristiques statiques
4. Erreurs d'un capteur
5. Etalonnage d'un capteur
6. Caractéristiques dynamiques
7. Conditionnement des signaux
8. Transmission des signaux

9. Bruit dans la chaîne de mesure

**3. Capteurs de température et de flux : (3 semaines)**

1. Échelles de température
2. Réponse d'un capteur
3. Résistances variables

4. Thermocouples
5. Diodes et circuits intégrés
6. Quartz vibrants
7. Pyromètres optiques
8. Détecteurs de flux

**4. Capteurs de position et de déplacements : (3 semaines)**

1. Capteurs potentiométriques
2. Capteurs inductifs
3. Capteurs capacitifs
4. Codeurs optiques
5. Capteurs à triangulation
6. Capteurs optiques
7. Capteurs à propagation d'ondes
8. Mesure du déplacement grâce au champ magnétique
9. Capteurs inertiels : accéléromètre et gyroscopes

**5. Capteurs diverses : (2 semaines)**

1. Capteurs à effet Hall
2. Jauges de contraintes
3. Capteurs de pression et de vide
4. Capteurs d'humidité
5. Capteurs de débit

**6. Actionneurs (3 semaines)**

- Principes fondamentaux.
- Fonctionnement en linéaire,.
- Actionneurs électriques,
- vérins,
- relais.
- Symbolisation des actionneurs.

**Mode d'évaluation :**
Contrôle continu: 40%; Examen (60%)

**Références bibliographiques:**


- Asch, G. et al. "Les capteurs en instrumentation industrielle", 7ème édition, Dunod, 2010.
- Sabrie Soloman, "Sensors handbook", 2éme Edition, McGraw-Hill. 2010.
- John Goodwin Webster, "The measurement, instrumentation and sensors handbook", CRC Press.


## Systèmes embarqués (ELTEE706)

**Objectifs pédagogiques**

Ce module donne les bases théoriques et pratiques nécessaires à une bonne compréhension et pratique des systèmes embarqué dotés d'un système d'exploitation (linux embarqué).

La partie pratique de ce module vise la plate-forme Raspberry Pi comme un environnement d'application.
Les compétences visées sont :

- Installer et configurer un système d'exploitation sur une plate-forme embarqué,
- Développer des applications multi-tâches pour gérer un ensemble de capteurs,
- Concevoir des systèmes de contrôle et/ou de commande en temps réel,

**Pré-requis**

Ce module s'appuie sur des connaissances de base en architectures des systèmes embarqué (cours Systèmes microprocesseurs 3ème année) , les réseaux informatiques et industriels et en programmation en langage C.

**VHH : 1h30' cours, 1h30' TP**

**Contenu de l'enseignement**

I. Système d'exploitation embarqué temps réel (Linux embarqué / raspberry Pi) **(3 semaines)**

1- Notions sur les systèmes d'exploitation **(4 semaines)**

a) Présentation
b) Historique
c) Architecture

2- Caractéristiques
3- Tâches
4- Programmation Concurrente
5- Ordonnancement
6- Synchronisation et communication inter-tâches

II. Les Systèmes temps réel embarqué **(4 semaines)**

1- Présentation
2- Domaines d'applications
3- Caractéristiques
4- Intégration de la technologie (Plate-formes, SE, langages de programmation)
5- Contraintes temporelles et modélisation (Gantt)
6- Criticité

a) Hard real-time
b) Soft real-time
c) Firm real-time 7- Schéma générale

8- Les différentes vues d'un système temps réel embarqué

a) Vue métier
b) Vue de l'automaticien
c) Vue de l'informaticien

9- Les acteurs d'une application temps réel (action, donné, événement)

III. Construction d'une application en fonction des ressources matérielles **(3 semaines)**

**Travaux pratiques**

**TP N° 1 :** Installation et test d'une distribution raspbian sur Raspberry Pi
**TP N° 2 :** Configuration optimal du système (réseaux et services)
**TP N° 3 :** Manipulation des Entrées sorties

**TP N° 4** : Ajout des drivers supplémentaire
**TP N°5** : Programmation Concurrente sous Raspbian
**TP N°6** : Synchronisation et communication inter-tâches
**TP N°7** : Présentation des mini Projets.

**Mode d'évaluation :**
Contrôle continu: 40%; Examen (60%)

**Références bibliographiques**
Pierre Ficheux (2004) : **Linux embarqué** - 3ème édition, Eyrolles : ISBN10 : 221212452X - ISBN13 : 9782212124521
Francis Cottet, et Al (2014) :**Systèmes temps réel embarqués**, Spécification, conception, implémentation et validation temporelle, Dunod :EAN13 : 9782100713318
François MOCQ (2014) : **Raspberry Pi** ,Exploitez tout le potentiel de votre nano-ordinateur, ENI : ISBN10 : 2746087774 - ISBN13 : 9782746087774,
Eben Upton, Gareth Halfacree (2013) : **Raspberry Pi**, Le guide de l'utilisateur, Premiers projets, Pearson Education :ISBN10 : 2744025798 - ISBN13 : 9782744025792.

## Modélisation et simulation des systèmes d'énergie renouvelable (ELTEE707)

**Objectifs de l'enseignement:**
L'objectif de ce cours est :

- examine les méthodes de simulation des sources d'énergie renouvelables électriques avec l'emploi de Matlab/Simulink.
- Modélisation de systèmes photovoltaïques, de panneau au onduleurs.

**Connaissances préalables recommandées:**
L'étudiant devra posséder les connaissances suivantes :

- Elotronique de puissance.
- Machines électriques.

**V.H.H :** 1h30' Cours, 1h30' TP

**Contenu de la matière:**

**Chapitre 1** : Introduction et Prise en main de MATLAB/simulink et SimPowerSystem. **(2 semaines)**
- Introduction a la modélisation et les outils de modélisation et simulation
- Prise en main du logiciel MATLAB et des bibliothèques simulink et SimPowerSystem
- Modélisation d'un système multi-physique.

**Chapitre 2 :** modélisation et simulation d'un système photovoltaïque **(3 semaines)**
- Présentation du système photovoltaïque et de son fonctionnement
- Modélisation et simulation du panneau
- Modélisation et simulation d'un hacheur boost
- Modélisation et simulation d'un onduleur
- Modélisation et simulation de la Chaine de conversion PV-Convertisseur (charge isolée et raccorder au réseau électrique).

**Chapitre 3** : Modélisation et simulation d'une chaine de conversion (éolienne). **(4 semaines)**

- Modélisation de la turbine éolienne.
- Algorithmes d'extraction du maximum de puissance.
- Modélisation du générateur asynchrone.
- Modélisation du générateur synchrone.
- Modélisation de la chaine de conversion Eolienne- Générateurs – Convertisseurs (charge isolée et raccorder au réseau électrique).

**Chapitre 4** : Modélisation et simulation des systèmes hybrides d'énergie renouvelable **(3 semaines)**

- Chaine de conversion hybride PV-Eolienne

**Chapitre 5** : Modélisation et simulation d'autres applications (Pompage, Hydraulique….) **(2 semaines)**

**Travaux pratiques proposés pour le module**

**TP1 :** Caractéristiques typiques d'un panneau solaire photovoltaïque.
**TP2 :** modélisation de l'hacheur parallèle, onduleur monophasé et triphasé.
**TP 3 :** modélisation de l'ensemble **(**panneau solaire photovoltaïque et convertisseur)
**TP4 :** modélisation d'une turbine éolienne.
**TP5 :** modélisation d'une centrale hybride (PV/éolien)

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

**Références bibliographiques**:

1. MathWorks. SimPowerSystemsTM: User's Guide. Natick, MA, 2004–2016.
2. Mohan, N., Undeland, T. M., and Robbins, W. P. Power Electronics. John Wiley & Sons, Inc, NY, 2003.
3. Inoue, S., and Akagi, H. A bidirectional isolated DC-DC converter as a core circuit of the next-generation medium-voltage power conversion system. IEEE Transactions on Power Electronics, 22(2), 2007, March, 535–542.
4. Femia, N., Petrone, G., Spagnuolu, G., and Vitteli, M. Power Electronics and Control Techniques for Maximum Energy Harvesting. CRC Press, Boca Raton, FL, 2012.
5. Jiang, Y., Abu Qahouq, J. A., and Batarseh, I. Improved solar PV cell Matlab simulation model and comparison. Proceedings of 2010 IEEE International Symposium on Circuits and Systems, (ISCAS). 2770–2773.

6. Global Wind Energy Council (GWEC). Global Wind Report 2014. GWEC, Brussels, 2015, March.
7. World Wind Energy Association (WWEA). Half-Year Report. WWEA, Bonn, 2014.
8. Wu, B., Lang, Y., Zargari, N., and Kouro, S. Power Conversion and Control of Wind Energy Systems. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, 2011.
9. Ackermann, T. (ed.). Wind Power in Power Systems. John Wiley & Sons, Ltd, West Sussex, 2005.
10. Slootweg, J. G., and Kling, W. L. Aggregated modelling of wind parks in power system dynamics simulations. 2003 IEEE Bologna PowerTech Conference, Bologna, Italy, 2003, vol. 3, 1–6.

## Gestion et pilotage de projets 1
## (ELTEE708)

**Objectifs pédagogiques :**

- Acquisition du vocabulaire propre à la gestion de projet
- Motiver les élèves ingénieurs dans les nouveaux défis du mode projet
- Fournir les éléments nécessaires au pilotage de projet
- Identifier les différents éléments nécessaires à la gestion du projet
- Préparer les futurs ingénieurs à gérer une équipe au tour d'un projet.

**Méthodes pédagogiques :**

Apports théoriques, études de cas et simulations (cours et TD) at et stage pratique en entreprise

**VHH : 1h30' cours, 1h30' TD**
**Contenu :**
**Chapitre 1 : définition de management de projet (2 semaines)**

- Définition de projet
- Gestion de projet : pourquoi ?
- Analyse des besoins
- Cahier des charges fonctionnel
- Découpage d'un projet
- Pré-étude (étude préliminaire)

**Chapitre 2 : gestion de projet, évaluation financière et rentabilité (3 semaines)**

- Le principe d'actualisation
- La valeur actuelle nette
- Les méthodes alternatives d'évaluation des investissements

**Chapitre 3 : éléments et outils de Planification des projets (3 semaines)**

- Estimation du coût et de la durée du projet
- Suivi de l'avancement de projet
- Diagramme de GANTT
- Méthode PERT
- Suivi des délais et coûts avec MS project

**Chapitre 4 : pilotage d'équipe de projet (3 semaines)**

- Être chef de projet
- Faire preuve de leadership
- Animer une équipe
- Gérer le changement

**Chapitre 5 : gestion des risques (3 semaines)**

1- Identifier le risque : préciser les attendus
- Menaces sur les 4 types de ressources

- Démarches d'identification des risques

2- Prioriser
- gravité et fréquences d'un risque
- Estimation de criticité
- La loi de Pareto
- Stratégie de prévention
- Analyser un risque
- Model et contre-exemple
- Détection du problème

**Mode d'évaluation :**
Contrôle continu: 40%; Examen (60%)

**Bibliographie :**


1) Jean-Yves Moine. « Manuel de gestion de projet », ed. AFNOR 2008.
2) Gidel T., Zonghero W., Management de projets volumes 1, 2 et 3, Hermes Science/Lavoisier 2006 :

1- Management de projet, vol.1 Introduction et fondamentaux
2- Management de projet, vol.2, Approfondissements,
3- Management de projet, vol.3, Etudes de cas et supports de formation,
3) Webographie :

www.techniques-ingenieur.fr

Base documentaire et article d'actualité pour les ingénieurs - articles scientifiques et documentation technique et fiches pratiques.
www.gestiondeprojet.pm/
Un site qui propose des formations, des cours disponibles en vidéos, pdf et pptx.


## ANGLAIS SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE 2 (ELTEE709)

**Objectifs du cours**
- Language development and Vocabulary expansion.
- Getting acquainted with the origins (root, suffix, prefix) of the scientific and technical terms in order to read, write and talk about Science and Technology.
- Vocabulary strategies for unfamiliar words.
- Science and Technology vocabulary exercises.
- Reading and comprehension skills.
- Listening and comprehension.

**V.H.H :** 1h30' Cours,

**Contenu**

- Extraction of ideas from a scientific document.
- Writing a scientific message.
- Exchange of information in writing.
- CV writing.
- Write a letter of recommendation.
- Write a letter requesting internships or jobs.

**Mode d'évaluation :**
Contrôle continu: 40%; Examen (60%)

**Bibliographie et/ou URL du site pédagogique**


1. MURPHY, R., English grammar in use: practice book for intermediate, Cambridge University Press. 1999.
2. MENASSERI, H & al., New skills: English for science and technology, Institut pédagogique national, 1989.
3. The New Cambridge English Course, Cambridge University Press.
4. Headway, Oxford University Press.
5. EISENBERG, A., Reading technical books, Prentice-Hall.


## Réseaux de transport et de distribution d'énergie électrique *(ELTEE801)*

**Objectifs :**
L'objectif de ce module est de permettre à l'étudiant d'avoir des connaissances de base sur le comportement des réseaux électriques de transport et de distribution de la production à la consommation et d'apprendre le calcul de l'écoulement de puissance et la stabilité dans un réseau électrique.

**VHH : 1h30' cours, 1h30' TD.**

**Programme du cours :**
1. Calcul des Caractéristiques « R-L-C » d'une Jonction Triphasée : Méthode Générale de calcul, Etude des caractéristiques longitudinales, Caractéristiques transversales. **(2 semaines)**

2. La Constitution du Réseau : La structure du réseau d'énergie électrique, Les postes, les lignes aériennes et câbles souterrains. **(2 semaines)**

3. Comportement d'un réseau électrique : Classification des phénomènes sur un réseau électrique. Phénomènes transitoires des éléments constituants le réseau. **(2 semaines)**

4. Le Système « Per Unit » : Schéma unifilaire, Puissance, tension, courant et impédance de base, Modélisation des lignes, Modélisation des transformateurs, Modélisation des machines synchrones. **(2 semaines)**

5. Calcul de l'écoulement de puissance (Load Flow) : Constitution d'un réseau, Bilans de puissances et balancier, La matrice d'admittance, Programme de Load Flow, Méthodes numériques du calcul de l'écoulement de puissance. **(2 semaines)**

6. Court-Circuit et Stabilité : Calcul des courants de court-circuit, La stabilité statique. **(2 semaines)**

7. Contrôle de fréquence et contrôle de tension. **(2 semaines)**

**Mode d'évaluation :**
Contrôle continu: 40%; Examen (60%)

**Références bibliographiques :**
1. John J. Grainger ad WUliam D. Stevenson, Jr.'' POWER SYSTEM ANALYSIS'' McGraw-Hill Series in Electrical and Computer Engineering, 1994.

2. S Krishna'' An Introduction to Modelling of Power System Components'' Springer 2014

3. ABDELHAY A. SALLAM and OM P. MALIK '' Electric distributionsystems''IEEE press, 2011.

4. H. Saadat ''Power system analysis'' McGraw-Hill, 1999

5. Roger C. Dugan, Mark F. F. Mcgranaghan, Surya Santoso and H. Wayne Beaty''Electrical Power Systems Quality'', Second Edition, McGraw-Hill, 2002

## Electronique de puissance 2 (ELTEE802)

**Objectifs** : A l'issue de cette unité d'enseignement, l'étudiant-e sera capable de :
• analyser et dimensionner les convertisseurs statiques ;
• choisir le convertisseur statique adéquat pour une application donnée ;
• évaluer l'impact d'un convertisseur statique sur son environnement ;
• faire la synthèse d'un convertisseur statique.

**Pré-requis**
- Connaissances en électrocinétique et théorie des circuits linéaires,
- Electronique analogique,
- Notions de base de la théorie des semi-conducteurs.

**VHH : 1h30' cours, 1h30' TD, 1h30' TP**

**Chapitre 1 :** Conversion d'énergie électrique Continue-Alternative (Onduleur) **(5 semaines)**
1.1 Introduction aux onduleurs
1.2 Onduleurs monophasés à un bras (deux interrupteurs)
1.3 Onduleurs monophasés à deux bras (quatre interrupteurs)
1.3.1 Onduleurs à commande symétrique
1.3.2 Onduleurs à commande décalée
1.4 Onduleurs triphasé autonome et non autonome?
1.5 Onduleurs triphasé de tension
1.5.1 Commande 120°
1.5.2 Commande 180°
1.5.3 Commande à modulation de largeur d'impultion

**Chapitre 2:** Conversion d'énergie électrique Alternative-Alternative (Gradateur) **(3 semaines)**
2.1 Introduction aux gradateurs
2.2 Gradateurs monophasés
2.3 Gradateurs triphasés
2.4 Cyclo-convertisseurs
2.5 Cascade Redresseur-Onduleur

**Chapitre 3:** Etude de la commutation **(2semaines)**
3.1 Diode en commutation
3.2 Thyristor en commutation
3.3 Transistor bipolaire en commutation
3.4 Transistor à effet de champ en commutation
3.5 GTO en commutation
3.6 IGBT en commutation
3.7 Pertes par commutations

**Chapitre 4:** Synthèse des convertisseurs statiques **(4 semaines)**
4.1 Alimentations à découpage
4.1.1 Alimentation à découpage à stockage inductif
4.1.2 Alimentation à découpage à conduction directe (FORWARD)
4.1.3 Alimentation à découpage symétrique, montage PUSH PULL.
4.2 Présentation des stratégies de commandes à MLI
4.3 Introduction aux convertisseurs statique multi-niveaux

**Mode d'évaluation :**
Contrôle continu: 40%; Examen (60%)

**Référence bibliographique**


- G. Seguier, P. Delarue, C. Rombault, : les convertisseurs de l'électronique de puissance , Dunod
- JP Ferrieux, F. Forest : Alimentations à découpage, convertisseurs à résonance, Tec et Doc
- N. Mohan, TM Undeland, W.P. Robbins : Power Electronics, converters, applications and design , John Wiley
- H. BUHLER, Convertisseurs statiques, Presse Polytechniques et Universitaires Romandes, 1991.


## Systèmes de conversion de l'énergie renouvelable (ELTEE803)

**Objectifs de l'enseignement**
Permettre aux élèves ingénieur d'acquérir des connaissances théoriques sur la constitution, le dimensionnement et le fonctionnement des systèmes de conversion de l'énergie renouvelable en particulier:

**Connaissances préalables recommandées**
Lois fondamentales de l'électricité. Circuits électriques en continu, Relations mathématiques sur les grandeurs sinusoïdales, Bilan des puissances. Les gisements solaire et éolienne.

**V.H.H : V.H.H :** 1h30' Cours, 1h30' TD, 1h30' TP

**Contenu de l'enseignement Volume :**
**Chapitre 1 :** Généralités sur les systèmes de conversion de l'énergie renouvelable **(2 semaines)**
1.1 Historique
1.2 Principe de conversion de l'énergie renouvelable
1.3 Différents types des systèmes de conversion de l'énergie renouvelable

**Chapitre 2 :** Systèmes photovoltaïques **(3 semaines)**
2.1 Définition des systèmes PV
2.2 Classification des systèmes PV
2.2.1 Systèmes Autonomes
2.2.1.1 Systèmes au fil du soleil
2.2.1.2 Systèmes avec stockage
2.2.2 Systèmes à Injection aux réseaux
2.2.2.1 Systèmes décentralisés
2.2.2.2 Systèmes centralisés
2.3 Constitution des champs PV
2.3.1 Modules, Panneaux et champs PV
2.3.2 Caractéristiques I-V et PV
2.3.3 Algorithmes de Poursuite du point de puissance maximale d'un système PV
2.3.4 Effets de l'éclairement, la température, les résistances série et résistance shunt.
2.3.5 Connexion des modules
2.3.6 Emplacements des champs PV

**Chapitre 3 : Dimensionnement et applications des systèmes PV (2 semaines)**
3.1 Dimensionnement des systèmes sans stockage
3.2 Dimensionnement des systèmes avec stockage
3.3 Application au Pompage, climatisation, dessalement ….

**Chapitre 4 : Systèmes de conversion de l'énergie éolienne (3 semaines)**
4.1 Généralités sur les systèmes de conversion de l'énergie éolienne
4.2 Avantages et inconvénients des systèmes de conversion de l'énergie éolienne
4.3 Structures des aérogénérateurs
4.4 Caractéristiques des aérogénérateurs à vitesse fixe
4.5 Caractéristiques des aérogénérateurs à vitesse variable
4.6 Puissance maximale des aérogénérateurs
4.7 Fonctionnement en mode isolé
4.8 Fonctionnement en mode en mode relié au réseau électrique

**Chapitre 5 :** Dimensionnement et applications des systèmes de conversion de l'énergie éolienne **(2 semaines)**
5.1 Dimensionnement des systèmes isolés
5.2 Dimensionnement des systèmes reliés au réseau
5.3 Applications des systèmes de conversion de l'énergie éolienne

**Chapitre 6 :** Autres systèmes de conversion de l'énergie renouvelable **(2 semaines)**
6.1 Systèmes de conversion des énergies marines (énergie des marées, vagues, des courants d'eau, …)
6.2 Systèmes de conversion géothermiques
6.3 Systèmes de conversion des énergies des biomasses (bois, biogaz et biocarburant)

**Mode d'évaluation :**
Contrôle continu : 40%, Examen : 60%.

**Références :**

- Anne Labouret, Michel Villoz, Energie solaire photovoltaïque, édition Dunod, 2005.
- Rekioua, D., Matagne, E., Optimization of photovoltaic power systems: Modelization, Simulation and Control 2012 Series: Green Energy and Technology. Ed Springerhttp://www.springer.com/gp/book/9781447123484.
- T. Markvart et L. Caslaner. Practical hand book of photovoltaics : fundamentals and applications. Elsevier, UK, 2003.
- Luis Castaner and Tom Markvart, Practical Handbook of Photovoltaics: Fundamentals and Applications, , Edition: Elsevier Science Ltd, 2003.
- M. Tissot, "Le guide de l'énergie solaire et photovoltaïque", Eyrolles, 2008.
- L. Protin, S. Astier, "Convertisseurs photovoltaïques", Technique de l'Ingénieur, Traité Génie Electrique, 1997.
- Alain Ricaud, Convertisseurs photovoltaïques, 2007.
- LeonFreris, David Infield, Les énergies renouvelables pour la production d'électricité, édition Dunod, 2009.
- Pierre Odru, Le stockage de l'énergie, édition Dunod, 2010.
- G. N. Tiwari and SwapnilDubey, Fundamentals of Photovoltaic Modules and Their Applications, RSC Publishing, New Delhi, India, 2010.
- Antonio Luque and Steven Hegedus, Handbook of Photovoltaic Science and Engineering, John Wiley & Sons Ltd, 2003.
- W. Palz et P. Chartier. Energy from biomass in Europe. Applied science Publishers, Ltd, Londres, 1980.


## Modélisation et Commande des machines électriques (ELTEE804)

**Objectif :**

L'objectif de ce cours est d'acquérir et de maîtriser les méthodes permettant de développer des modèles mathématiques décrivant le comportement des actionneurs électriques. Ainsi qu'apprendre quelques techniques de commande en vitesse et en position de ces actionneurs.

**VHH : 1h30' cours, 1h30' TD, 1h30' TP.**

**Programme du cours :**

1. Modélisation des systèmes électriques et électromécaniques (Modélisation des circuits électriques de base, les circuits couplés magnétiquement et la conversion électromécanique de l'énergie). **(1 semaine)**
2. Outils de modélisation : Bond graph (BG) ou Graphe informationnel causales (GIC) (Application aux circuits électriques de base). **(1 semaine)**
3. Généralités sur l'identification, méthodes d'identification graphiques (Méthode de Strejc, méthode de Broïda…) et méthodes d'identification numériques (Méthodes récursives, méthode non récursives). **(1 semaine)**
4. Modélisation des machines électriques (machines à courant continu, machine synchrone et machine asynchrone…) **(2 semaines)**
5. Modélisation des associations Convertisseur-Machines électriques (Hacheur-MCC, Redresseur-MCC, Onduleur-MS, Onduleur MAS) **(2 semaines)**
6. Commandes Linéaires de la MCC (Réglage de vitesse et de position du MCC par des régulateurs à action PI, et PID…) **(1 semaine)**
7. Commandes scalaires de la MS (Commande à flux constant et autopilotage) **(2 semaines)**
8. Commandes scalaires de la MAS (variation de la résistance rotorique, commande à flux constant et autopilotage) **(2 semaines)**
9. Commandes vectorielles de la MS et la MAS **(2 semaines)**
10. Introduction aux commandes modernes des actionneurs électriques **(1 semaine)**

**Mode d'évaluation :**
Contrôle continu: 40%; Examen (60%)

**Références bibliographiques**


1. R. ABDESSEMED, « Electrotechnique - Modélisation et simulation des machines électriques », Ellipses 2011.
2. H. BOURLES, « Systèmes linéaires - De la modélisation à la commande » , Publisher: Hermès-Science, 2006.
3. G. GRELLET, G. CLERC, « Actionneurs Electriques », edition Eyrolles
4. H. BUHLER, « Electronique de réglage et de Commande », Presses polytechniques et universitaires romandes.
5. J. CHATELAIN, «Machines électriques», vol. 2, édition Dunod,
6. JP. LOUIS, c. BERGMANN, « Commande numérique : convertisseurs - moteurs à CC», D3641:
Tech de l'Ingénieur,
7. H. BUHLER, « Réglage de systèmes d'électronique de puissance », Presse polytechniques et
Universitaires de romandes.


## Intégration et impact d'intégration des énergies renouvelables aux réseaux

## (ELTEE805)

**Objectifs de l'enseignement :**
Les ressources renouvelables ont des apports potentiels très intéressants en termes d'énergie et d'économie. Cependant, en fonction de leur taux de pénétration, ces nouvelles sources d'énergie pourraient avoir des conséquences importantes sur l'exploitation et la sécurité des réseaux électriques. Pour une insertion massive des ressources renouvelables au système, ces impacts se trouveront non seulement au niveau du réseau de distribution, où la plupart des ressources renouvelables sont raccordées, mais ils affecteront le système entier. Il est donc nécessaire de chercher, d'une part, comment faire évoluer les plans de défense et de reconstitution du système dans le nouveau contexte, et d'autre part, comment se servir efficacement du potentiel des ressources renouvelables pour soutenir le système dans les situations critiques.
L'objectif est de connaître les critères d'intégration des systèmes ER aux réseaux électriques conventionnels et le rôle des dispositifs d'interfaçage d'électronique de puissance utilisés.

**Connaissances préalables recommandées :**
Energies renouvelables

**Chapitre 1 :** Introduction à l'intégration au réseau électrique **(3 semaines)**
Pourquoi le raccordement aux réseaux électrique ?, fonctionnalités attendues du raccordement d'une source sur le réseau, critères d'insertion technique des ENR dans le système électrique, système ER à injection dans le réseau, système ER interchangeant de l'énergie avec le réseau, choix du ou des convertisseurs d'interfaçage, dispositifs de protection, gestion énergétique assurée par MPPT … etc.
**Chapitre 2 :** Intégration de l'énergie solaire photovoltaïque au réseau électrique **(3 semaines)**
Système PV de faible puissance raccordé au réseau distribué, système PV inégré au bâtiment (BIPV : Building InegratedPhotovoltaïc), Centrale PV à injection dans le réseau, .
**Chapitre 3 :** Intégration de l'énergie éolienne au réseau électrique **(3 semaines)**
**Chapitre 4 :** Intégration de piles à combustible au réseau électrique **(3 semaines)**
Constitution du stack, dimensionnement de la source de puissance, choix du ou des convertisseurs d'interfaçage, contrôle-commande du système Pile à Combustible.
**Chapitre 5** :impact d'intégration des énergies renouvelables**.** **(2 semaines)**

**Mode d'évaluation :**
Contrôle continu: 40%; Examen (60%)

**Références bibliographiques:**


1. B. Multon, "Production d'Énergie Électrique par Sources Renouvelables", Techniques de l'Ingénieur, traité Génie Electrique, D 4, 2003.
2. D. Das, 'Electrical Power Systems', New Age International Publishers, 2006.
3. M. Crappe, S. Dupuis, ' stabilité et sauvegarde des réseaux électriques', Hermès, 2003.
4. A. Maczulak, 'Renewable Energy: Sources and Methods', Green technology, 2010.


## Stokage d'énergie

**(ELTEE806)**

**Objectifs de l'enseignement**

Acquérir le principe et la caractéristique de différents moyens de stockage d'énergie électrique.

**Connaissances préalables recommandées**

Lois fondamentales de l'électricité, Chimie minérale, Mécanique du point matériel, Transfert de chaleur par transfert de masse.

**V.H.H :** 1h30 cours, 1h30 TP.

**Contenu de l'enseignement**

Chapitre 1 : stockage d'énergie électrique **(3 semaines)**

- Concept du stockage d'énergie électrique
- Intérêt du stockage d'énergie
- Différentes formes du stockage d'énergie
- Synoptique du potentiel d'applications du stockage dans les systèmes de l'énergie renouvelable

Chapitre 2 : Stockage électromécanique **(3 semaines)**

- Principe de la conversion électromécanique.
- Energie mécanique (potentielle ou cinétique)
- Stockage gravitaire
- Stockage par air comprimé
- Stockage par volants d'inertie
- Efficacité du stockage électromécanique

Chapitre 3 : Stockage électrochimique **(3 semaines)**

- Principe de la conversion électrochimique
- Energie électrochimique
- Stockage par batterie d'accumulateurs au plomb-acide
- Stockage par batterie à Cadmium-Nickel
- Stockage par batterie à Lithium-Ion
- Caractéristiques des batteries
- Stockage par Piles à Combustible (P.A.C.)
- Efficacité du stockage électrochimique

Chapitre 4 : Stockage électrothermique **(3 semaines)**

- Concept du stockage électrothermique
- Mécanismes de transfert de chaleur
- Transfert de chaleur par transfert de masse
- Stockage par super-condensateur

Chapitre 5 : Autres types de stockage **(2 semaines)**

- Stockage thermique
- Stockage magnétique

**Mode d'évaluation :**
Contrôle continu: 40%; Examen (60%)

**Références bibliographiques:**

[1] Achaibou Nadia, Optimisation Du Stockage Des Energies Renouvelables, édition Academiques, 2014.
[2] Antonio Luque and Steven Hegedus, Hand book of photovoltaic science and Engineering, John Wiley and Sons Ltd, 2003.
[3] Krishnan Rajeshwar, Robert McConnell and Stuart Licht, Solar Hydrogen generation toward a renewable energy future, Springer Science, 2008

## Gestion et pilotage de projets 2 (ELTEE807)

**VHH : 1h30' cours, 1h30' TD.**

Stage pratique en entreprise et réalisation de mini-projets.

## Anglais Scientifique et Technique 3 (ELTEE808)

**Objectifs du cours**

- Introduction to translation.
- Bilingual terminology for each speciality.
- Study and practice of the translation skills involved in the translation from English to French.
- To get familiarized with scientific and technical terms of each speciality by reading and understanding a variety of engineering texts and then writing a translation into French

**V.H.H :** 1h30' Cours,

**Contenu**

1. Understanding and Translation of scientific and technical documents.
2. Improving oral comprehension: hearing and expression.
3. Writing of a scientific and technical report.
4. Terminology.

**Mode d'évaluation :**
Contrôle continu: 40%; Examen (60%)

**Bibliographie et/ou URL du site pédagogique**

1. MURPHY, R., English grammar in use: practice book for intermediate, Cambridge University Press. 1999.
2. The New Cambridge English Course, Cambridge University Press.

3. Headway, Oxford University Press.
4. Cambridge international dictionary of phrasal verbs, Cambridge University Press, 1997.
5. EISENBERG, A., Reading technical books, Prentice-Hall.

## Complément d'Automatique (ELTEE901)

**Objectifs de l'enseignement:**
L'objectif de ce cours est :

- de sensibiliser les étudiants aux problèmes de stabilité des systèmes non linéaires et de leur fournir des outils mathématiques d'analyse, d'introduire des méthodes de commandes non linéaires comme les techniques fondées sur la géométrie différentielle et l'approche par les modes glissants. Les méthodologies présentées font appel aussi bien aux représentations temporelles qu'aux représentations fréquentielles.

- de donner une méthodologie pour la conception des différentes lois de commande pour les systèmes linéaires invariants multivariables, dans le contexte de l'approche d'état.

**Connaissances préalables recommandées:**
L'étudiant devra posséder les connaissances suivantes :

- Théorie du signal
- Les bases mathématiques
- Systèmes asservis linéaires
- Systèmes échantillonnés ;

**V.H.H :** 1h30' Cours, 1h30' TD, 1h30 TP

**Contenu de la matière:**
**1 partie : Systèmes non-linéaires (7 semaines)**

- Non linéarité statiques et Points d'Equilibres, exemples des systèmes non linéaires.
- Régime transitoire des systèmes possédant un élément non linéaire.
- Approximation du premier harmonique : gain équivalent des organes non linéaires usuels, stabilité, performance et compensation.
- Méthode du plan de phase. Notions sur l'optimisation non linéaire.
- Systèmes de commande par plus ou moins : oscillations libres et forcées, stabilité des oscillations.
- Méthodes générales de mécanique non linéaire : points singuliers et cycles limites.
- Stabilité non linéaire : théorèmes de Ljapunov sur la stabilité locale, méthode directe de Ljapunov.

**2 partie : Systèmes multi-variables (7 semaines)**

- Rappel des notions de l'approche d'état, Différence entre SISO et MIMO.
- Différentes représentations des systèmes multi-variables

- Introduction, Critère de commandabilité de Kalman, Commandabilité de la sortie, Critère d'observabilité, Dualité entre la commandabilité et l'observabilité, Etude de quelques formes canoniques.
- Passage d'une représentation d'état à la représentation par matrice de transfert
- Formulation du problème de placement de pôles par retour d'état, Méthodes de calculs pour les systèmes multi-variables, Observateur d'état et commande par retour de sortie (i.e. avec observateur d'état).

**Mode d'évaluation:**
Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

**Références bibliographiques**:
1- De Larminat, Automatique, Hermès, 1995.
2- Caroline Bérard, Jean-Marc Biannic, David Saussié, ''La commande multivariable",
3- W. M. Wonman, Linear Multivariable Control :A Geometric approach. Springer Verlag, New York, 1985.
4- Hervé Guillard, Henri Bourlès, "Commandes des Systèmes. Performance & Robustesse. Régulateurs Monovariables Multivariables Applications Cours & Exercices Corrigés", Editions Technosup, 2012.
5. Ph. Müllhaupt, Introduction à l'analyse et à la commande des systèmes non linéaires, PPUR, 2009.
6. Gille, J.C., Decaulne, P., Pelegrin, M., Méthodes d'étude des systèmes asservis non linéaires, Dunod, 1975.
7. Khalil, H.K., 'Nonlinear systems', Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1980.
8. Isidori, A., 'Nonlinear control systems.', Springer Verlag, 1995.
9. Yves Granjon, Automatique - Systèmes linéaires, non linéaires - 2e édition: Cours et exercices corrigés, Dunod; Édition : 2e édition, 2010.
10. J.-C. Chauveau, Systèmes asservis linéaires et non linéaires: Exercices et problèmes résolus, Educalivre, 1995.
11. Philippe Müllhaupt, Introduction à l'analyse et à la commande des systèmes non linéaires, PPUR, 2009.

## Réseaux électriques intelligents et micro réseau (Smart Grids) (ELTEE902)

**Objectifs :**

L'objectif de ce cours est de permettre à l'étudiant de comprendre l'évolution des réseaux électriques, avec une introduction sur les fondements des réseaux électriques intelligents et les terminologies importantes utilisées. Ensuite, il acquerra des connaissances sur la technologie des micro-réseaux et l'intégration des énergies renouvelables et du stockage de l'énergie. Pour terminer, l'étudiant acquerra des connaissances liées aux compteurs intelligents et l'avenir de la technologie des réseaux intelligents.

**VHH : 1h30' cours, 1h30' TP.**

**Programme du cours :**

1. Description et évolution des réseaux électriques HT, MT et BT. **(1 semaine)**
2. Introduction au réseau électrique intelligent. **(1 semaine)**
3. L'intérêt du réseau électrique intelligent. **(1 semaine)**
4. Description des technologies des micro-réseaux, l'intégration des énergies renouvelables et du stockage de l'énergie. **(2 semaines)**
5. Technologie des compteurs intelligents et gestion active des bâtiments. **(2 semaines)**
6. Gestion de charges dynamiques telles que les véhicules électriques. **(2 semaines)**
7. Introduction aux systèmes de communication, et traitement et protection des données pour les réseaux électriques intelligents. **(2 semaines)**
8. Pilotage intelligent des réseaux électrique et micro-réseaux électriques. **(2 semaines)**
9. Norme et règlementation. **(1 semaine)**

**Mode d'évaluation :**
Contrôle continu: 40%; Examen (60%)

**Références bibliographiques :**


1. B. M. Shawkat Ali 'Smart Grids Opportunities, Developments, and Trends' Springer-Verlag, 2013.
2. K. S. K. Weranga • Sisil Kumarawadu D. P. Chandima 'Smart Metering Designand Applications'
Springer-Verlag, 2014.
3. JanakaEkanayake, KithsiriLiyanage, JianzhongWu, Akihiko Yokoyama, Nick Jenkins' smart gridtechnology and applications' John Wiley & Sons, 2012.
4. S. Chowdhury, S.P. Chowdhury and P. Crossley' Microgrids and ActiveDistribution Networks'The Institution of Engineering and Technology, 2009.
5. James Momoh 'SMART GRID Fundamentals of Design and Analysis' IEEE press, 2012.


## Systèmes multi sources à énergies renouvelables (ELTEE903)

**Objectifs de l'enseignement :**
Se familiariser avec les différents systèmes multi sources à énergies renouvelables avec ou sans stockage

**Connaissances préalables recommandées :**
Principes des sources à Energies renouvelables

**V.H.H :** 1h30' Cours, 1h30' TD,

**Contenu de la matière :**
**Chapitre 1.** Préambule sur les systèmes multi-sources **(3 semaines)**

- Systèmes à sources conventionnelles et non conventionnelles (à énergies renouvelables)
- Etat de l'art des systèmes hybrides, les avantages et les inconvénients.
- Les différentes configurations et architectures de systèmes hybrides à énergies renouvelables (DC, AC, mixte)

**Chapitre 2.-**Exemples de systèmes hybrides à énergies renouvelables **(3 semaines)**
**Chapitre3.**-Système multi sources avec stockage hybride (batteries/supra condensateurs) **(4 semaines)**
**Chapitre4**. Dimensionnement et supervision des systèmes multi sources intégrant des ressources renouvelables. **(4 semaines)**

**Mode d'évaluation :**
Contrôle continu : 40%, Examen : 60%.

**Références bibliographiques:**

Ben Ammar Mohsen , Gestion Optimale Des SystemesMultisources d'Energies Renouvelables, édition académiques, 2014.
P. Poggi les énergies renouvelables, édition OMNISCRIPT, 2011.

## Environnement et développement durable (ELTEE904)

**Objectifs de l'enseignement :**
Les objectifs de ce cours sont :
1. Donner un aperçu historique sur l'évolution de la notion d'environnement ainsi que le rôle de l'homme dans la modification de son environnement écologique à travers l'étude des faits historiques.
2. Définir les principaux éléments qui constituent l'environnement écologique et expliquer le fonctionnement des écosystèmes. Si cette partie du cours est riche en termes techniques, elle reste néanmoins un passage obligée pour comprendre les textes scientifiques et surtout les mécanismes de régulation économiques les plus appropriés pour préserver l'environnement.
3. Présenter un bref survol des différents types de ressources, notamment des ressources énergétiques1.
4. Expliquer la relation entre la notion de développement durable et d'environnement.
5. Présenter les différentes formes de pollution ainsi que leurs conséquences sur l'environnement.
6. Les mécanismes de régulation de l'environnement

**Connaissances préalables recommandées :**

**V.H.H :** 1h30' Cours, 1h30' TD,

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1 :** Interaction environnement - homme - démographie et notion de développement durable. **(2 semaines)**
**Chapitre 2 :** Environnement et ressources naturelles **(3 semaines)**

**Chapitre 3 :** Pollution et réchauffement climatique **(3 semaines)**
**Chapitre 4 :** Politique de préservation de l'environnement Entre défis et controverse. **(3 semaines)**
C**hapitre 5** Les mécanismes économiques, juridiques et réglementaires de préservation de l'environnement. **(3 semaines)**

**Mode d'évaluation :**
Contrôle continu : 40%, Examen : 60%.

**Références bibliographiques:**


1. • Autret. F et Duval. G. 2006. « Où en est le marché du CO2 ? » Alternatives économiques.
2. • Beaumais O . et Chiroleu-Assouline. M. 2002, Économie de l'environnement, Amphi Bréal,
3. • Boemere. C et Hourcade.J-C 2005. « Les instruments économiques au service de l'environnement, une efficacité mal comprise ». Cahiers français n° 327.
4. • De Perthuis .Ch 2006. « La finance carbone ». Revue d'économie financière ; téléchargeable de http://doc-iep.univ-lyon2.fr/Ressources/Bases/Somrev/sommaire.html?ID=927
5. • Duval. G. 2006. « Climat : on en parle mais on ne fait rien » Alternatives économiques ; Consultables sur http://www.alternatives-economiques.fr/climat---on-en-parle--beaucoup---mais-on-ne-fait--presque--rien_fr_art_206_24236.html
6. • Gaulier. G. & Kousnetzoff. N. 2007. La mesure des liens entre environnement et croissance, L'économie mondiale, coll. Repères, La Découverte.
7. • Guesnerie. R. 2003. « Kyoto et l'économie de l'effet de serre » rapport du CAE. Téléchargeable de http://www.cae.gouv.fr/spip.php?article90
8. • Guesnerie.R. 2005. « Pourquoi un marché de permis d'émissions ? Le cas du protocole de Kyoto » Cahiers français.
9. • Jurgensen. Ph. 2009, L'économie verte, Odile Jacob
10. • Lévêque. Ch et Sciama. Y. 2005. « Développement durable ». DUNOD. 226p.
11. • Lévêque. F . 2004. « Economie de la réglementation » La découverte.
12. • Lipietz.A., Bureau. D., Hourcade. J-Ch., Godart. O. et Henry.Cl. 1998 « Fiscalité de l'environnement » rapport du CAE. téléchargeable de http://www.cae.gouv.fr/spip.php?article15
13. • Petit. O. 2004. Entreprises et environnement. Rapport à la commission des comptes et de l'économie de l'environnement. Ministère de l'écologie et du développement durable. La documentation française. Consultables sur http://developpementdurable.revues.org/index1236.html
14. • Rotillon. G. 2005. L'économie des ressources naturelles, Repères La Découverte.
15. • Vallée. A. 2002. L'économie de l'environnement, Points Le Seuil .


## Maintenance et fiabilité des systèmes à énergies renouvelables (ELTEE905)

**Objectifs :**
L'étudiant doit être capable d'établir un état des lieux d'opération d'un système ER, en maitrisant les différentes méthodes et algorithmes de diagnostic, industrialisées ou non,

pour détecter et/ou localiser des défauts dans un système ER, en prenant le moins de mesures possibles pour respecter les contraintes économiques.

**Connaissances préalables recommandées :**
Systèmes embarqués, système photovoltaïque et caractérisation, Capteurs et mesures

**V.H.H :** 1h30' Cours, 1h30' TD,

**Contenu de la matière :**

**Chapitre1** : Les grandeurs pour l'´évaluation des énergies renouvelables. **(2 semaines)**
**Chapitre 2** : Etude et analyse des performances des systèmes ER.
Données recommandées selon les normes internationales (CEI 61724, …) pour l'étude des performances des SER et indicateurs des performances des SER. **(3 semaines)**
**Chapitre3**: Dysfonctionnement des systèmes à ER (défauts,..) **(2 semaines)**
**Chapitre4** : Maintenance dans les systèmes à ER **(2 semaines)**
**Chapitre 5** :Supervision du fonctionnement des Systèmes à ER **(3 semaines)**
Recommandations pour la mesure, le transfert et l'analyse des données.
**Chapitre 6** : Techniques de télégestion et télémaintenance. **(2 semaines)**

**Mode d'évaluation :**
Contrôle continu : 40%, Examen : 60%.

**Références bibliographiques:**


- Rabeh FELLOUAH, « Contributions au diagnostic des pannes pour les systèmes différentiellement plats », thèse de doctorat, université de Toulouse, 2007.
- Long BUN, « Détection et localisation de défauts pour un système photovoltaïque », thèse de doctorat, université de Grenoble, 2011.
- IEC, "photovoltaic system performance monitoring- guidelines for measurement, data exchange and analysis", international standard IEC 61724, ed 1998.

R. Isermann, "Fault-Diagnosis Applications Model-based condition monitoring: Actuators, drives, machinery, plants, sensors, and fault-tolerant systems",Springer, 2011


## Propriété intellectuelle, ethique, déontologie et réglementation des ER. (ELTEE906)

**Objectifs :** **:**
Permettre aux élèves ingénieurs d'embrasser la problématique de la propriété industrielle et intellectuelle

**Prérequis :** aucun

**VHH : 1h30' cours.**

**Contenu de la matière :**
A- Propriété intellectuelle **(6 semaines)**
1. Fondamentaux de la propriété intellectuelle

1.1 Entrée en matière
1.1.0 Introduction
1.1.1 Protection et idées
1.1.2 Protection et savoir-faire
1.1.3 Protection des "idées" - exemple
1.1.4 Protection et secret
1.2 Catégories de droits
1.2.0 Introduction
1.2.1 Droit d'auteur
1.2.2 Marque
1.2.3 Brevet
1.2.4 Autres droits
1.3 Violation des droits
1.3.1 Sanction - exemple
1.3.2 Action en contrefaçon
1.3.3 Action en concurrence déloyale
1.4 Le contrat - outil juridique complémentaire
1.4.1 Contrat de travail
1.4.2 Accord de confidentialité
1.4.3 Accord de consortium

2. Droit d'auteur
2.1 Principes généraux
2.1.0 Introduction
2.1.1 Oeuvres protégeables - conditions
2.1.2 Oeuvres plurales - 3 catégories
2.1.3 Exploitation des droits patrimoniaux
2.2 Droit d'auteur et logiciels
2.2.1 Eléments protégeables et conditions de protection
2.2.2 Titularité des droits
2.3 Droit d'auteur et bases de données
2.3.1 Bases de données - définitions
2.3.2 Conditions et durée de protection
2.3.3 Limites du droit du producteur et exceptions

3. Brevet
3.1 Introduction
3.1.1 Brevet - un titre de propriété industrielle
3.1.2 Brevet et publication scientifique
3.1.3 Brevet et créateur d'entreprise
3.1.4 Brevet - une protection territoriale
3.2 Conditions de brevetabilité
3.2.1 Activités exclues de la brevetibilité
3.2.2 Nouveauté de l'invention
3.2.3 Activité inventive
3.2.4 Application industrielle potentielle
3.3 Processus de dépôt d'une demande de brevet

3.3.0 Introduction
3.3.1 Détection - déclaration d'invention
3.3.2 Dépôt prioritaire
3.3.3 Phases nationales
3.4 Titularité des droits
3.4.1 Principes généraux
3.4.2 L'inventeur
3.4.3 Cas particuliers
3.5 Brevet - un outil de veille documentaire
3.5.1 Structure du brevet - informations disponibles
3.5.2 Bases de données brevets - enjeux et exemples

4. Autres droits de propriété industrielle
4.0 Entrée en matière
4.1 Marques
4.1.1 Définition et rôle
4.1.2 Conditions de protection
4.1.3 Acquisition du droit de marque
4.1.4 Effets de l'acquisition de la marque
4.1.5 Perte des droits sur la marque
4.1.6 Focus - marques et noms de domaines
4.2 Dessins et modèles
4.2.1 Définition et rôle
4.2.2 Conditions de protection
4.2.3 Intérêt de la protection par le dessin et modèle
5. Eléments de stratégie de propriété intellectuelle 5.0 Entrée en matière
5.1 Points de vigilance
5.1.1 Démarche de protection
5.1.2 Violation des droits de propriété intellectuelle
5.1.3 Quel outil pour un logiciel ?
5.2 Valorisation économique de la propriété intellectuelle
5.2.1 Evaluation de la valeur
5.2.2 Contrats de cession et de licence
5.2.3 Brevet - un outil stratégique ?
B- Ethique et déontologie **(5 semaines)**
I. Notions d'Ethique et de Déontologie
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
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.
C- Réglementation et Normes des ER **(3 semaines)**

- Normes concernant les installations photovoltaïques
- Normes concernant les installations éoliennes

**Mode d'évaluation :**
Contrôle continu: 40%; Examen (60%)

**Référence bibliographique**

Greaves, T. 1994. Intellectual Property Rights for Indigenous People, A Source Book. Society for Applied Anthropology, Oklahoma City OK, USA.
Kimbrell, A. 1997. Breaking the Law of Life: Raiding the Future, Patent Truth or Patent Lies? Vol. 2, GAIA Foundation.
https://photovoltaique-energie.fr/reglementation-et-normes-photovoltaiques.html

## Aspects politiques, économiques et sociaux des énergies renouvelables (ELTEE907)

**Objectifs de l'enseignement :**
L'objectif de la matière est d'initier les futures diplômées à la création et à la gestion des entreprises en energies renouvelables. Dans ce module il sera donné l'essentiel des aspects politique, économique et sociaux des énergies renouvelablesConnaissances préalables recommandées: Electr otechnique fondamentale, Electronique de Puissance, Notions de gestion et d'économie.

**V.H.H :** 1h30' Cours,

**Contenu de la matière**
**Chapitre 1** : Productions et consommations mondiales d'énergies, réserves et prévisions.. **(2 semaines)**
**Chapitre 2** : Les sources d'énergie en Algérie **(2 semaines)**
**Chapitre 3** : Géopolitique de l'énergie **(2 semaines)**
**Chapitre 4** : Les différents acteurs dans le domaine des énergies **(2 semaines)**
**Chapitre 5** : Lois régissant les énergies **(2 semaines)**
**Chapitre 6** : Impacts socioéconomiques des énergies renouvelables **(2 semaines)**
**Chapitre 7** : L'énergie renouvelable dans l'économie **(2 semaines)**

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu: 40%; Examen (60%)

**Références bibliographiques:**

1-McKane, et al, 2007, publication de l'ONUDI, Policies for PromotingIndustrialEnergyEfficiency in Developing Countries and Transitional Economies (Politiques de promotion de l'efficacité énergétique dans les pays en développement et les économies en transition)v. 08-52434- avril 2008.

2- www.iso.org/iso/fr/focus_1105_sr_pinero.pdf(retrieved in 27 may 2016)2-ISO/TC 242 Management de l'énergie, http://www.iso.org/iso/fr/iso_technical_committee?commid=558632 (retrievedin 27 may 2016)

3-Douglas F.Barnes ; Kerry KruLilla and Wiliam F. Hyde; The urbain household energy transition : social and environment impacts; An AFF press book, published by resources of the future, USA 2004, ISBN:1-933115-07 -6.

4-Rob Aldrich and Jon Parello; IP-Enabled energy management : a proven strategy for administering energy as a service, Wiley Publishing Inc,USA 2010; ISBN: 978-0-470 -60725.

5-www.mem-algeria.org3-Lois et décrets du Droit algérien pour l'énergie4-SmilVaclay, Energy, Miths and Realities, AEI Press, 2010.