

**1- Semestre 1: total V.H hebdomadaire = 24h00heures/semaine**

Unité d'Enseignement	VHS		V.H hebdomadaire				Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
	14-16sem		C	TD	TP	Autres*			Continu	Examen
	Avec Travail Personnel	Sans Travail Personnel								
UE fondamentales	450h00	202h30	7h30	6h00		16h30	9	18		
Eléments de la physique du solide et des matériaux.	100h00	45h00	1h30	1h30		3h40	2	4	33%	67%
Matériaux semi-conducteurs et diélectriques.	150h00	67h30	3h00	1h30		5h30	3	6	33%	67%
Semi-conducteurs et électronique de puissance.	100h00	45h00	1h30	1h30		3h40	2	4	33%	67%
Modélisation des propriétés des matériaux pour les énergies renouvelables	100h00	45h00	1h30	1h30		3h40	2	4	33%	67%
UE méthodologie	250h00	112h30	4h30		3h00	9h10	5	10		
Matériaux : propriétés- élaboration et applications (massifs, couches minces...)	150h00	67h30	3h00		1h30	5h30	3	6	50%	50%
Techniques de caractérisation des matériaux	100h00	45h00	1h30		1h30	3h40	2	4	50%	50%
UE Découverte 1 matière au choix	25h00	22h30	1h30			10mn	1	1		
- Les nanomatériaux - Eléments de Métallurgie physique - Physique des surfaces - Techniques du vide	25h00	22h30	1h30			10mn	1	1	-----	100%
UE transversale	25h00	22h30	1h30			10mn	1	1		
Economie, et création d'une entreprise	25h00	22h30	1h30			10mn	1	1	-----	100%
Total Semestre 1	750h00	360h00	15h00	6h00	3h00	26h00	16	30		

**\*Travail personnel de l'étudiant**

**Semestre 2: total V.H hebdomadaire =24h00heures/semaine**

Unité d'Enseignement	VHS		V.H hebdomadaire				Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
	14-16sem		C	TD	TP	Autres*			Continu	Examen
	Avec Travail Personnel	Sans Travail Personnel								
UE fondamentale	450h00	202h30	7h30	6h00		16h30	9	18		
Gisements énergétiques renouvelables.	100h00	45h00	1h30	1h30		3h40	2	4	33%	67%
Systèmes d'énergie photovoltaïque et matériaux associés.	150h00	67h30	3h00	1h30		5h30	3	6	33%	67%
Les matériaux dans la technologie de fabrications des éoliennes	100h00	45h00	1h30	1h30		3h40	2	4	33%	67%
Stockage de l'énergie	100h00	45h00	1h30	1h30		3h40	2	4	33%	67%
UE méthodologie	250h00	112h30	3h00		4h30	9h10mn	5	10		
Capteurs et instrumentation	100h00	45h00	1h30		1h30	3h40	2	4	50%	50%
Techniques de cratérisations des structures photovoltaïques.	100h00	45h00	1h30		1h30	3h40	2	4	50%	50%
Caractérisation des panneaux PV	50h00	22h30			1h30	1h50	1	2	50%	50%
UE Découverte 1matière au choix	25h00	22h30	1h30			10mn	1	1		
- Sources d'énergie renouvelable. - Concepts généraux sur les énergies.	25h00	22h30	1h30			10mn	1	1	-----	100%
UE transversale	25h00	22h30	1h30			10mn	1	1		
Finances et gestion d'entreprise	25h00	22h30	1h30			10mn	1	1	-----	100%
Total Semestre 2	750h00	360h00	13h30	6h00	4h30	26h00	16	30		

**\*Travail personnel de l'étudiant**

### **III - Programmes détaillés par matière**

# ***SEMESTRE 1***

## Intitulé du Master : *Matériaux et énergies renouvelables*

### Semestre : 1

#### Intitulé de l'UE : Fondamentale

#### Intitulé de la matière : *Éléments de la physique du solide et des matériaux*

Crédits : 4

Coefficients : 2

#### Objectifs de l'enseignement

*Ce cours de physique du solide est à la base des sciences des matériaux. Il permet d'expliquer et de comprendre les propriétés électroniques des métaux, des semiconducteurs et des isolants, éléments constituant l'ensemble des composants électroniques. De ce fait, il permettra une mise à niveau des étudiants provenant des différentes spécialités*

#### Connaissances préalables recommandées

- Quelques éléments de physique statistique (statistique de Boltzmann, fonction de distribution de Fermi).
- Vibrations et oscillations de systèmes à un et deux degrés de liberté (relations de dispersion,...).
- Propagation d'ondes mécaniques et électromagnétiques dans les différents milieux.
- Notions d'électrostatique (champs, potentiel et énergie électriques...)

#### Contenu de la matière :

##### I- Structure cristalline

- Définition de l'état solide.
- Notion de motif et de réseau, réseaux de Bravais : systèmes cubiques
- Plans réticulaires –indices de Miller
- Espace réciproque et diffraction cristalline

##### II- La liaison cristalline

- Interaction de Van der Waals
- Cristaux covalents
- Cristaux métalliques

##### III- Vibrations du réseau

- Modes de vibrations dans les cristaux
- Phonons et chaleur spécifique
- Interaction électron-phonons.

##### IV- Les défauts dans les solides

- Défauts ponctuels
- Dislocations
- Joints de grains

##### V- Les électrons dans les solides

###### 1. Les électrons libres

- Description du modèle.
- Gaz d'électrons
- Les collisions
- Niveaux d'énergie et densité d'états
- Fonction de distribution de Fermi-Dirac

- Loi d'ohm et conductivité électrique
- Diffusion des électrons et résistivité des métaux
- Mesure de la concentration et de la mobilité des électrons dans les métaux : Effet Hall
- Autres propriétés physiques des métaux
  - *Chaleur spécifique*
  - *Conductibilité thermique*
- Travail de sortie ou d'extraction d'un métal - Effet Schottky
- Emission thermoïonique
- Potentiel de contact entre deux métaux
- Travail de sortie ou d'extraction d'un métal - Effet Schottky
- 2. Bandes d'énergie**
  - Description du modèle
  - Électron dans Potentiel périodique
  - Apparition de bandes interdites
  - Approximation de Krönig-Penney
  - Quelques propriétés physiques
  - Classifications des matériaux : Métaux , isolants et semiconducteur
- 3. Propriétés Optiques des solides**
  - Absorption intra-bande
  - Absorption inter-bande
  - Absorption extrinsèque
  - Absorption excitonique

**Mode d'évaluation :** *Contrôle continu 33% , Examen 67%*

#### **Références :**

- [1] W. Ashcroft and N.D. Mermin, Solid state physics, W.B. Saunders Company, Philadelphie, 1976.
- [2] C. Kittel, Physique de l'état solide. Dunod Université Bordas, 1983.
- [3] S. Wang, Solid state Electronics, Mc Graw-Hill Book Company, 1966.
- [4] D. Weigel, Cristallographie et structure des solides. Masson, 1972.
- [5] International Tables of Crystallography. D. Reidel, Dordrecht. Vol. A : Space Group Symmetry. Ed. Th. Hahn (1987).
- [6] International Tables of Crystallography. D. Reidel, Dordrecht. Vol. B : Reciprocal Space. Ed. U. Shmueli (1993).
- [7] International Tables of Crystallography. D. Reidel, Dordrecht. Vol. C : Mathematical, Physical and Chemical Tables. Ed. A.J.C. Wilson (1992).

**Intitulé du Master :** *Matériaux et énergies renouvelables*

**Semestre :** 1

**Intitulé de l'UE :** Fondamentale

**Intitulé de la matière :** *Matériaux Semi-conducteurs et diélectriques*

**Crédits :** 6

**Coefficients :** 3

### Objectifs de l'enseignement

*Ce cours a pour objectif de donner aux étudiants les principes physiques fondamentaux permettant de comprendre les caractéristiques et le fonctionnement des composants électroniques à base de matériaux semi-conducteurs et diélectriques. Un aspect important sera porté sur l'effet d'une excitation extérieure (électromagnétique ou thermique) sur les propriétés de ces matériaux, destinés aux applications concrètes dans les installations photovoltaïques (conversion de l'énergie solaire, stockage et isolation).*

### Connaissances préalables recommandées

- Connaissances fondamentales de physique (électrostatique, électrocinétique) et de mathématiques,
- Physique du solide.

### Contenu de la matière :

#### Partie A : Les semi-conducteurs

##### I-Structure de bandes

- Structure de bandes des matériaux solides : Structure et liaison cristallines. Distinction entre métal-semiconducteur-isolant. Modèle de l'électron libre. Modèle de l'électron quasi-libre
- Notion de densité d'états, Notion de trou et concept de masse effective.
- Structure de bandes des principaux semi-conducteurs.

##### II- Le semi-conducteurs à l'équilibre thermodynamique

- Schéma de bandes simplifié et densité d'états d'énergie dans les bandes permises
- Les semi-conducteurs intrinsèques : Fonction de distribution des électrons sur les états permis. Densité des porteurs libres : loi d'action de masse
- Les semi-conducteurs extrinsèques : Description qualitative du dopant, calcul de la densité des porteurs libres et du niveau de Fermi. Equation de neutralité. Comportement de la concentration des porteurs libres avec la température.

##### III- Propriétés de transport de charge dans un semi-conducteur

- Rappels sur la conduction électrique dans un métal
- Courant d'entraînement dans un semi-conducteur : Conductivité électrique des principaux semi-conducteurs. Comportement de la conductivité électrique d'un semi-conducteur avec la température et le dopage.
- Courant de diffusion dans un semi-conducteur
- Relation d'Einstein
- Effet Hall dans un semi-conducteur
-

#### IV- Phénomènes de génération et de recombinaison

- Introduction
- Mécanismes de génération-recombinaison des porteurs libres : Transitions bande à bande, assistées par pièges. Recombinaison en surface. Recombinaison Auger
- La génération-recombinaison naturelle dans les semi-conducteurs en équilibre
- Les porteurs excédentaires dans les semi-conducteurs hors équilibre : Quasi-niveau de Fermi. Durée de vie des porteurs excédentaires - Modèle simple de génération-recombinaison
- Modèle de dérive-diffusion : Equation de continuité. Equation de transport.
- Transport ambipolaire

#### Partie B : Les diélectriques

##### I- Aspect macroscopique et macroscopie d'un diélectrique

- Potentiel et champ électrique, Energie électrostatique.
- Polarisation et champ dépolarisant, Champ électrique effectif local, Polarisabilité. Mécanismes de polarisation dans les diélectriques : Polarisabilité électronique, ionique et orientationnelle, Susceptibilité et constante diélectrique d'un matériau isotrope, Propriétés diélectriques d'un milieu.

##### II- Grandeurs caractéristiques des milieux diélectriques

- Permittivité diélectriques complexe
- Pertes diélectriques
- Théorie statistique des dipôles : (théorie de Langevin)
- Relaxation dipolaire
- Susceptibilité électriques
- Diélectriques non linéaire
- Milieux anisotropes et non-linéaires

##### III-Propriétés diélectriques

- Ferroélectricité
- Piézoélectricité
- Electrets
- Pyroélectricité

##### IV- Propriétés physique de quelques matériaux diélectriques

- Les céramiques
- Les Polymères
- Les Verres

##### V- Fonctionnalisation des Matériaux diélectriques

**Mode d'évaluation : *Contrôle continu 33% , examen 67%***

#### Références :

- [1] W. Ashcroft and N.D. Mermin, Solid state physics, W.B. Saunders Company, Philadelphie, 1976.
- [2] C. Kittel, Physique de l'état solide. Dunod Université Bordas, 1983.
- [3] S. Wang, Solid state Electronics, Mc Graw-Hill Book Company, 1966.
- [4] D. Weigel, Cristallographie et structure des solides. Masson, 1972.



**Intitulé du Master :** *Matériaux et énergies renouvelables*

**Semestre :** 1

**Intitulé de l'UE :** Fondamentale

**Intitulé de la matière :** *Semi-conducteurs et électronique de puissance*

**Crédits :** 4

**Coefficients :** 2

### Objectifs de l'enseignement

*Faire le lien avec la physique des semiconducteurs, en indiquant dans une première partie, les fonctions remplies par les divers types de composants de puissance, les contraintes qui leur sont imposées et la façon de réduire ces contraintes. Dans la deuxième partie, Nous étudierons quelques convertisseurs.*

### Connaissances préalables recommandées

- Connaissances fondamentales de physique (électrostatique, électrocinétique)
- Physique du solide.
- Notions d'électronique de base acquises en L<sub>2</sub> et L<sub>3</sub>.

### Contenu de la matière :

#### Partie 1 : Etude des composants de puissance (9 semaines)

- **Rappels et généralités** (Rappels des éléments de base de l'électronique fondamentales, Introduction à l'électronique de puissance, rôle de l'électronique de puissance dans les systèmes de conversion d'énergie électrique (2 semaines)
- **Les composants de puissance** (principes physiques et fonctionnement...): Diodes de puissance, Transistor de puissance, MOS et MOSFET, thyristors, triac, GTO, IGBT (association du transistor bipolaire et MOS) (7 semaines)

#### Partie 2 : Etude des convertisseurs (6 semaines)

1. Généralités sur les convertisseurs et leur impact sur la qualité de l'énergie électrique. (2 semaines)
2. Etude de quelques convertisseurs : (4 semaines)
  - Convertisseur A/C : Redresseurs
  - Convertisseurs C/A : Onduleurs
  - Montages gradateurs
  - Montages hacheurs

**Mode d'évaluation :** *Contrôle continu 33%, Examen 67%*

### Références :

- [1] Marie-Claude Didier, Robert Le Goff , Physique appliquée, Lormont, 2001.
- [2] Guy Séguier, Francis Labrique, Robert Baussière, Electronique de puissance, Structures, fonctions de base, principales applications, Édition 2004
- [3] A. Cunière , G. Feld, M. Lavabre, Electronique de puissance : De la cellule de commutation aux applications industrielles,

**Intitulé du Master :** *Matériaux et énergies renouvelables*

**Semestre :** 1

**Intitulé de l'UE :** Fondamentale

**Intitulé de la matière :** *Modélisation des propriétés des matériaux pour les énergies renouvelables*

**Crédits :** 4

**Coefficients :** 2

### Objectifs de l'enseignement

*Dans le domaine de science des matériaux, destinés pour l'énergie, l'amélioration des propriétés des matériaux selon leur utilisation, nécessite un investissement en temps, essentiellement, et en moyens d'étude énorme. C'est dans cette optique qu'a été développé la modélisation des matériaux. Dans ce module l'étudiant apprendra les bases de modélisation via des codes de calculs, qui permettent de prédire le comportement des matériaux, selon les conditions de leur élaboration, avant de procéder à leurs mises en œuvre.*

### Connaissances préalables recommandées

- Eléments de la physique du solide
- Mécanique quantique et physique atomique

### Contenu de la matière :

#### I- Généralités sur les matériaux utilisés en énergies renouvelables

- Matériaux pour le photovoltaïques
- Matériaux pour le stockage d'hydrogène
- Matériaux pour les éoliens et hydro-éoliens
- Matériaux pour accumulateurs et batteries

#### II- Modélisation ab-initio des propriétés physiques des matériaux pour les énergies renouvelables

- Notions de physique du solide et interaction rayonnement matière
- Stabilité énergétique et mécanique
- Propriétés électroniques et optiques
- Energie des défauts et préférence de sites
- Bilans énergétiques des réactions chimiques

#### III- Modélisation du stockage de l'hydrogène atomique

- Modèle Wagner-Schottky
- Modèle Bragg-Williams
- Modèle Van't Hoff

#### IV- Modélisation des propriétés thermiques et des transitions de phases des matériaux pour les énergies renouvelables

- Rappel thermodynamique
- Modèle quasi-harmonique de Debye
- Transitions des phases et transfert de chaleur

**Mode d'évaluation :** *Contrôle continu 33% , Examen 67%*

**Références :**

- [1] Physique du solide, de Neil-W Ashcroft et N-David Mermin, ISBN : 0-03-083993-9.
- [2] Density functional theory : A practical introduction, David Sholl, Janice A Steckel ; ISBN : 9781118211045. Wiley 2011.
- [3] Thermal Energy Storage Using Phase Change Materials: Fundamentals and applications, Amy S. Fleischer, Springer 2015, ISBN : 978-3-319-20921-0.
- [4] Solid State Hydrogen Storage: Materials and Chemistry, G. Walker, Woodhead Publishing 2008, ISBN : 1420077880, 9781420077889.

**Intitulé du Master :** *Matériaux et énergies renouvelables*

**Semestre :** 1

**Intitulé de l'UE :** *Méthodologie*

**Intitulé de la matière :** *Matériaux : Elaboration et applications (couches minces, massifs)*

**Crédits :** 5

**Coefficients :** 3

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

*Ce cours a pour objectifs d'apprendre aux futurs diplômés, en énergies renouvelables, le nécessaire de connaissances et d'informations sur le domaine des matériaux utilisés dans le domaine photovoltaïque, en partant de la matière première, jusqu'à arriver au matériau tel utilisé dans les dispositifs (sous forme massive ou en couche mince).*

### **Connaissances préalables recommandées**

- Notions de cristallographie
- Notion sur les propriétés de conduction thermique et électrique dans les matériaux
- Notions sur les propriétés élastiques dans les solides.

### **Contenu de la matière :**

#### **Partie A : Cours**

##### **I- Classification des matériaux selon leurs propriétés physiques**

- Rappels sur les propriétés des matériaux (propriétés thermiques, mécaniques, électriques...)
- Classification (Métaux et alliages, Polymères, céramiques, semi-conducteurs, composites, Matériaux particulier, Matériaux émergents)

##### **II- Elaboration des matériaux**

###### **a- Matériaux monocristallins**

- Méthode de tirage (Czochralski, Bridgman...). Méthodes de transport en phase gazeuse, epitaxie. Technique de dopage (implantation ionique). La théorie de la diffusion.

###### **b- Couches minces**

- Méthodes physiques
- Méthodes chimiques et électrochimiques

###### **c- Matériaux céramiques**

- Céramiques traditionnelles, Céramiques techniques: Diffusion dans les solides, frittage en phase solide, application aux céramiques techniques (électronique, thermomécaniques).

###### **d- Polymères**

- Synthèse des polymères polyaddition et polycondensation.
- Application aux thermoplastiques et thermodurcissables

## Partie B : Travaux pratiques

**TP N1** : Dépôt de couches minces par spray pyrolyse ultrasonique :

- *Dépôt d'Oxyde Transparent Conducteur TCO*
- *Dépôt d'Oxyde Transparent Conducteur TCO dopé P ou N*

**TP N2** : dépôt de couches minces de matériau (diélectrique, Semi-conducteur ou TCO) par la méthode sol-gel

- *Spin coating*
- *Dip-coating*

**TP N3** : Dépôt de couches minces de matériaux (Métallique, Semi-conducteur ou TCO) par pulvérisation cathodique « sputtering »

- *DC*
- *RF avec ou sans magnetron*

**TP N4** : Dépôt d'une couche mince d'un matériau métallique par évaporation sous vide

**TP N5** : Dépôt de couches minces de matériaux (diélectrique, Semi-conducteur ou TCO) par Dépôts Chimiques en phase Vapeur assistée (PECVD)

**TP N6** : Dépôt de couches minces de matériaux (Métallique, Semi-conducteur ou TCO) par Chemical Bath Deposition CBD

**TP N7** : Dépôt de couches minces de matériaux (Métallique, Semi-conducteur ou TCO) par Électrodéposition.

## **Mode d'évaluation : Contrôle continu 50% , Examen 50%**

### **Références :**

[1] Physique du solide, de Neil-W Ashcroft et N-David Mermin, ISBN : 0-03-083993-9.

[2] Density functional theory : A practical introduction, David Sholl, Janice A Steckel ; ISBN : 9781118211045. Wiley 2011.20

[3] The materials science of thin films, de Milton Ohring, Stevens Institute of Technology, Department of Materials Science of Engineering, Hoboken, New Jersey, ISBN : 0-12-524990-X.

**Intitulé du Master :** *Matériaux et énergies renouvelables*

**Semestre :** 1

**Intitulé de l'UE :** *Méthodologie*

**Intitulé de la matière :** *Techniques de caractérisation des matériaux*

**Crédits :** 4

**Coefficients :** 2

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

*L'étudiant aura appris quelques techniques de caractérisation de matériaux lui permettant de déterminer certaines caractéristiques de différents matériaux semi-conducteurs et diélectriques.*

### **Connaissances préalables recommandées**

- Quelques éléments de Physique du solide,
- Notions sur les matériaux polymères,
- Propriétés électriques et magnétiques des matériaux,
- Interaction onde-matière, électromagnétisme, optique géométrique et physique, propagation guidée des ondes électromagnétiques, acquisition de données, capteurs.

### **Contenu de la matière :**

#### **Partie A : Cours**

##### **I- Méthodes spectroscopiques communes à tout type de matériaux**

- Spectroscopie FTIR
- Spectroscopie UV-Visible
- Spectroscopie Raman
- Ellipsométrie spectroscopique

##### **II- Techniques de caractérisation appliquées aux Semi-conducteurs**

- Etude de la transmission optique d'un semi-conducteur
- Caractérisation électrique des matériaux semi-conducteurs : méthode des 4 pointes et effet Seebeck
- Mesures capacité-tension de jonction pn et Schottky
- Caractéristiques d'un élément non-linéaire – diode à semi-conducteur

##### **III- Techniques de caractérisation appliquées aux Diélectriques**

- Caractérisation des matériaux par la technique des courants thermo-stimulés (CTS)
- Conduction dans les polymères.
- Mesures de permittivités diélectriques Mesures optiques et optoélectroniques
- Photoconductivité – Réflexion - Transmission Mesures électrochimiques :
- Caractérisation des polymères par Analyse Enthalpique différentielle

### Partie B : TP

**TP 1** : Etude de la transmission optique d'un semi-conducteur

**TP 2** : Caractérisation électrique des matériaux semi-conducteurs : méthode des 4 pointes et effet Seebeck

**TP 3** : Mesures capacité-tension de jonction pn et Schottky

**TP 4** : Caractéristiques d'un élément non-linéaire – diode à semi-conducteur

**TP 5** : Caractérisation des matériaux par la technique des courants thermo-stimulés (CTS)

**TP 6** : Conduction dans les polymères.

**TP 7** : Caractérisation des polymères par Analyse Enthalpique différentielle

***Certains de ces travaux pratiques, se feront au niveau du laboratoire de recherche LPM de la faculté de physique de l'USTHB.***

**Mode d'évaluation :** *Contrôle continu 50% , Examen 50%*

### **Références :**

[1] Modern Spectroscopic Techniques and Applications, Maaz Khan, Gustavo Morari Do Nascimento, Marwa El-Azazy, ISBN 1789852056, 9781789852059

[2] Spectroscopic Techniques for Organic Chemists, James W. Cooper, ISBN 0471051667, 9780471051664

## **Intitulé du Master : *Matériaux et énergies renouvelables***

**Semestre : 1**

**Intitulé de l'UE : *Découverte***

**Intitulé de la matière : *(Matière 1) Les nanomatériaux***

**Crédits :1**

**Coefficients : 1**

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

*Ce cours présente un double objectif, à savoir :*

- *Initiation aux techniques d'élaboration des nanomatériaux*
- *Compréhension et maîtrise des propriétés de tels matériaux*

### **Connaissances préalables recommandées**

- Quelques éléments de Physique du solide,
- Quelques éléments de mécanique quantique.

### **Contenu de la matière :**

#### **I- Structure des nanomatériaux**

#### **II- Diffusion aux joints de grains et aspects thermodynamiques**

#### **III- Techniques d'élaboration**

- Voie physique
- Voie chimique
- Mécanosynthèse
- Frittage

#### **IV-Propriétés des nanomatériaux**

- Mécaniques
- Electroniques et de transport
- Magnétiques
- Optiques

#### **V- Applications**

- Electronique et optique
- Enregistrement magnétique

### **Mode d'évaluation : *Examen 100%***

### **Références :**

[1] Nanomaterials: Synthesis, Properties and Applications, Second Edition, A.S Edelstein, R.C Cammaratra, ISBN 0750305789, 9780750305785

[2] Nanomaterials and Their Applications, Zishan Husain Khan, ISBN 9811062145, 9789811062148

[3] Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications, Guozhong Cao, Ying Wang, ISBN 9814322504, 9789814322508



**Intitulé du Master :** *Matériaux et énergies renouvelables*

**Semestre :** 1

**Intitulé de l'UE :** Découverte

**Intitulé de la matière :** (Matière 2) *Eléments de la Métallurgie Physique*

**Crédits :** 1

**Coefficients :** 1

### Objectifs de l'enseignement

*Cet enseignement a pour objectif de montrer à l'étudiant les propriétés mécaniques des matériaux. Ces dernières doivent toujours être prises en compte dans la réalisation d'installation sujettes aux contraintes mécaniques. Il verra aussi, des techniques d'élaboration, de mise en forme, de traitements thermomécaniques.*

### Connaissances préalables recommandées

- Notions de physique du solide (cristallographie, propriétés élastiques (module de Young, coefficient de poisson)).

### Contenu de la matière :

#### I- Physico-Chimie métallurgiques et connaissances de base en sciences des matériaux

- Métallurgie physique
- Cristallographie
- Structure électronique des solides
- Diagrammes de phases
- Traitements thermiques
- Comportement mécanique
- Thermodynamique appliquée aux métaux et alliages

#### II- Défauts, diffusion, équilibre et transformations de phases

- Défauts ponctuels, linéaires, surfaciques et volumiques
- Diffusion en volume, diffusion dans les joints de grains
- Systèmes en équilibre, systèmes hors équilibre
- Transformations de phases à l'état solide

#### III- Relations Microstructure-propriétés mécaniques

- Microstructure déformation
- Microstructure de transformations de phases

#### IV- Propriétés électriques, thermiques, magnétiques et optiques

- Propriétés électriques et thermiques
- Propriétés magnétiques et optiques

**Mode d'évaluation :** *Examen 100%*

### Références :

- [1] C. Kittel: « Physique de l'état solide », Dunod Université, Bordas (1983)
- [2] R. W. Cahn & P. Haasen, « Physical Metallurgy » 4th Ed., Elsevier, Pergamon (1996) .....
- [3] J. Philibert, A. Vignes, Y. Brechet et P. Combrade, « Métallurgie, du minerai au matériau », Ed. Masson (1998)

**Intitulé du Master :** *Matériaux et énergies renouvelables*

**Semestre :** 1

**Intitulé de l'UE :** Découverte

**Intitulé de la matière :** (Matière 3) Physique des surfaces

**Crédits :** 1

**Coefficients :** 1

**Objectifs de l'enseignement**

*Ce module a pour objectif d'Attirer l'attention des étudiants sur l'importance des surfaces des matériaux*

**Connaissances préalables recommandées**

- Notions de physique du solide (cristallographie, propriétés élastiques (module de Young, coefficient de poisson)).
- Thermodynamique,
- Interaction rayonnement matière

**Contenu de la matière :**

**I- Aspects thermodynamiques**

- Classification des surfaces
- Energie de surface
- Contraintes de surface

**II- Propriétés des surfaces**

- Propriétés électroniques
- Densité électronique près d'une surface (travail de sortie)
- Cas des métaux de transition, des semi-conducteurs et des oxydes
- Magnétisme des surfaces
- Chimie des surfaces

**III- Mécanismes de croissance**

- Lois de croissance
- Cas de l'épitaxie
- Description des méthodes de croissance
- Instabilités de croissance

**Mode d'évaluation :** *Examen 100%*

**Références :**

[1] Physics of Surfaces and Interfaces, Harald Ibach, ISBN 3540347097, 9783540347095

[2] Physics and Chemistry of Interfaces, Hans-Jürgen Butt, Hans-Jürgen Butt, ns Jürgen Butt, Karlheinz Graf, Michael Kappl, ISBN 3527404139, 9783527404131

**Intitulé du Master :** *Matériaux et énergies renouvelables*

**Semestre :** 1

**Intitulé de l'UE :** Découverte

**Intitulé de la matière :** (Matière 4) *Techniques du vide*

**Crédits :** 1

**Coefficients :** 1

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

*Ce cours permettra à l'étudiant de connaître les principes physiques de fonctionnement des différents types de pompes à vide qu'il pourrait rencontrer en industrie. Il sera familiarisé aussi avec les techniques de mesure de tous les paramètres du vide. Ces derniers sont une partie indispensable pour assurer une reproductibilité des process en industrie afin de garantir la qualité du produit.*

### **Connaissances préalables recommandées**

- Notions de Thermodynamique (pression, écoulement linéaire et non linéaire, )

### **Contenu de la matière :**

#### **I- Notions de bases de la technique du vide**

- Grandeurs, unités et écoulement de fluides en régime permanent.
- Dégazage d'un matériau
- Calcul de la descente en pression
- Conception d'un système à vide.

#### **II- Pompes à vide**

- Pompes volumétriques
- Pompes à entraînement
- Visite Labo pour démonstration

#### **III- Mesure du vide**

- Manomètre de Pirani
- Manomètre à thermocouple
- Manomètre à ionisation
- Mesure des pressions partielles
- Visite Labo pour démonstration

**Mode d'évaluation :** *Examen 100%*

### **Références :**

- [1] Handbook of Vacuum Technology, Karl Jousten, ISBN 3527413383, 9783527413386
- [2] High-Vacuum Technology: A Practical Guide, Second Edition, Marsbed H. Hablanian, ISBN 0824798341, 9780824798345
- [3] Vacuum Technique, L.N. Rozanov, ISBN 041527351X, 9780415273510

**Intitulé du Master :** *Matériaux et énergies renouvelables*

**Semestre :** 1

**Intitulé de l'UE :** Transversale

**Intitulé de la matière :** *Droit et économie générale et d'entreprise*

**Crédits :** 1

**Coefficients :** 1

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

*Ce cours permettra à l'étudiant de maîtriser les concepts fondamentaux de l'économie., exploiter une documentation économique et juridique, construire un raisonnement économique et juridique, analyser une situation dans ses dimensions économiques et juridiques, dégager des interrelations entre les domaines du droit et de l'économie.*

### **Connaissances préalables recommandées**

#### **Contenu de la matière :**

##### **I- Droit**

- Droit civil (Sources du droit, organisation judiciaire, Acteurs de la vie juridique, Droits et biens, Droit des contrats, Droit de la responsabilité)
- Droit des affaires (Droit commercial, Droit fiscal)
- Droit du travail et droit social, Cadre juridique des rapports de travail, Protection sociale

##### **II- Economie générale**

- Analyses microéconomique et macroéconomique
- Fluctuations et croissance
- Economie internationale

##### **III- Economie d'entreprise**

- Apport des sciences des Organisations,
- La gestion commerciale,
- La gestion de la production, La gestion financière,
- La gestion des ressources humaines,
- Le management,
- L'analyse stratégique et les choix stratégiques.

**Mode d'évaluation :** *Examen 100%*

#### **Références :**

[1] Code civile algérien, journal officiel.

[2] Project Management, Jeffrey P. Davidson, ISBN 0028639669, 9780028639666

# ***SEMESTRE 2***

**Intitulé du Master :** *Matériaux et énergies renouvelables*

**Semestre :** 2

**Intitulé de l'UE :** Fondamentale

**Intitulé de la matière :** *Gisements énergétiques renouvelables*

**Crédits :** 4

**Coefficients :** 2

### Objectifs de l'enseignement

*Ce cours a pour objectif de permettre à l'étudiant d'apprendre à évaluer les différentes énergies et mesures afin de caractériser les sites exploitables en énergies renouvelables.*

### Connaissances préalables recommandées

- Notions d'optique linéaire et non linéaire acquises en licence.
- Notions de thermodynamique et écoulement des fluides acquises en licence.

### Contenu de la matière :

#### I- Introduction aux gisements énergétiques renouvelables

- Importance et historique de l'énergie (Consommation mondiale de l'énergie, Répartition de la consommation d'énergie, Historique de l'énergie).
- Production de l'électricité
- Sources des gisements énergétiques renouvelables
- Mesure Radio-thermique

#### II- Gisement solaire

- Source
  - *Position géométrique du soleil, Paramètres géographiques, Paramètres astronomiques, Émissions du soleil.*
- Rayonnement solaire
  - *Le rayonnement solaire hors atmosphère, Structure et composition de l'atmosphère, Effet de l'atmosphère sur le rayonnement solaire, Incidence des différents paramètres atmosphériques sur le rayonnement.*
- Appareils de mesure
- Modèles de calcul du rayonnement solaire
- Gisement solaire en Algérie

#### III-Gisement éolien

- Généralités sur le potentiel éolien
  - *Définitions, - Origine du vent, - Types du vent, - Para métrisation du vent, - Energie cinétique et énergie éolienne, - Conversion aérodynamique, etc.*
- Modélisation du vent et caractérisation d'un site
  - *Courbes des moyennes de la vitesse du vent, caractéristique vitesse-altitude, - caractéristique de la répartition de la vitesse du vent, identification des sites éoliens*
- Méthodes de prédiction de la vitesse du vent
  - *Méthodes statistiques, Méthodes intelligentes.*

- Appareils de mesure
- Gisement éolien en Algérie

**Mode d'évaluation :** *Contrôle continu 33% , Examen 67%*

**Références :**

- [1] Héliothermique.: Le gisement solaire, méthodes et calculs, Pierre-Henri Communay, Edition GRE, 2002.
- [2] Energie solaire. Calcul et optimisation - Génie énergétique, Jacques Bernard, Edition : Ellipses, 2004. Offre de Formation MASTER : Energies Renouvelables/ Energie Solaire Page 26
- [3] Algérie : l'après-pétrole : Quelles stratégies pour 1995 et 2010 ?, Assia Hireche, Editions L'Harmattan, 1989.
- [4] Le gisement solaire: évaluation de la ressource énergétique, Christian Perrin de Brichambaut, Edition : Tech. & Doc. / Lavoisier, 1999.
- [5] Le rayonnement solaire dans l'environnement terrestre, Alain Chiron de la Casinière, Edition : Publibook, 2003.
- [6] Solar Energy Engineering: Processes and Systems, Soteris A. Kalogirou, Edition: Academic Press Inc 2009

**Intitulé du Master :** *Matériaux et énergies renouvelables*

**Semestre :** 2

**Intitulé de l'UE :** Fondamentale

**Intitulé de la matière :** *Systèmes d'énergie photovoltaïque et matériaux associés.*

**Crédits :** 6

**Coefficients :** 3

### Objectifs de l'enseignement

*Ce cours fait suite à celui, traitant les matériaux semi-conducteurs, fait en S1. Le but est d'appliquer les propriétés de transport des semi-conducteurs hors équilibre, à des dispositifs à base de ces matériaux. Ceci permet donc de comprendre leur fonctionnement.*

### Connaissances préalables recommandées

Notions sur la physique du solide et l'électronique .....

### Contenu de la matière:

#### Partie I : Energie Photovoltaïque

- Généralités
- Principe de la conversion photovoltaïque.
- Module photovoltaïque
  - Caractéristique courant-tension
  - Schéma équivalent
  - Stratégies de suivi du point à puissance maximum

#### Partie II : Matériaux photovoltaïques

##### Chapitre 1 : Diodes à jonction

- La diode PN : Principe de fonctionnement et réalisation technologique d'une diode PN.
- Calcul du courant : caractéristique statique I-V.
- Capacité de transition et de diffusion.
- Phénomènes transitoires dans une diode PN : circuit équivalent.
- La diode tunnel
- La diode Schottky : Calcul du courant et caractéristique. Comparaison avec la diode PN. Contact ohmique
- Hétérojonctions

##### Chapitre 2 : Structure MIS

- Structure métal/isolant/semi-conducteur idéale : Description. Diagramme de bandes d'énergie et régimes de fonctionnement.
- Champ et potentiel électriques d'une structure MIS en régime de déplétion ou de faible inversion. Calcul du champ électrique, du potentiel de surface et de la charge de la structure MIS dans le cas général.

##### Chapitre 3 : Les matériaux photovoltaïques émergents

- Les cellules solaires inorganiques en films minces - La filière silicium : silicium cristallin, polycristallin, amorphe - La filière chalcopirite : CIS, CIGS - La filière CdTe - Les multijonctions



- *Les cellules solaires organiques - Photogénération dans les polymères organiques semiconducteurs - Le dopage homogène des polymères - La structure de bandes*
- *Les cellules hybrides organiques-inorganiques - Le principe de fonctionnement - La génération des excitons - La structure de bande - Les interfaces - Les cellules solaires nanostructurées*
- *Autres matériaux :*
  - *les nouveaux TCO*
  - *les nouveaux absorbeurs*

**Mode d'évaluation :** *Contrôle continu 33% , Examen 67%*

**Références :**

- [1]C. Kittel : Physique de l'état solide, Dunod Université Bordas (1983).  
 [2]W.Kurz, J.P. Mercier Et G. Zambelli: Introduction à la science des matériaux, presses polytechniques romandes, (1987)  
 [3] Ashby Jones : Matériaux : 1- Propriétés et applications Dunod (1998).  
 [4]Ashby Jones : Matériaux : II- Microstructure et mise en œuvre, Dunod (1991).  
 [6] PJacquinet : Utilisation des matériaux composites. Hermes(1991).  
 [7] FCardarelli : Materials Handbook. Springer (2001).

.....

**Intitulé du Master :** *Matériaux et énergies renouvelables*

**Semestre :** 2

**Intitulé de l'UE :** Fondamentale

**Intitulé de la matière :** *Les matériaux dans la technologie de fabrications des éoliennes*

**Crédits :** 4

**Coefficients :** 2

### Objectifs de l'enseignement

*Ce cours , dans sa première partie vise à faire acquérir aux futurs diplômés les notions de base sur l'énergie éolienne. Dans un second lieu, une études détaillée sur les matériaux candidats dans la fabrication d'une éolienne est dispensée aux étudiant afin de leur permettre d'établir les critères de choix des matériaux pour la fabrication d'une éolienne pour optimiser son utilisation.*

#### **.Connaissances préalables recommandées**

- ...Notions de la science des matériaux
- Notions de métallurgie.....

### Contenu de la matière :

#### **I- Partie 1 : Energie éolienne**

- Introduction et généralités
- Procédé de conversion de l'énergie éolienne
- Types d'éoliennes et principe de fonctionnement
- Description de la structure d'une éolienne
- Procédés de construction d'une éolienne et dimensionnement

#### **II- Partie 2 : Matériaux associés à la fabrication d'une éolienne.**

##### **Chapitre 1 : Généralités et différentes classes des matériaux**

- *Matériaux métalliques*
- *Matériaux céramiques*
- *Matériaux polymères*
- *Matériaux composites (combinaison de matériaux de familles différentes)*

##### **Chapitre 2 Alliages d'Aluminium**

- *Aluminium pur : extraction, mise en forme*
- *Alliages d'Aluminium : Elaboration, mise en forme à froid et à chaud*
- *Traitements thermiques*
- *Durcissement structural*
- *Microstructures et propriétés mécaniques*
- *Modelage et soudage des alliages d'Aluminium*
- *Relation procédés de fabrication-microstructure*

##### **Chapitre 3 : Matériaux Composites**

- *Introduction : Analogie et différence avec les polymères, métaux et alliages.*
- *Méthodes d'élaboration des matériaux composites.*
- *Composites à partir de polymère, métaux et céramique.*
- *Comportement mécanique et électrique des matériaux composites*
- *Processus de dégradation des matériaux composites*

## Chapitre 4 : Critères de choix des matériaux pour la fabrication des éléments d'une éolienne

- *Le mât de l'éolienne – les pales*
- *Matériaux et calcul structural*
- *Fonctions principales de la construction (conditions opératoires, sollicitations mécanique, thermique et hygrométrique)*
- *Propriété du matériau (résistance, conductibilité, corrosion, prix de reviens.*

**Mode d'évaluation :** *Contrôle continu 33% , Examen 67%*

### Références :

- [1] P. Leconte, M. Rapin, E. Szechenyi, « Éoliennes », Techniques de l'Ingénieur, BM 4 640-2005.
- [2]. J. M.Martin-Amouroux, « Perspectives énergétiques mondiales », Techniques de l'Ingénieur, BE 8 515 -2004.
- [3]. G.Cunty, « Eoliennes et aérogénérateurs, guide de l'énergie éolienne », Edissud, AixenProvence, 2001,

**Intitulé du Master :** *Matériaux et énergies renouvelables*

**Semestre :** 2

**Intitulé de l'UE :** Fondamentale

**Intitulé de la matière :** *Stockage de l'énergie*

**Crédits :** 4

**Coefficients :** 2

### Objectifs de l'enseignement

*Ce cours présente les systèmes de stockage d'énergie à petite et à grande échelle. Des modèles technico-économiques sont développées via des exemples concrets de conception des systèmes de stockage.*

### Connaissances préalables recommandées

### Contenu de la matière :

#### Chapitre I : Caractéristiques des systèmes de stockage(3semaines)

- Capacité énergétique
- Puissance Maximale
- Rendement
- Nombre maximal de cycles
- Minimisation du cout

#### Chapitre II : Moyens de stockage d'énergie à petite échelle(5 semaines)

- Super-condensateurs
- Inductances supraconductrices
- Volants d'inertie
- Systèmes à air comprimé
- Accumulateurs électrochimiques

#### Chapitre III : Moyens de stockage d'énergie à grande échelle(4 semaines)

- Stockage hydraulique gravitaire
- Système hybride
- Batteries électrochimiques
- Batteries à circulation
- Systèmes à stockage thermique

#### Chapitre IV : Modèles Technico-économiques (3 semaines)

- Critères de choix du systèmes de stockage
- Rendement énergétique
- Problématique économique
- Données de consommation et météorologiques

**Mode d'évaluation :** *Contrôle continu 33%, Examen 67%*

### Références :

[2] Achaibou Nadia, Optimisation Du Stockage Des Energies Renouvelables, édition Academiques, 2014.

[3] Antonio Luque and Steven Hegedus, Hand book of photovoltaic science and Engineering, John Wiley and Sons Ltd, 2003.

**Intitulé du Master :** *Matériaux et énergies renouvelables*

**Semestre :** 2

**Intitulé de l'UE :** *Méthodologie*

**Intitulé de la matière :** *Capteurs et instrumentation*

**Crédits :** 4

**Coefficients :** 2

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

*Les objectifs de cet enseignement se résument comme suit :*

- *La connaissance des principes de base des capteurs.*
- *Maîtrise de l'acquisition et l'exploitation de l'information à mesurer par certains capteurs*
- *Application à l'acquisition automatique de signaux météorologiques*

### **Connaissances préalables recommandées :**

Notions de Physique du solide, Electronique (Fonctions de transfert, Adaptation, amplification...), Théorie du solide, Propriétés des Matériaux Semi-conducteurs, Quelques notions d'électronique analogique et numérique, Notions élémentaires de chimie.

### **Contenu de la matière :**

#### **Partie A**

##### **I. Propriétés Générales des Capteurs**

1. Généralités sur les capteurs (grandeur d'entrée et de sortie, mesurande, courbe d'étalonnage...)
2. Caractéristiques métrologiques : Les erreurs de mesure, Étalonnage, Limites d'utilisation du capteur, Sensibilité, Rapidité - Temps de réponse, finesse
3. Principes physiques mis en jeu dans les capteurs (mesurandes utilisées, effet physique mis en jeu, grandeur de sortie mesurable)
3. Classification des capteurs (capteurs passifs, actifs, composites, notion de détecteur)

##### **II. Instrumentation : Mesure et exploitation de la grandeur de sortie**

- 1- Conditionnement Caractéristiques générales des conditionneurs de capteurs passifs (Les montages basiques, les ponts, les oscillateurs, conditionneurs de signaux)
- 2- Amplification (Les AOP pour le conditionnement primaire, Les amplificateurs d'instrumentation)
- 3- Les grandeurs d'influence et la perturbation du signal

#### **Partie B**

- 1- Capteurs Thermiques : (Les RTD, les thermocouples, thermométrie par diode et transistor, pyrométrie optique)
- 2- *Capteurs de grandeurs mécaniques* (Capteurs de déplacement, Orientation autonome des panneaux PV)
- 3- Capteurs d'humidité (le DHT11) et Capteurs capacitifs
- 4- *Application à l'acquisition automatique de signaux météorologiques : Systèmes*

d'alerte par capteurs (Monitoring des installations photovoltaïque et thermique, monitoring d'une station éolienne)

## Partie C : Travaux Pratiques

**TP1** : Etude en régime statique et pulsé d'un photo capteur infrarouge BPW4X.

**TP2** : Etude de capteurs thermiques :

a- Capteur thermique à coefficient négatif CTN (étalonnage, modélisation)

b- Capteur à résistance thermo dépendante RTD et capteur intégré LM35x

**TP3** : Etude en régime statique et dynamique d'une photorésistance LDR

**TP4** : Caractérisation d'une cellule solaire-Application au panneau PV

**TP 5** : Production énergétique par éolienne (étude des unités fonctionnelles, dimensionnement, coefficient de puissance)

## Mode d'évaluation : *Contrôle continu 50% , Examen 50%*

### Références :

[1]G.Asch Les capteurs en instrumentation industrielle" éditions DUNOD, 4ème édition 1991.

[2]G. Asch Technique et ingénierie-EEA, Ed. Dunod l'Usine nouvelle, 6 ème édition 2010.

[3]J. Joseph. Designer's handbook of instrumentation and control circuits, Joseph J. Carr, Ed. Academic press (San Diego) 1991.

[4] Ichinose Noboru, Tetsuji Kobayashi Guide pratique des capteurs / Ichinose Noboru, Tetsuji Kobayashi, Ed. Masson (Paris), 1990.

[5]D. Lafore Instrumentation et capteurs, polycopié de cours., 2007.....

[

**Intitulé du Master :** *Matériaux et énergies renouvelables*

**Semestre :** 2

**Intitulé de l'UE :** Méthodologie

**Intitulé de la matière :** *Techniques de caractérisations des structures photovoltaïques*

**Crédits :** 4

**Coefficients :** 2

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

*Le but de cet enseignement pratique vise à donner une vue globale sur les différentes techniques de caractérisation électrique des matériaux et structures constituant un panneau photovoltaïque.*

### **Connaissances préalables recommandées**

- Notions sur les semi-conducteurs (Semestre 1)

### **Contenu de la matière :**

**TP N1 :** Effet Hall dans les semiconducteurs

**TP N2 :** Méthode de la pointe chaude

**TP N3 :** Mesure de la résistivité de plaquette de semiconducteurs (dopé et non dopé) : Méthode des quatre pointes.

**TP N4 :** Mesure de la conductivité et de l'énergie d'activation d'un matériau semiconducteur (dopé et non dopé)

**TP N5 :** Caractérisation électrique d'une cellule solaire : Mesures courant-tension, courant-tension-température.

**TP N6 :** Caractérisation capacitive d'une cellule solaire : Mesures capacité-tension, capacité-température, capacité-fréquence.

**TP N7 :** caractérisation d'une cellule solaire par la méthode du Photo-Courant Constant (CPM)

**TP N8 :** caractérisation d'une cellule solaire par la méthode de Surface Photo-Voltage (SPV)

### **Mode d'évaluation :** *Contrôle continu 50% , Examen 50%*

### **Références :**

[1] IEC 60904-1, Photovoltaic devices-Part 1: Measurement of photovoltaic current-voltage characteristics, 2006

IEC 60904-10, Photovoltaic devices-Part 10:Methods of linearity measurement, 1998

[2] IEC 60904-10, Photovoltaic devices-Part 10:Methods of linearity measurement, 1998

**Intitulé du Master :** *Matériaux et énergies renouvelables*

**Semestre :** 2

**Intitulé de l'UE :** *Méthodologie*

**Intitulé de la matière :** *Caractérisation d'un panneau PV*

**Crédits :** 2

**Coefficients :** 1

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

*La caractérisation expérimentale de différents panneaux sous différentes conditions. Ainsi, le futur diplômé, lors d'un projet d'installation de système PV, pourra les panneaux adéquats.*

### **Connaissances préalables recommandées**

- Notions d'électronique fondamentale ( licence)

### **Contenu de la matière:**

**TP 1 :** Etude expérimentale de l'effet de la température sur les caractéristiques d'un panneau solaire photovoltaïque au silicium

**TP 2 :** Etude comparative de l'effet de la température sur les caractéristiques de panneaux solaire de différentes technologies

**TP 3 :** Etude de l'effet des variations spectrales du rayonnement sur les caractéristiques de panneaux solaires photovoltaïques

**TP 4 :** Etude expérimentales des paramètres électriques de panneaux solaires au (cas des résistances série et de parallèle)

**TP 5 :** Etude expérimentale des paramètres d'une station solaire

**Mode d'évaluation :** *Contrôle continu 50% , Examen 50%*



**Intitulé du Master :** *Matériaux et énergies renouvelables*

**Semestre :** 2

**Intitulé de l'UE :** Découverte

**Intitulé de la matière :** (Matière 1) Sources d'énergies renouvelables

**Crédits :** 1

**Coefficients :** 1

**Objectifs de l'enseignement**

*A travers ce cours l'étudiant devra se familiariser avec les sources d'énergie renouvelable Solaire, Eolienne, biomasse, géothermie, ainsi qu'une introduction à l'économie d'énergie.*

**Connaissances préalables recommandées**

- Connaissances générales en physique de base

**Contenu de la matière:**

- 1- Energie solaire
- 2- Energie éolienne
- 3- Energie géothermique
- 4- Energie hydroélectrique
- 5- Energie artificielle
- 6- Energie de la biomasse
- 7- Energie de l'Hydrogène/Eau
- 8- Energie du gaz carbonique
- 9- Energie des résidus (déchets)
- 10- Economie d'énergie

**Mode d'évaluation :** *Examen 100%*

**Références :**

- [1] Les Piles A Combustibles – Principes – Technologie - Applications, Brel-Blockdegober-Prigent, Edition : Technip – Paris, 1972
- [2] Encyclopedia Of Electrochemistry, C. A. Hmp Et, Edition Rheinhold, 1964
- [3] Electrochimie Theorique I - Electrochimie - Application Ii, Milazzo - Edition Masson Et Cie
- [4] Techniques De L'ingenieur : • Procédés Electrochimiques • Générateurs D'énergie
- [4] Les Generateurs Electrochimiques Pour Applications Spatiales, Edition Dunod – Paris – 1968
- [5] Conversion De L'énergie, S .S. L. Chang – Paris, 1966.

**Intitulé du Master :** *Matériaux et énergies renouvelables*

**Semestre :** 2

**Intitulé de l'UE :** Découverte

**Intitulé de la matière :** (Matière 2) Concepts généraux sur les énergies

**Crédits :** 1

**Coefficients :** 1

### Objectifs de l'enseignement

*Le but de cet enseignement est de dispenser une formation sur les énergies qui vise à donner un panorama aussi large que possible sur les différentes formes d'énergies.*

### Connaissances préalables recommandées

- Connaissances générales en physique de base et thermodynamique

### Contenu de la matière :

#### I- Généralités et concepts de base.

- Concept d'énergie (historique, travail, chaleur,...).
- Différentes formes de l'énergie (mécanique, calorifique, électrique, chimique, rayonnante, nucléaire).
- Transformations d'une forme à une autre (énergie interne, types de transformation,...).

#### II- Les différentes sources d'énergie

- Définitions (source, sources, ressources, système énergétique, énergies primaires, secondaires,...). Les sources d'énergies les plus exploitées (énergies des combustibles, nucléaire, hydraulique, solaire, ...).
- Caractéristiques et classification des sources d'énergie.
- Pouvoir calorifique d'un combustible (PCS, PCI).

#### III- La conversion de l'énergie

- Principes de base (unités de mesure, coefficients de conversion et d'équivalence, ...).
- Les différentes conversions utilisées (combustibles animaux et végétaux, électricité, gaz naturel, ...).

#### IV- Productions et consommations mondiales d'énergies, réserves et prévisions

Production annuelle énergétique mondiale (pétrole, gaz naturel, charbon, nucléaire, renouvelable ...). Consommation annuelle énergétique mondiale (pétrole, gaz naturel, charbon, nucléaire, renouvelable, Ressources énergétique mondiales (pétrole, gaz naturel, charbon, nucléaire, renouvelable, ...).

#### V- Les sources d'énergie en Algérie

Généralités (historique, acteurs du secteur, ...).

Les sources d'énergie non renouvelables (pétrole, gaz naturel, charbon, nucléaire).

Les sources d'énergie renouvelables (solaire, éolienne, géothermique, hydraulique,...)

Production et consommation énergétique annuelles (pétrole, gaz naturel, charbon, nucléaire, renouvelable, ...).

**Mode d'évaluation :** *Examen 100%*

## Références

- [1] J.L.Bobin, L'énergie de demain, EDP Sciences.
- [2] B.Durand, Energie et environnement, EDP Sciences.
- [3] B.Wiesenfeld, L'énergie en 2050, EDP Sciences.
- [4] J.L.Bobin, L'énergie dans le monde, EDP Sciences.
- [5] P.Maillet, L'énergie, PUF, 1982.
- [6] D.Durand, La politique pétrolière internationale, PUF, 1978.
- [7] B.Boufeldja, Guide Biomasse-Energie, ACADEMIA, 1994.
- [8] P.Bacher, Quelle énergie pour demain, Nucléon, 2000.
- [9] B.Durand, La crise pétrolière, EDP, 2009.

**Intitulé du Master :** *Matériaux et énergies renouvelables*

**Semestre :** 2

**Intitulé de l'UE :** Transversale

**Intitulé de la matière :** *Finances et gestion d'entreprise*

**Crédits :** 1

**Coefficients :** 1

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

*Ce cours permettra à l'étudiant de connaître les étapes de création d'une entreprise et maîtriser les outils micro-informatiques et bureautiques utilisés, au service de la comptabilité et de la gestion d'une entreprise.*

### **Connaissances préalables recommandées**

Notions de droit et économie d'entreprise acquises au deuxième semestre.

### **Contenu de la matière :**

#### **Chapitre 1 : Création d'une entreprise**

- Définitions (sarl, société, start-up....)
- Etapes de création d'une entreprise

#### **Chapitre 2 : Gestion d'une entreprise**

- Techniques quantitatives de gestion
- Comptabilité générale,
- Comptabilité analytique,
- Contrôle de gestion et gestion prévisionnelle,
- Comptabilités des sociétés.
- Analyse comptable et financière,
- Outils mathématiques appliqués à la gestion.

#### **Chapitre 3: Informatique appliquée à la gestion**

- Configurations spécifiques,
- Logiciels spécialisés de gestion et applications,
- Systèmes d'information et analyse conceptuelle.

#### **Chapitre 4: Environnement juridique spécifique**

- Réglementation comptable,
- Droit fiscal appliqué,
- Législation du travail

**Mode d'évaluation :** *Examen 100%*

### **Références :**

- [1] Pierre Cahuc et André Zylberberg, Le Marché du Travail, De Boeck Universités, 2001
- [2] F M Bator, The Anatomy of Market Failure, article 1958
- [3] Arthur Cecil Pigou, The Economics of Welfare, 1932