

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

HARMONISATION
DE L'OFFRE DE FORMATION
MASTER ACADEMIQUE

Établissement	Faculté / Institut	Département
Université d'Alger 1 Ben Youcef Ben Khedda	Faculté des Sciences	Sciences de la matière

Domaine : Sciences de la matière

Filière : Physique

Spécialité : Physique Energétique et énergies renouvelables

Année universitaire : 2021/2022

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

عرض تكوين

ماستر أكاديمية

المؤسسة	الكلية	القسم
قسم علوم المادة	كلية العلوم	جامعة الجزائر 1 بن يوسف بن خدة

الميدان : علوم المادة

الفرع : الفيزياء

التخصص : طاقة وطاقات متجددة

السنة الجامعية: 2022/2021

SOMMAIRE

I - Fiche d'identité du Master	4
1 - Localisation de la formation	4
2 – Coordonateurs	4
3-Partenaires de la formation	4
4 - Contexte et objectifs de la formation	5
A – Conditions d'accès	5
B - Objectifs de la formation	5
C – Profils et compétences visées	5
D - Potentialités régionales et nationales d'employabilité	6
E - Passerelles vers les autres spécialités	6
F - Indicateurs de suivi de la formation	7
G- Capacités d'encadrement	7
5- Moyens humains disponibles	8
A – Enseignants intervenant dans la spécialité	8
B – Encadrement externe	10
C -Synthèse globale des ressources humaines	11
D-Personnel permanent de soutien (indiquer les différentes catégories)	11
6- Moyens matériels spécifiques disponibles	12
A - Laboratoires Pédagogiques et Équipements	12
B - Terrains de stage et formations en entreprise	14
C – Laboratoires de recherche de soutien au master	15
D – Projets de recherche de soutien au master	16
E- Espaces de travaux personnels et TIC	16
II - Fiches d'organisation semestrielle des enseignements	17
1- Semestre 1	18
2- Semestre 2	19
3- Semestre 3	20
4- Semestre 4	21
5-- Récapitulatif global de la formation	21
III - Fiche d'organisation des unités d'enseignement	22
IV– Programme détaillé par matière	36
(Établir une fiche par UE)	
V – Accords / conventions	64
VI – Curriculum Vitae des coordonateurs	65
VII - Avis et Visas des organes administratifs et consultatifs	75
VIII - Visa de la Conférence Régionale	76
IX - Visa du Comité Pédagogique National de Domaine	76

I – Fiche d'identité du Master

1 - Localisation de la formation

Faculté des sciences

Département sciences de la matière

2 - Coordinateurs :

- Responsable de l'équipe du domaine de formation :

Nom & prénom : NEBBAT El Amine

- Responsable de l'équipe de la filière de formation :

Nom & prénom : SIOUANI Chaouki

- Responsable de la spécialité physique énergétique :

Nom & prénom : BOUZID Zakaria

3 - Partenaires de la formation

-Établissements universitaires :

- Université de Blida
- Université Aboubakr Belkaid de Tlemcen
- École Nationale Supérieure de Kouba

-Autres établissements partenaires :

- SONATRACH
- SONELGAZ
- NAFTAL
- CDER
- CRTSE (centre de recherche en technologie des semi-conducteurs)
- UDES (Unité de développement de l'énergie solaire)
- CDTA
- SEAL

-Entreprises et autres partenaires socio-économiques :

-Partenaires internationaux :

4 - Contexte et objectifs de la formation

A – Conditions d'accès

L'accès à ce master est ouvert :

1-Aux titulaires d'une licence en :

- Physique énergétique
- Physique fondamentale
- Physique des matériaux

2-Aux titulaires d'un diplôme jugé équivalent par l'équipe de formation du master, sur étude de dossier.

B - Objectifs de la formation

La formation « physique énergétique et énergies renouvelables » a pour objectif d'assurer une formation scientifique axée sur les milieux fluides et les énergies que peuvent procurer ces derniers, l'étudiant aura acquis après cette formation :

- Les principes fondamentaux des énergies et des énergies renouvelables.
- Les instabilités.
- Les transferts de quantité de mouvement et d'énergie dans les écoulements incompressibles ou compressibles
- Les turbulences.
- La modélisation des écoulements et des transferts dans les milieux diphasiques et poreux
- L'application des notions des écoulements de fluides dans le domaine socio-économique, notamment dans la médecine et dans les hydrocarbures.
- La technologie de l'énergie thermique et son développement.
- La technologie des autres sources d'énergies; éolienne, hydrogène et massique...
- L'application de ces technologies et son impact au niveau **socio-économique**.
- L'appui scientifique à la technologie des énergies, notamment pour les entreprises qui investissent dans ce créneau.
- La génération des porteurs de projets (étudiants diplômés) dans le domaine des énergies, noyaux de future **start-up et PME** (petites et moyennes entreprises).

C - Profils et compétences visées

- Former des chercheurs qualifiés en physique, particulièrement en ce qui relie les deux volets spécifiques la physique énergétique et les énergies renouvelables.

- Donner une initiation à la recherche scientifique dans le domaine de la physique énergétiques et les énergies renouvelables.
- Permettre à l'étudiant d'acquérir des compétences qui lui permettront de participer et de s'intégrer dans le domaine socioéconomique, vu que les fluides et les énergies appartiennent à un créneau économiquement prometteur d'une part, et d'autre part, la politique économique de notre pays encourage et assure le support du développement des énergies des l'hydrocarbure et les autres types d'énergies.
- Permettre à l'étudiant d'investir et créer sa propre entreprise dans le domaine des énergies.

D - Potentialités régionales et nationales d'employabilité

Un besoin immense est exprimé en matière d'emploi dans le domaine de l'hydrocarbure, cela revient aux problèmes que rencontrent les intervenants socioéconomiques dans le développement technologique, notamment dans la recherche de nouveaux gisements et le traitement des fluides, en outre, le créneau des énergies est très prometteur. Les grandes entreprises nationales comme c'est le cas de SONEGAS, NAFTAL et autres et les entreprises multinationales qui activent dans le domaine des hydrocarbures présentent un besoin immense dans les ressources humains qualifiés. Plusieurs centres de recherche et de développement se sont spécialisés dans la recherche des énergies renouvelables pour assurer une bonne rentabilité comme c'est le cas de CRTSE, CDER, CDTA, ...

L'investissement dans le domaine des hydrocarbures et les énergies ainsi que les énergies renouvelable ne cesse de se développer vu le besoin mondiale qui augmente avec l'augmentation de la population et le développement de la technologie.

Tous ces données indique qu'il y'a une capacité d'employabilité intéressante dans le domaine visé.

E - Passerelles vers les autres spécialités

Il existe plusieurs passerelles, notamment vers les spécialités suivantes :

- Les hydrocarbures.
- Les énergies renouvelables
- Traitement des gaz.
- Traitement des eaux.
- Machines hydrauliques.
- Technologie des systèmes photovoltaïques
- Physique appliquée à la réalisation des capteurs

F - Indicateurs de suivi de la formation

- Comités pédagogiques
- Réunion et bilans périodiques des équipes pédagogiques associées au Master.

G - Capacités d'encadrement

Le nombre maximum souhaité est de 30 étudiants.

5-Moyens humains disponibles

A-Enseignants de l'établissement intervenant dans la spécialité

Nom, prénom	Diplôme	Grade	Laboratoire de recherche de rattachement	Type d'intervention*	Émargement

*= cours, TD, TP, Encadrement de stage, Encadrement de mémoire, autre (à préciser).

Nom, prénom	Diplôme	Grade	Laboratoire de recherche de rattachement	Type d'intervention*	Émargement

*= cours, TD, TP, Encadrement de stage, Encadrement de mémoire, autre (à préciser).

B-Encadrement externe

Nom, prénom	Diplôme	Grade	Laboratoire de recherche de rattachement	Type d'intervention*	Émargement

*= cours, TD, TP, Encadrement de stage, Encadrement de mémoire, autre (à préciser)

C- Synthèse globale des ressources humaines

Grade	Effectif Interne	Effectif Externe	Total
Professeurs			
Maîtres de Conférences (A)			
Maîtres de Conférences (B)			
Maître Assistant (A)			
Maître Assistant (B)			
Autre (préciser)			
Total			

D- Personnel permanent de soutien (indiquer les différentes catégories)

Grade	Effectif
Professeurs	
Maîtres de Conférences (A)	
Maîtres de Conférences (B)	
Maître Assistant (A)	
Maître Assistant (B)	

6- Moyens matériels spécifiques disponibles

A - Laboratoires Pédagogiques et Équipements

Le département sciences de la matière envisage l'installation des laboratoires ci-dessous pour la formation envisagée :

Intitulé du laboratoire : Laboratoire de mécanique des fluides

N°	Intitulé de l'équipement	Nombre	observations
1	Installation de mesure des pertes de charge	1	
2	Banc de pompe hydraulique axiale	1	
3	Mesure des debits	1	
4	Pompe à chaleur	1	
5	Appareil d'étude de la réaction d'un jet	1	
6	Banc d'étude de la conduction, convection et rayonnement thermiques.	1	
7	Appareil d'étude de centre de poussée	1	

Intitulé du laboratoire : Laboratoire de matériaux et énergétique

N°	Intitulé de l'équipement	Nombre	observations
1	Mesure d'effet Hall	3	
2	Mesure de l'énergie du gap avec interface	1	
3	Kit de cristallographie	5	
4	Caractérisation I-V d'une cellule solaire	2	
5	Caractérisation C-V d'un diélectrique	2	
6	Diffraction des rayons X par des cristaux	1	
7	Mesure de gisement solaire	2	

B - Terrains de stage et formations en entreprise

Lieu du stage	Nombre d'étudiants	Durée du stage
SONATRACH	5	4 mois
SONELGAZ	5	4 mois
NAFTAL	4	4 mois
CDER	4	4 mois
UDES	4	4 mois
CRTSE	4	4 mois
CDTA	4	4 mois

C – Laboratoires de recherche de soutien au master

Laboratoire de ...
Chef du laboratoire :
N° Agrément du laboratoire :
Date : Avis du chef de laboratoire :

D – Projets de recherche de soutien au master

Intitulé du projet de recherche	Code du projet	Date du début du projet	Date de fin du projet

E-Espaces de travaux personnels et TIC

- Bibliothèque centrale de l'université Alger 1
- Bibliothèque de la faculté des sciences
- Salle de lecture à la bibliothèque centrale de l'Université Alger 1
- Salle d'internet à la bibliothèque centrale de l'université Alger 1

II – Fiche d'organisation semestrielle des enseignements

Semestre 1

Unité d'Enseignement	VHS	V.H hebdomadaire				Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
	14-16 sem	C	TD	TP	Autres (14-16 sem)			Continu	Examen
UE fondamentales									
UEF 1.1	202h30	9h00	4h30		157h30	9	18		
Mécanique des fluides approfondie	67h30	3h00	1h30		52h30	3	6	40%	60%
Thermodynamique avancée	67h30	3h00	1h30		52h30	3	6	40%	60%
Physique des semi-conducteurs	67h30	3h00	1h30		52h30	3	6	40%	60%
UE méthodologie									
UEM 1.1	90h00	3h00		3h00	90h	6	9		
Méthodes numériques appliquées 1	45h00	1h30		1h30	15h	2	3	50%	50%
Gisement solaire	22h30			1h30	37h30	2	3	50%	50%
Techniques expérimentales en mécanique des fluides	22h30	1h30			37h30	2	3	50%	50%
UE découverte									
UED 1.1 Une matière au choix	22h30	1h30			17h30	1	2		
-Physique de l'environnement									
-Nanotechnologie	22h30	1h30			17h30	1	2		100%
-Conversion et stockage de l'énergie									
UE transversales									
UET 1.1	22h30		1h30			1	1		
Anglais scientifique 1 ((lecture d'un article scientifique, ...))	22h30		1h30			1	1		100%
Total Semestre 1	337h30	13h30	6h00	3h	265h00	17	30		

Semestre 2

Unité d'Enseignement	VHS	V.H hebdomadaire				Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
	14-16 sem	C	TD	TP	Autres (14-16 sem)			Continu	Examen
UE fondamentales									
UEF2.1	202h30	9h00	4h30		157h30	9	18		
Mécanique des fluides appliquée	67h30	3h00	1h30		52h30	3	6	40%	60%
Technologies des cellules solaires photovoltaïques	67h30	3h00	1h30		52h30	3	6	40%	60%
Écoulements polyphasiques	67h30	3h00	1h30		52h30	3	6	40%	60%
UE méthodologie									
UEM 2.1	112h30	3h00		4h30	67h30	6	9		
Méthodes numérique appliquées 2	45h00	1h30		1h30	15h	2	3	50%	50%
TP Physique des semi-conducteurs	22h30			1h30	37h30	2	3	50%	50%
Instrumentations et détecteurs	45h00	1h30		1h30	15h	2	3	50%	50%
UE découverte									
UED 2.1 Une matière au choix	22h30	1h30			17h30	1	2		
-Matériaux pour l'énergie									
- Énergies nouvelles et renouvelables	22h30	1h30			17h30	1	2		100%
- Capteurs									
UE transversales									
UET 2.1	22h30		1h30			1	1		
Anglais scientifique 2	22h30		1h30			1	1		100%
Total Semestre 2	360h00	13h30	6h00	4h30	242h30	17	30		

Semestre 3

Unité d'Enseignement	VHS	V.H hebdomadaire				Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
	14-16 sem	C	TD	TP	Autres (14-16 sem)			Continu	Examen
UE fondamentales									
UEF 3.1	202h30	7h30	6h00		157h30	9	18		
Échangeurs de chaleur et de matière	67h30	3h00	1h30		52h30	3	6	40%	60%
Combustion	45h	1h30	1h30		35h	2	4		
Systèmes de conversion photovoltaïque	45h	1h30	1h30		35h	2	4	40%	60%
Énergie éolienne	45h	1h30	1h30		35h	2	4	40%	60%
UE méthodologie									
UEM 3.1	90h00	3h00		3h00	70h	5	8		
Pile à combustible et filière hydrogène	45h00	1h30		1h30	15h	2	3	50%	50%
TP transfert Thermique	22h30			1h30	37h30	2	3	50%	50%
Plasma pour l'énergie	22h30	1h30			17h30	1	2	50%	50%
UE découverte									
UED 3.1 Une matière au choix	22h30	1h30			17h30	1	2		
- Habitat écologique et efficacité énergétique	22h30	1h30			17h30	1	2		100%
- Fluides et organes vivants									
- Mesure de pollution									
UE transversales									
UET 3.1	45h	3h00				2	2		
Initiation à la Rédaction de Documents Scientifiques (LaTeX)	22h30	1h30				1	1	50%	50%
Management	22h30	1h30				1	1	50%	50%
Total Semestre 3	360h00	15h00	6h00	3h00	245h	17	30		

4- Semestre 4 :

Projet de fin d'étude : un travail d'initiation à la recherche avec stage pour les sujets qui nécessite un travail pratique dans un centre de recherche ou entreprise, sanctionné par un mémoire et une soutenance.

	VHS	Coeff	Crédits
Travail Personnel (UEF)	150h	2	10
Stage	140h	2	10
Séminaires	0h		
Autre (séances de travail avec l'encadreur)	75h	2	10
Total Semestre 4	365h	6	30

5- Récapitulatif global de la formation : (indiquer le VH global séparé en cours,TD, pour les 04 semestres d'enseignement, pour les différents types d'UE)

VH \ UE	UEF	UEM	UED	UET	Total
Cours	382h30	135h00	67h30	45h00	630h00
TD	225h00	00h	00h	45h00	270h00
TP	00h	157h30	00h	00	135h30
Travail personnel	472h30	227h30	52h30	00	752h30
stage		140h			140h
Autre (séances de travail avec l'encadreur)	00h	75h00	00h	00h	75h
Total	757h30	544h30	67h30	135h00	2003h
Crédits	64	46	6	4	120
% en crédits pour chaque UE	53.33 %	38.33 %	5 %	3.33 %	100 %

III- Fiche d'organisation des unités d'enseignement

Semestre 1 :**UE : Fondamentale**

Répartition du volume horaire de l'UE et de ses matières	Cours : 135h00 TD : 67h30 TP: - Travail personnel : 157h30
Crédits et coefficients affectés à l'UE et à ses matières	UE : Coefficient = 9 Crédits = 18 Matière1: mécanique des fluides approfondie Crédits : 6 Coefficient : 3 Matière 2 : thermodynamique avancée Crédits : 6 Coefficient : 3 Matière 3 : physique des semi-conducteurs Crédits : 6 Coefficient : 3
Mode d'évaluation (continu ou examen)	Continu : 40% ; Examen : 60%

Semestre 1 :**UE : Méthodologie**

Répartition du volume horaire de l'UE et de ses matières	Cours : 45h00 TD : - TP: 45h00 Travail personnel : 90h
Crédits et coefficients affectés à l'UE et à ses matières	UE : Coefficient = 6 Crédits = 9 Matière1: méthodes numériques appliquée 1 Crédits : 3 Coefficient : 2 Matière 2 : gisement solaire Crédits : 3 Coefficient : 2 Matière 2 : techniques expérimentales en mécanique des fluides Crédits : 3 Coefficient : 2
Mode d'évaluation (continu ou examen)	Continu : 50% ; Examen : 50%

Semestre 1 :**UE : Découverte**

Répartition du volume horaire de l'UE et de ses matières	Cours : 22h30 TD : - TP: - Travail personnel : 17h30
Crédits et coefficients affectés à l'UE et à ses matières	UE : Coefficient = 1 Crédits = 2 Matière1: Physique de l'environnement Crédits : 2 Coefficient : 1 Matière 2 : nanotechnologie Crédits : 2 Coefficient : 1 Matière 3 : Conversion et stockage de l'énergie Crédits : 2 Coefficient : 1
Mode d'évaluation (continu ou examen)	Continu : 00% ; Examen : 100%

Semestre 1 :**UE : Transversale**

Répartition du volume horaire de l'UE et de ses matières	Cours : - TD : 22h30 TP: - Travail personnel : -
Crédits et coefficients affectés à l'UE et à ses matières	UE : Coefficient = 1 Crédits = 1 Matière : Anglais scientifique 1 (lecteur d'un article scientifique ...) Crédits : 1 Coefficient : 1
Mode d'évaluation (continu ou examen)	Continu : 50% ; Examen : 50%

Semestre 2 :**UE : Fondamentale**

Répartition du volume horaire de l'UE et de ses matières	Cours : 135h00 TD : 67h30 TP: - Travail personnel : 157h30
Crédits et coefficients affectés à l'UE et à ses matières	UE : Coefficient = 9 Crédits = 18 Matière1: mécanique des fluides appliquée Crédits : 6 Coefficient : 3 Matière 2 : technologie des cellules solaires photovoltaïques Crédits : 6 Coefficient : 3 Matière 3 : écoulements polyphasiques Crédits : 6 Coefficient : 3
Mode d'évaluation (continu ou examen)	Continu : 40% ; Examen : 60%

Semestre 2 :**UE : Méthodologie**

Répartition du volume horaire de l'UE et de ses matières	Cours : 45h00 TD : - TP: 67h30 Travail personnel : 67h30
Crédits et coefficients affectés à l'UE et à ses matières	UE : Coefficient = 6 Crédits = 9 Matière1: Méthodes numériques appliquée 2 Crédits : 3 Coefficient : 2 Matière 2 : TP Physique des semi-conducteurs Crédits : 3 Coefficient : 2 Matière 3 : instrumentation et détecteurs Crédits : 3 Coefficient : 2
Mode d'évaluation (continu ou examen)	Continu : 50% ; Examen : 50%

Semestre 2 :**UE : Découverte**

Répartition du volume horaire de l'UE et de ses matières	Cours : 22h30 TD : - TP: - Travail personnel : 17h30
Crédits et coefficients affectés à l'UE et à ses matières	UE : Coefficient = 1 Crédits = 2 Matière 1: Matériaux pour l'énergie Crédits : 2 Coefficient : 1 Matière 2: Énergies nouvelles et renouvelables Crédits : 2 Coefficient : 1 Matière 3: capteurs Crédits : 2 Coefficient : 1
Mode d'évaluation (continu ou examen)	Continu : 00% ; Examen : 100%

Semestre 2 :**UE : Transversale**

Répartition du volume horaire de l'UE et de ses matières	Cours : - TD : 22h30 TP: - Travail personnel : -
Crédits et coefficients affectés à l'UE et à ses matières	UE : Coefficient = 1 Crédits = 1 Matière1: Anglais scientifique 2 Crédits : 1 Coefficient : 1
Mode d'évaluation (continu ou examen)	Continu : 50% ; Examen : 50%

Semestre 3 :**UE : Fondamentale**

Répartition du volume horaire de l'UE et de ses matières	Cours : 112h30 TD : 90h00 TP: - Travail personnel : 157h30
Crédits et coefficients affectés à l'UE et à ses matières	UE : Coefficient = 9 Crédits = 18 Matière1: échangeurs de chaleur et de matière Crédits : 6 Coefficient : 3 Matière 2 : combustion Crédits : 4 Coefficient : 2 Matière 3 : système de conversion photovoltaïque Crédits : 4 Coefficient : 2 Matière 4 : énergie éolienne Crédits : 4 Coefficient : 2
Mode d'évaluation (continu ou examen)	Continu : 40% ; Examen : 60%

Semestre 3 :**UE : Méthodologie**

Répartition du volume horaire de l'UE et de ses matières	Cours : 45h00 TD : - TP: 45h00 Travail personnel : 70h
Crédits et coefficients affectés à l'UE et à ses matières	UE : Coefficient = 5 Crédits = 8 Matière1: pile à combustible et filière hydrogène Crédits : 3 Coefficient : 2 Matière 2 : PP transfère thermique Crédits : 3 Coefficient : 2 Matière 3 : Plasma pour l'énergie Crédits : 2 Coefficient : 1
Mode d'évaluation (continu ou examen)	Continu : 50% ; Examen : 50%

Semestre 3 :**UE : Découverte**

Répartition du volume horaire de l'UE et de ses matières	Cours : 22h30 TD : - TP: - Travail personnel : 17h30
Crédits et coefficients affectés à l'UE et à ses matières	UE : Coefficient = 1 Crédits = 2 Matière1: Habitation écologique et efficacité énergétique Crédits : 2 Coefficient : 1 Matière 2 : Fluides et organes vivants Crédits : 2 Coefficient : 1 Matière 3 : Mesure de pollution Crédits : 2 Coefficient : 1
Mode d'évaluation (continu ou examen)	Continu : 00% ; Examen : 100%

Semestre 3 :**UE : Transversale**

Répartition du volume horaire de l'UE et de ses matières	Cours : 45h00 TD : TP: - Travail personnel : -
Crédits et coefficients affectés à l'UE et à ses matières	UE : Coefficient = 2 Crédits = 2 Matière1: Méthodologie de recherche (Latex, rédaction de thèses, ...) Crédits : 1 Coefficient : 1 Matière 2 : Management Crédits : 1 Coefficient : 1
Mode d'évaluation (continu ou examen)	Continu : 50% ; Examen : 50%

Semestre 4 :

Répartition du volume horaire de l'UE et de ses matières	Cours : - TD : - TP: - Travail personnel : 150h Stage : 140h Autres (séances de travail avec l'encadreur) : 75h
Crédits et coefficients affectés à l'UE et à ses matières	UE : Coefficient = 6 Crédits = 30 Matière1: Travail personnel Crédits : 10 Coefficient : 2 Matière 2 : Stage Crédits : 10 Coefficient : 2 Matière 3 : Autre (séances de travail avec l'encadreur) Crédits : 10 Coefficient : 2

IV– Programme détaillé par matière

Intitulé du Master : Physique Energétique et Energies Renouvelables

Semestre : 1

Intitulé de l'UE : Unité fondamentale

Intitulé de la matière : Mécanique des fluides approfondie

Volume Horaire Hebdomadaire : 3h cours et 1h30 TD

Crédits : 6

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement : fournir aux étudiants des connaissances plus approfondies sur la mécanique des fluides.

Connaissances préalables recommandées : notions de bases en mécanique des fluides.

Contenu de la matière : en présentiel

1. Rappel sur la mécanique des fluides

- a. Calcul tensoriel
- b. Cinématique des fluides
- c. Tenseur des contraintes
- d. Tenseur des taux de déformations
- e. Équations de Navier-Stokes

2. Écoulements plans rotationnels et permanents d'un fluide parfait incompressible

- a. Potentiel complexe
- b. Calcul des efforts

3. Dynamique des fluides visqueux

- a. Équation intégrale du mouvement.
- b. Équation locale
- c. Résolution de quelques problèmes classiques instationnaires

4. Analyse dimensionnelle

- a. Similitude et analyse dimensionnelle
- b. Applications

5. Solutions exactes des équations de Navier-Stokes

- a. Solutions exactes
- b. Solutions approchées

6. Théorie de la couche limite

- a. Couche limite laminaire
- b. Théorie de Prandtl
- c. Solutions exactes (affines),
- d. Solutions approchées (méthodes globales)

Mode d'évaluation : Control continu et examen final

Références

- 1. **Schlichting, H., & Gersten, K.** (2003). *Boundary-layer theory*. Springer Science & Business Media.
- 2. **Cousteix, J.** (1997) *Aérodynamique-Couche Limite Laminaire*.

3. **Comolet, R.** (2002) *Mécanique Expérimentale des Fluides*. Tome 1,2 et 3, Ed. Dunod, Paris.
4. **Zeytounian, R. K.** (2008). *Mécanique des fluides fondamentale* (Vol. 4). Springer.
5. **Luneau, J.** (1975) , *Dynamique Des Fluides Compressibles*, Cepadues Éditions.
6. **Gontier, G., & Kearsley, E. A.** (1971). *Mécanique Des Milieux Déformables*. *Physics Today*, 24, 47.
7. **Salençon, J.** (2005). *Mécanique des milieux continus: Concepts généraux* (Vol. 1). Editions Ecole Polytechnique.

Intitulé du Master : Physique Energétique et Energies Renouvelables

Semestre : 1

Intitulé de l'UE : Unité fondamentale

Intitulé de la matière : Thermodynamique avancée

Volume Horaire Hebdomadaire : 3h cours et 1h30 TD

Crédits : 6

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement : acquérir des connaissances sur l'application de la thermodynamique dans des systèmes réelles

Connaissances préalables recommandées : notions de bases en thermodynamique appliquée.

Contenu de la matière : en présentiel

- 1. Rappels des principes thermodynamiques**
- 2. Thermodynamique des fluides réels :** Domaine d'existence d'un corps à l'état gazeux ; Définition du facteur de compressibilité ; Comportements des gaz à la compression et à la détente ; Importance du coefficient de Joule-Thomson ; Enthalpie libre d'excès.
- 3. Exergie :** Définitions ; Evaluation de l'exergie, Bilans ; Etude des pertes exégétiques ; Applications des systèmes énergétiques.
- 4. Equilibres des phases :** Equilibre liquide – vapeur des mélanges complexes ; Calcul du point de bulle et du point de rosée ; Calcul de flash isotherme ; Description des diagrammes de phases ; Calcul des points eutectiques ; Analyse thermodynamique calcul des équilibres ; Description des diagrammes ; Calcul des équilibres.
- 5. Cycles thermodynamiques :** Cycle de Joule de la turbine à gaz ; Application aux cycles de réfrigération et de liquéfaction ; Cycles moteurs de la vapeur d'eau ; Cycles frigorifiques.
- 6. Comportement et propriétés des hydrocarbures :** Rappels sur le comportement des substances pures et des mélanges ; gaz naturels ; Les huiles ; Affluence de l'eau ; Les diagrammes.

Mode d'évaluation : Contrôle continu et examen final

Références

1. **Borel, L., & Favrat, D.** (2005). *Thermodynamique et énergétique* (Vol. 1). PPUR presses polytechniques.
2. **Gicquel, R.** (2009). *Systèmes énergétiques* (Vol. 1). Presses des MINES.
3. **Van Wylen, G. J., Sonntag, R. E., & Desrochers, P.** (1992). *Thermodynamique appliquée*. Editions du Renouveau pédagogique.
4. **Lallemand, A.** (2004). *Thermodynamique appliquée*. Ed. Techniques Ingénieur.

Intitulé du Master : Physique Energétique et Energies Renouvelables

Semestre : 1

Intitulé de l'UE : Unité fondamentale

Intitulé de la matière : Physique des semi-conducteurs

Volume Horaire Hebdomadaire : 3h cours et 1h30 TD

Crédits : 6

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement : fournir aux étudiants des connaissances sur les semi-conducteurs pour pouvoir plus tard les aborder dans les énergies renouvelables.

Connaissances préalables recommandées : notions de cristallographie et physique statistique.

Contenu de la matière : en présentiel

1. Généralités

- a. Etat solide de la matière
- b. Systèmes et réseau cristallin
- c. Théorie des bandes d'énergie
- d. Métal, isolant et semi-conducteur
- e. Conduction dans les métaux

2. Semi-conducteurs Intrinsèques

- a. Introduction
- b. L'exemple du silicium cristallin
- c. Photo-génération (rayonnement électromagnétique)
- d. Concentrations des porteurs de charge
- e. Niveau intrinsèque de Fermi
- f. Equation de conductivité

3. Semi-conducteurs Extrinsèques

- a. Introduction
- b. Dopage de type n
- c. Dopage de type p
- d. Semi-conducteur compensé
- e. Concentrations des porteurs de charge
- f. Niveau extrinsèque de Fermi
- g. Conductivité électrique

4. Mouvements et Recombinaisons des Porteurs de Charge

- a. Mouvement thermique
- b. Mouvement et courant de dérive
- c. Mouvement et courant de diffusion
- d. Diagramme d'énergie, potentiel et champ électrique
- e. Relation d'Einstein
- f. Recombinaison électron-trou
- g. Quasi-équilibre et quasi niveau de Fermi

5. Jonction PN

- a. Jonction PN à l'équilibre : modèle linéaire, bandes d'énergie, distribution des porteurs et formation de la ZCE, potentiel de diffusion et modèle mathématique de la ZCE
- b. Jonction PN non polarisée : polarisations directe et inverse, largeur de la ZCE et capacité de la jonction, caractéristique courant-tension
- c. Applications des jonctions PN
- d. Interface métal/semi-conducteur

6. Transistors et photo-éléments

- a. Transistor
- b. Les photo-éléments
- c. Thyristor et diodes électroluminescentes

Mode d'évaluation : Control continu et examen final

Références

1. **Sze, Simon M., and Kwork K, Ng.** Physics of semiconductor devices. John Wiley & sons, 2006.
2. **Lefebvre, Pierre.** Physique des semi-conducteurs et ses composants électroniques. Dunod, 2001.
3. **Hassane Ben.** Physique des semi-conducteurs. Béchar, 1993.

Intitulé du Master : Physique Energétique et Energies Renouvelables

Semestre : 1

Intitulé de l'UE : Unité Méthodologique

Intitulé de la matière : Méthodes numériques appliquées 1

Volume Horaire Hebdomadaire : 1h30 cours et 1h30 TP

Crédit : 3

Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement : apprendre les techniques de numérisation disponible pour une étude en simulation des fluides.

Connaissances préalables recommandées : quelques notions de méthodes numériques du niveau licence.

Contenu de la matière : en présentiel

1. Rappels des méthodes numériques

- a. Interpolation et extrapolation.

- b. Intégration numérique.
 - c. Évaluation et approximation des fonctions.
 - d. Solution des systèmes d'équations linéaires.
 - e. Solution des équations non linéaires.
 - f. Minimisation et maximisation des fonctions.
 - g. Les problèmes à valeurs propres.
- 2. La méthode des volumes finis**
- a. Introduction à la méthode des volumes finis.
 - b. Discrétisation des équations différentielles aux dérivées partielles linéaires
 - c. Discrétisation des équations différentielles aux dérivées partielles non linéaires
 - d. Formes discrétisées linéaires des sources non linéaires.
 - e. Les règles des coefficients des équations de discrétisation assurant la stabilité numérique
 - f. Le traitement des cas des coefficients de diffusion variables
 - g. La discrétisation dans les coordonnées cylindriques et sphériques
 - h. La discrétisation des équations de Navier-Stokes
 - i. La discrétisation de l'équation d'énergie
- 3. Solutions numériques des problèmes de phénomènes de transferts par la méthode des volumes finis.**
- a. Les écoulements visqueux laminaires et turbulents dans les conduits
 - b. La convection naturelle laminaire et turbulente dans les enceintes et les cavités
 - c. Le transfert de matière laminaire et turbulent dans les conduits et les enceintes

Mode d'évaluation Control continu et examen final

Références

1. **Carrier, G. F., & Pearson, C. E.** (2014). *Partial differential equations: theory and technique*. Academic Press.
2. **Smith, G. D.** (1965). *Numerical solutions of partial differential equations* (pp. 179-179). London: Oxford University Press.
3. **Evans, G., Blackledge, J., & Yardley, P.** (2012). *Numerical methods for partial differential equations*. Springer Science & Business Media.
4. **Chandrupatla, T. R., Belegundu, A. D., Ramesh, T., & Ray, C.** (1997). *Introduction to finite elements in engineering*. Upper Saddle River: Prentice Hall.

Intitulé du Master : Physique Energétique et Energies Renouvelables

Semestre : 1

Intitulé de l'UE : Unité Méthodologique

Intitulé de la matière : Gisement Solaire

Volume Horaire Hebdomadaire : 1h30 TP

Crédit : 3

Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement : Connaître les formules et outils permettant de calculer les valeurs du rayonnement solaire à n'importe quel endroit/moment, et ce afin d'utiliser ces données pour évaluer les puissances générées par les systèmes utilisant cette énergie.

Connaissances préalables recommandées : notions de programmation informatique, mathématiques de base.

Contenu de la matière : En présentiel

- TP 01 : Photométrie énergétique
- TP 02 : Mesure du rayonnement solaire
- TP 03 : Données climatiques : récupération et traitement
- TP 04 : Rayonnement solaire sur surface inclinée
- TP 05 : Actualisation du gisement solaire pour un endroit donné

Mode d'évaluation : Control continu et examen final

Références

1. **Duffie, John. A., Beckman, William. A.** *Solar Engineering of Thermal Processes solutions of partial differential equations*. 4ème édition.
2. **Alain, Ricaud.** (2009). *Le gisement solaire*. Cythelia.
3. *Energies Renouvelables* de l'Université de CERGY-PONTOISE (janvier 2011)

Intitulé du Master : Physique Energétique et Energies Renouvelables

Semestre : 1

Intitulé de l'UE : Unité Méthodologique

Intitulé de la matière : Techniques Expérimentales en Mécanique des Fluides

Volume Horaire Hebdomadaire : 1h30 cours

Crédit : 3

Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement : acquérir des connaissances sur les différentes techniques utilisées en mécanique des fluides.

Connaissances préalables recommandées : notions de base en mécanique des fluides et capteurs.

Contenu de la matière : En présentiel

1. **Mesures de pression :** installations expérimentales en laboratoire, prises de pression, manomètres, manomètres à liquide, mesures manométriques, mesure pariétale, mesure de la pression statique dans le fluide, mesure de la pression totale, capteurs de pression Pont de Wheatstone, capteurs à jauge de contrainte, capteurs capacitifs, capteurs à inductance variable, capteurs piézoélectriques.
2. **Mesures de débit :** débitmètres à pression différentielle, diaphragmes, tube de Venturi, débitmètre à turbine, rotamètres, débitmètres à ultrasons, débitmètres

électromagnétiques, débitmètres vortex, Débitmètres massiques, débitmètres multiphasiques à résonance magnétique, contrôleurs de débit

3. **Mesures de vitesse** : méthodes intrusives, tube de Pitot, les sondes directionnelles, anémométrie à fil chaud, anémométrie à film chaud. Méthodes optiques, vélocimétrie par imagerie des particules, anémométrie laser doppler, vélocimétrie ultrasonore pulsée.
4. **Mesures de température** : thermocouples, effet thermoélectrique : effet Peltier + effet Thomson, effet Peltier, effet Thomson, bilan d'énergie et d'entropie du thermocouple, principaux thermocouples, thermo anémométrie à fil chaud, fluorescence Induite par Laser Planaire.
5. **Mesures de taux de vide** : taux de vide local, sondes électriques, sondes optiques. Taux de présence sur une ligne, Atténuation photonique. Taux de présence sur la section, rayons X, densitométrie multifaisceaux, diffusion de neutrons, densitométrie à impédance. Taux de vide moyen (volumique), vannes a fermeture rapide, Variation de pression hydrostatique, Méthodes ultrasonores.

Mode d'évaluation : Control continu et examen final

Références

1. **Bradshaw, P.** (2013). *An Introduction to Turbulence and Its Measurement: Thermodynamics and Fluid Mechanics Series*. Elsevier.
2. **Chen, C. J., Chen, L. D., & Holly, F. M.** (1987). *Turbulence measurements and flow modeling*. Taylor & Francis.
3. **Brun, H. H.** (1996). *Hot-wire anemometry: principles and signal analysis*. Oxford, University Press
4. **Padet, J. P., & Germain, P.** (1991). *Fluides en écoulement: méthodes et modèles*. Masson.

Intitulé du Master : Physique Energétique et Energies Renouvelables

Semestre : 1

Intitulé de l'UE : Unité de découverte

Intitulé de la matière : Physique de l'Environnement

Volume Horaire Hebdomadaire : 1h30 cours

Crédit : 2

Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement : avoir des connaissances sur le rôle de la physique dans l'environnement.

Connaissances préalables recommandées :

Contenu de la matière : en présentiel

1. Introduction et généralités sur la pollution
2. Pollution atmosphérique
3. Pollution des eaux et des aquifères
4. Traitement des déchets
5. Contrôle de la pollution
6. Problèmes d'environnement engendrés par les différentes formes d'énergie
7. Influence de la pollution sur le changement climatique
8. Triptyque énergie- développement économique –environnement ; perspectives et solutions.
9. Le développement durable et la maîtrise de l'énergie
10. Le changement climatique (Protocole de Kyoto, dispositif des permis négociables)

Mode d'évaluation : Examen finale

Références

1. Éléments d'écologie, écologie appliquée, action de l'homme sur la biosphère. François Ramade
2. Boubel, R.W; Fox, D.L., Turner, D.B., and Stern, A.C., 1994. Fundamentals of Air Pollution, Academic Press, San Diego, CA, 574pp.
3. Energies renouvelables de Marek Wilisiwicz Ed Eyrolles APHA, AWWA, and WPCF 1992.

Intitulé du Master : Physique Energétique et Energies Renouvelables

Semestre : 1

Intitulé de l'UE : Unité de découverte

Intitulé de la matière : Conversion et stockage de l'énergie

Volume Horaire Hebdomadaire : 1h30 cours

Crédit : 2

Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement : acquérir des connaissances sur les différentes technique de conversion et stockage d'énergie.

Connaissances préalables recommandées :

Contenu de la matière : en présentiel

1. **Biomasse et Biogaz** : filière bois énergie, propriétés du bois et valorisation énergétique, cogénération par incinération de déchets de bois. source du biogaz, production d'énergie, méthanisation, valorisation énergétique ; Biocarburant: filière ester (biodiesel), filière éthanol (bioéthanol), comparaisons et utilisations.
2. **Photovoltaïque** dimensionnement d'une installation PV, stockage par batteries.
3. **Pile à combustible** descriptions et performances, dimensionnement et choix.
4. **Eolienne** ressources, description et performances, dimensionnement.
5. **Turbines à gaz et turbine à vapeur** descriptions et performances, dimensionnement et choix

6. **Moteur à combustion interne** illustration sur quelques cas (moteur Diesel, Stirling, ...)
7. **Machines frigorifiques**
8. **Stockage d'énergie** stockage par production d'hydrogène ; Stockage thermique ; Stockage thermochimique ; Stockage hydraulique ; Stockage électrique.

Mode d'évaluation : Examen finale

Références

1. KAM L., "Applied Thermodynamics: Availability Method And Energy Conversion", HEMISPHERE PUB, 2007.
2. HORSMAN P. et al, "Electrochemical Energy Conversion and Storage", ACADEMIC / PLENUM PUBLISHERS, 1983.
3. SORRELL C.C., NOWOTNY J., SUGIHARA S., "Materials for Energy Conversion Devices", WOODHEAD PUBLISHING, 2005.

Intitulé du Master : Physique Energétique et Energies Renouvelables

Semestre : 1

Intitulé de l'UE : Unité transversale

Intitulé de la matière : Anglais scientifique 1

Volume Horaire Hebdomadaire : 1h30 TD

Crédit : 1

Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement : apprendre à comprendre les articles scientifiques rédigée en Anglais, et acquérir la capacité de communication.

Connaissances préalables recommandées : anglais

Contenu de la matière : en présentiel

1. General introduction

- a. English text structure
- b. General physics glossary
- c. Laboratory instruments description
- d. Scientific experiment description

2. Reading and writing

- a. Reading a scientific paper
- b. Writing a scientific experiment resume
- c. Introducing a scientific subject
- d. Discussing a scientific result
- e. Writing a scientific paper

3. III-Oral communication

- a. Preparing an oral communication
- b. Work group on paper writing

Mode d'évaluation : Control continu et examen final

1. Zoubir Abdelhamid, A workbook for basic writing composition, second third year, OPU 2007
2. Perrin Isabelle Hachette, Anglais comment traduire, 2010
3. Baud Dorothée et Lauriane Hillion, Communiquer en anglais, ellipses 2010

Intitulé du Master : Physique Energétique et Energies Renouvelables

Semestre : 2

Intitulé de l'UE : Unité fondamentale

Intitulé de la matière : Mécanique des Fluides Appliquée

Volume Horaire Hebdomadaire : 3h cours et 1h30 TD

Crédits : 6

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement : acquérir des connaissances sur l'application de la mécanique des fluides.

Connaissances préalables recommandées : notions approfondies en mécanique des fluides.

Contenu de la matière : en présentiel

1. **Écoulements dans les conduites :** charge et perte de charge, calcul des pertes de charges dans les conduites cylindriques longues, répartition des vitesses dans une section droite, pertes de charge dans les conduites non circulaires.
2. **Écoulements dans les singularités :** changement de section (élargissement, rétrécissement ...), changement de direction (coude), branchement et confluent, appareils divers.
3. **Les turbomachines :** généralités sur les turbomachines, équations générales de la théorie des turbomachines machines à fluide incompressible, similitude des turbomachines.
4. **Écoulements dans les milieux poreux :** dynamique dans les milieux saturés, loi de darcy, dynamique dans les milieux non saturés, Loi de Richards
5. **Les applications industrielles :** échangeurs de chaleurs, de masse, chaudières, turbines hydrauliques, turbines à gaz, compresseurs, installation de production de froid, installation de chauffage etc.

Mode d'évaluation : Control continu et examen final

Références

1. Comolet, R. (2002) *Mécanique Expérimentale des Fluides*, Ed. Dunod, Paris.
2. Sédille, M. (1970). *Turbomachines hydrauliques et thermiques*, Masson, Paris
3. Morel, M. A., & Laborde, J. P. (1994). *Exercices de mécanique des fluides*. Eyrolles.
4. Viollet, P. L., Chabard, J. P., Esposito, P., & Laurence, D. (1998). *Mécanique des fluides*

Intitulé du Master : Physique Energétique et Energies Renouvelables

Semestre : 2

Intitulé de l'UE : Unité fondamentale

Intitulé de la matière : Technologie des Cellules Solaires Photovoltaïques

Volume Horaire Hebdomadaire : 3h cours et 1h30 TD

Crédits : 6

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement : Fournir aux étudiants les fondamentaux pour comprendre le fonctionnement de l'électricité solaire photovoltaïque, ainsi que des connaissances poussées sur les systèmes utilisant cette technologie et leur dimensionnement.

Connaissances préalables recommandées : notions générales en électricité, physique des semi-conducteurs.

Contenu de la matière : en présentiel

1. Introduction

- a. L'énergie : formes, transformations et sources
- b. Evolution de la demande énergétique mondiale
- c. Etat actuel des ressources énergétiques mondiales
- d. Programme algérien des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique

2. Energie et Rayonnement Solaire

- a. Nature du rayonnement solaire
- b. Types de rayonnement solaire
- c. Les trois voies de l'énergie solaire

3. Électricité Solaire Photovoltaïque : Fondamentaux

- a. Définition de la technologie photovoltaïque
- b. Historique et développement de la technologie photovoltaïque
- c. Rappels sur les fondamentaux de la physique des semi-conducteurs et de la jonction PN
- d. Principe de fonctionnement d'une cellule solaire photovoltaïque
- e. Caractéristiques physiques d'une cellule solaire photovoltaïque
- f. Effets résistifs
- g. Modules et panneaux photovoltaïques
- h. Effets de la température

4. Matériaux pour le Photovoltaïque

- a. Introduction aux 1ère, 2ème et 3ème générations photovoltaïques
- b. Cellule photovoltaïque à base de silicium : monocristallin, poly-cristallin, microcristallin et couches minces
- c. Cellules photovoltaïques en couches minces (autre que le silicium)
- d. Nouveaux concepts
- e. Enjeux, recherche actuelle et future de la filière matériaux pour le photovoltaïque

Mode d'évaluation : Control continu et examen final

Références

- 1. Labouret, Anne, and Michel Villoz. Energie solaire photovoltaïque – 4^{ème} édition. Dunod, 2009.
- 2. Protin, Ludovic, and Stephan Astier. Convertisseurs photovoltaïques. Techniques de l'ingénieur. Génie électrique, 1997.

3. Equer, Bernard. Energie solaire photovoltaïque. Physique et technologie de la conversion photovoltaïque. Ellipses, UNESCO, 1993.

Intitulé du Master : Physique Energétique et Energies Renouvelables

Semestre : 2

Intitulé de l'UE : Unité fondamentale

Intitulé de la matière : Écoulements polyphasiques

Volume Horaire Hebdomadaire : 3h00 cours et 1h30 TD

Crédits : 6

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement : fournir aux étudiants les fondamentaux pour comprendre les écoulements qui se produisent à plusieurs phases.

Connaissances préalables recommandées : notions en mécanique des fluides acquises en premier semestre.

Contenu de la matière : en présentiel

1. **Généralités sur les écoulements diphasiques :** introduction et notations ; techniques expérimentales ; approche globale ; équations instantanées ; équations moyennées dans l'espace et dans le temps, les équations doublement moyennées
2. **Description des écoulements diphasiques :** interface ; phénomènes de transition ; relations de fermeture le modèle drift-flux ; l'écoulement à bulles ; l'écoulement stratifié ; l'écoulement à poche ; l'écoulement annulaire ; la fluidisation.
3. **Écoulements dans les milieux poreux :** équations de conservation ; Modèles de porosité, perméabilité et tortuosité ; Applications aux milieux consolidés et non consolidés ; Écoulements diphasique en milieux poreux.
4. **Écoulements multiphasique :** turbulence, instabilités, exemples des écoulements multiphasique ; configuration d'écoulement dans les mini et micro canaux.
5. **Applications :** Changements de phase ; génie pétrolier ; réacteurs nucléaires.

Mode d'évaluation : Control continu et examen final

References

1. Wallis, G. B. (1969). *One-dimensional two-phase flow*. Publication, New York, NY : McGraw-Hill
2. Bourgeat, A. (1997). Two-phase flow. In *Homogenization and porous media* (pp. 95-127). Springer New York.
3. Ishii, M., & Hibiki, T. (2010). *Thermo-fluid dynamics of two-phase flow*. Springer Science & Business Media.
4. Chisholm, D. (1983). *Two-phase flow in pipelines and heat exchangers*. London: George Godwin.
5. Delhay, J. M., Giot, M., & Riethmuller, M. L. (Eds.). (1981). *Thermohydraulics of two-phase systems for industrial design and nuclear engineering*. Hemisphere Pub.

Intitulé du Master : Physique Energétique et Energies Renouvelables

Semestre : 2

Intitulé de l'UE : Unité Méthodologique

Intitulé de la matière : Méthodes numériques appliquées 2

Volume Horaire Hebdomadaire : 1h30 cours et 1h30 TP

Crédit : 3

Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement : suite de méthodes numérique I du premier semestre.

Connaissances préalables recommandées : Méthodes numérique appliquée 2.

Contenu de la matière : en présentiel

1. Les éléments finis

- a. Introduction à la méthode des éléments finis.
- b. Définitions des éléments et des fonctions d'interpolation.
- c. Discrétisation des équations différentielles par l'approche du calcul des variations.
- d. Discrétisation des équations différentielles par l'approche de Galerkin.
- e. Élargissement et assemblage des matrices élémentaires.
- f. Modification de la matrice globale par les conditions aux limites.
- g. Solution des systèmes linéaires et non linéaires d'équations de discrétisation.

2. Types d'éléments et détermination des fonctions d'interpolation

- a. Les éléments triangulaires et leurs fonctions d'interpolations.
- b. Les éléments rectangulaires et leurs fonctions d'interpolations.
- c. Les éléments iso-paramétriques bidimensionnels et leurs fonctions d'interpolations.
- d. Les éléments tridimensionnels aux faces planes et leurs fonctions d'interpolations.
- e. Les éléments tridimensionnels iso-paramétriques et leurs fonctions d'interpolations.
- f. Les conditions de complétude et de compatibilité.
- g. La nécessité de l'isotropie géométrique.

3. Application de la méthode des éléments finis

- a. Conduction de chaleur dans les domaines à géométrie complexe.
- b. La déformation élastique des corps solides.
- c. L'écoulement potentiel d'un fluide sur des obstacles solides.

Mode d'évaluation Control continu et examen final

Références

1. **Carrier, G. F., & Pearson, C. E.** (2014). *Partial differential equations: theory and technique*. Academic Press.
2. **Smith, G. D.** (1965). *Numerical solutions of partial differential equations*. London: Oxford University Press.
3. **Evans, G., Blackledge, J., & Yardley, P.** (2012). *Numerical methods for partial differential equations*. Springer Science & Business Media.

Intitulé du Master : Physique Energétique et Energies Renouvelables

Semestre : 2

Intitulé de l'UE : Unité méthodologique

Intitulé de la matière : TP Physique des Semi-conducteurs

Volume Horaire Hebdomadaire : 1h30 TP

Crédits : 3

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement : appliquer expérimentalement les notions de physique des semi-conducteurs acquise durant le premier semestre.

Connaissances préalables recommandées : notions de base en physique des semi-conducteurs.

Liste des travaux pratiques (à choisir d'après le matériel disponible)

- TP 01 : Conductivité dans les conducteurs et semi-conducteurs.
- TP 02 : Caractéristique I-V d'une diode à jonction PN.
- TP 03 : Caractéristique I-V d'une cellule solaire photovoltaïque.
- TP 04 : Simulation d'une jonction PN par PC1D.
- TP 05 : Détermination du gap d'un semi-conducteur : méthode optique.
- TP 06 : Détermination du gap d'un semi-conducteur : méthode thermique.
- TP 07 : Résistivité et effet Hall.
- TP 08 : Diodes Electroluminescentes.
- TP 09 : Rayons X.
- TP 10 : Méthode de la pointe chaude.
- TP 11 : Etude d'un capteur à base de semi-conducteur.

Mode d'évaluation : Control continu et examen final

Références

1. **Sze, Simon M., and Kwork K, Ng.** Physics of semiconductor devices. John Wiley & sons, 2006.
2. **Lefebvre, Pierre.** Physique des semi-conducteurs et ses composants électroniques. Dunod, 2001.
3. **Hassane Ben.** Physique des semi-conducteurs. Béchar, 1993.

Intitulé du Master : Physique Energétique et Energies Renouvelables

Semestre : 2

Intitulé de l'UE : Méthodologie

Intitulé de la matière : Instrumentations et Détecteurs

Volume Horaire Hebdomadaire : 1h30 cours et 1h30 TD

Crédits : 3

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement : acquérir des compétences concernant les appareillages qui sont nécessaires comme outils pour la formation, que ce soit dans les instruments de mesure ou les détecteurs.

Connaissances préalables recommandées : électronique de base, interaction rayonnement-matière.

Contenu de la matière : en présentiel

1. Instrumentation

- a. Les impulsions
- b. Électronique associée aux détecteurs linéaire
- c. Électronique associée aux mesures de temps

2. Détecteurs

- a. Caractéristiques générales des détecteurs
- b. Détecteurs à gaz
- c. Détecteurs à scintillation
- d. Détecteurs solides

Liste des travaux pratiques (à choisir d'après le matériel disponible) :

- TP01 : Instrumentation et détection.
 - Analyse des spectres.
 - Détermination des caractéristiques d'un détecteur à Scintillation (efficacité, résolution.....).
 - Détermination des caractéristiques d'un détecteur germanium.
 - Détermination des caractéristiques d'un compteur GM.
- TP02 : Mesures atomiques
- TP03 : Mesures nucléaires
 - Frank et Hertz
 - Effet Zeeman
 - Émission X
 - Absorption X
 - Diffraction X
 - Spectrophotométrie d'absorption UV-visible Loi de Beer Lambert

Mode d'évaluation : Control continu et examen finale

Références

1. Daniel Blanc, les rayonnements ionisants, Masson, Paris, 1990-1997
2. J. Michel Hollas, Spectroscopie, Dunod, Paris, 1998

Intitulé du Master : Physique Energétique et Energies Renouvelables

Semestre : 2

Intitulé de l'UE : Unité de découverte

Intitulé de la matière : Matériaux pour l'Energie

Volume Horaire Hebdomadaire : 1h30 cours

Crédits : 2

Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement : acquérir les notions générales sur l'utilisation des matériaux pour la production de l'énergie.

Connaissances préalables recommandées :

Contenu de la matière : En présentiel

Energie solaire : photo-thermique et photovoltaïque ; Conversion et stockage de l'énergie : les piles à combustible ; Physique des matériaux : matériaux nouveaux, supraconducteurs, nanophysique ; Plasmas chauds – Fusion ; Matériaux basses températures, cryogénie et cryophysique ; Microthermique et microfluidique.

Mode d'évaluation : Examen final

Références

1. Charles Chahine; Philippe Devaux, (1993). Thermodynamique statistique - résumés de cours et problèmes résolus, Dunod
2. Walter Greiner, Ludwig Neise, Horst Stöcker. (1999). Thermodynamique et mécanique statistique. Springer.

Physique Energétique et Energies Renouvelables

Semestre : 2

Intitulé de l'UE : Unité de découverte

Intitulé de la matière : Énergies Nouvelles et Renouvelables

Volume Horaire Hebdomadaire : 1h30 cours

Crédits : 2

Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement : avoir des connaissances sur les nouvelles énergies et principalement les énergies renouvelables.

Connaissances préalables recommandées : les énergies.

Contenu de la matière : En présentiel

1. Généralités

2. Sources d'énergie fossiles : Charbon, pétrole, gaz.

3. **Énergies nouvelles et renouvelables** : énergie solaire ; Énergie Hydraulique ; Énergie éolienne; Énergie de géothermie ; Énergie de biomasse ; Énergie de biocarburant ; Énergie nucléaire ; Pile à combustible
4. **Évaluation des énergies nouvelles et renouvelables** : rationalisation de la consommation d'énergie (Les besoins énergétiques et l'exploitation des énergies nouvelles et renouvelables).

Mode d'évaluation : Examen final

Références

1. Énergies renouvelables: de Paul Mathis Ed Eyrolles
2. Énergies renouvelables de Marek Wilisiwicz Ed Eyrolles
3. Énergies renouvelables de Jean Christian Lhome Ed Eyrolles
4. Revues des Energies Renouvelables (Algérie)

Intitulé du Master : Physique Energétique et Energies Renouvelables

Semestre : 2

Intitulé de l'UE : Unité de découverte

Intitulé de la matière : Capteurs

Volume Horaire Hebdomadaire : 1h30 cours

Crédits : 2

Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement : acquérir les notions générales concernant les différents types de capteurs susceptibles d'être employés par des scientifiques maîtrisant l'énergie solaire.

Connaissances préalables recommandées : connaissances de base sur le principe de l'interaction rayonnement matière et le transfert de chaleur.

Contenu de la matière : en présentiel

1. Fonction d'un capteur

- a. Définition d'un capteur
- b. Différents types de capteurs
- c. Les capteurs passifs
- d. Les capteurs actifs.
- e. 1Fonctions appliquées à la détection

2. Les informations transmises par les capteurs

3. Les catégories de capteur

4. Applications des capteurs

Mode d'évaluation : Examen final

Références

1. P. Dassonville ; Les capteurs - 2e éd. - 62 exercices et problèmes corrigés. Dunod (2010).
2. F. Éric, S. RYL David ; Réseaux de capteurs - Théorie et modélisation (2009).
3. F.Baudoin. M.LAvabre .Capteurs : principes et utilisations Cours et exercices résolus . Casteilla (2009)
4. J.P.Ponpon. Détecteurs à semi-conducteurs. Ellipses (2007)

Intitulé du Master : Physique Energétique et Energies Renouvelables

Semestre : 2

Intitulé de l'UE : Transversale

Intitulé de la matière : Anglais Scientifique 2

Volume Horaire Hebdomadaire : 1h30 TD

Crédits : 1

Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement : Donner aux étudiants les notions et techniques de base de la communication scientifique tant orales qu'écrites en anglais.

Connaissances préalables recommandées : Unités d'anglais de la licence et M1.

Contenu de la matière : en présentiel

1. Préparation à la prise de parole en public : tous les aspects de la communication orale.
2. Recherche d'informations et compréhension de documents portant sur le domaine de spécialité.
3. Acquisition du vocabulaire spécifique en contexte.

Mode d'évaluation : Examen final

Référence:

1. Perrin, Isabelle, Hachette , "Anglais : comment traduire ", 2010
2. Baud, Dorothee et Lauriane Hillion, " Communiquer en anglais : Guide pratique à l'usage des scientifiques", ellipses 2010

Intitulé du Master : Physique Energétique et Energies Renouvelables

Semestre : 3

Intitulé de l'UE : Unité fondamentale

Intitulé de la matière : Echangeurs de chaleur et de matière

Volume Horaire Hebdomadaire : 3h00 cours et 1h30 TD

Crédit : 6

Coefficient : 3

Objectifs de l'enseignement : transmettre à l'étudiant un bagage scientifique sur la science

des transferts de chaleur et de matière.

Connaissances préalables recommandées : connaissance sur la méthode d'application des lois de la thermodynamique.

Contenu de la matière : en présentiel

- 1. Rappels sur la convection :** convection naturelle ; Relations empiriques ; Convection forcée dans les canalisations ; Régime laminaire: relations théoriques et relations empiriques ; Régime turbulent : relations empiriques ; Extension aux canalisations non cylindriques et aux écoulements en film ; Convection forcée autour d'obstacles solides ; Cas du cylindre et de la sphère ; Cas des faisceaux de tubes ; Cas de la calandre d'un échangeur multitubulaire.
- 2. Théorie des échangeurs de chaleur :** notion de co-courant, contre-courant et multipasses ; Définition et expression du coefficient global d'échange ; Méthode de DTML ; Méthode de l'efficacité ; Méthode pratique de dimensionnement: cette partie est essentiellement traitée sur l'exemple des échangeurs multitubulaires) ; Autres technologies de transfert de chaleur (Echangeurs à plaques et spirale ; Transfert dans les cuves agitées) ; Transfert avec changement de phase (Condensation d'une vapeur pure ; Condensation d'un mélange de vapeurs).
- 3. Echangeurs de matière :** diffusion moléculaire ; lois de continuité ; Coefficients de diffusion ; Transfert dans une phase en régime permanent et en régime de diffusion moléculaire ; Coefficients de transfert ; Transfert de matière entre phases ; Notions communes aux échangeurs de matière.

Mode d'évaluation : Contrôle continu et examen final

Références

1. Conduction of heat in solids, H. S. CARSLAW et J. C. JAEGER, Oxford, 1959.
2. Initiation aux transferts thermiques, J. F. SACADURA, Paris, 1978.
3. Exercices sur le cours d'échanges thermique, M. F. MARINET et al., document de cours ENSHMG –Grenoble –France, 1984.
4. Transfert de chaleur Tome 1,2,3 ;J.Crabol ;Masson (1992).
5. Echangeurs Thermiques, PADET J.P., Masson, 1997.

Intitulé du Master : Physique Energétique et Energies Renouvelables

Semestre : 3

Intitulé de l'UE : Fondamentale

Intitulé de la matière : Combustion

Volume Horaire Hebdomadaire : 1h30 cours et 1h30 TD

Crédits : 4

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement : connaître les phénomènes de transport avec leurs lois et qui sont à l'origine de transfert d'énergies.

Connaissances préalables recommandées : mécanique des fluides et transfert de chaleur.

Contenu de la matière : En présentiel

1. **Généralités :** les différents types de combustibles, choix d'un combustible, identification d'un combustible, quelques propriétés des combustibles liquides. Thermodynamique de la combustion, propriétés des mélanges, combustion stœchiométrique, chaleur de formation et pouvoirs calorifiques, température de flamme adiabatique.
2. **Cinétique chimique :** réactions élémentaires, les réactions en chaîne et la production de radicaux libres, les recombinaisons, constantes d'équilibre, taux de réaction. Modèles simplifiés de combustion, dépendance par rapport à la pression, équilibre partiel et états quasi - stationnaire.
3. **Allumage :** autoallumage, et allumage spontané, effet de la pression sur la température d'autoallumage, allumage commandé, flux de chaleur critique pour l'allumage.
4. **Flamme pré-mélangées :** processus physiques, limites d'inflammabilités, énergie minimale d'entretien de l'allumage et de la flamme, flamme pré-mélangées turbulente. Flammes de diffusion : Description de la flamme d'une bougie, structure d'une flamme de diffusion laminaire, corrélations empiriques de la hauteur d'une flamme de diffusion.
5. **Combustion et évaporation d'une gouttelette :** évaporation dans de l'air au repos, évaporation en écoulement, combustion de la gouttelette, effet de la température de l'air et de la pression, distribution des gouttelettes. Les émissions : Les effets négatifs des produits de combustion, formation de polluants, contrôle de la formation des polluants, la quantification des émissions.

Mode d'évaluation : Control continu et examen final

Références

1. Fawzy El-Mahallawy and Saad El-Din Habik, Fundamentals and technology of combustion, Elsevier 2002.
2. T. Poinso and D. Veynante, Theoretical and Numerical Combustion, Edwards editor 2nd edition 2005.
3. Kuniō Terao, Irreversible Phenomena Ignitions, Combustion and Detonation Waves , Springer 2007.

Intitulé du Master : Physique Energétique et Energies Renouvelables

Semestre : 3

Intitulé de l'UE : Fondamentale

Intitulé de la matière : Systèmes de conversion photovoltaïque

Volume Horaire Hebdomadaire : 1h30 cours et 1h30 TD

Crédits : 4

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement : après avoir acquis des connaissances sur la technologie des cellules solaires, les étudiants vont les utiliser pour les appliquer dans les systèmes photovoltaïques.

Connaissances préalables recommandées : technologie des cellules solaires photovoltaïques du S2.

1. Rappels sur les fondamentaux de la cellule solaire photovoltaïque

- a. Définition
- b. Mécanisme de conversion photovoltaïque
- c. Caractéristiques d'une cellule solaire photovoltaïque
- d. De la cellule jusqu'au panneau photovoltaïque

2. Systèmes Photovoltaïques avec Système de Stockage

- a. Structure générale et principe de fonctionnement
- b. Choix et installation des panneaux photovoltaïques
- c. Accumulateurs électrochimiques
- d. Autres types d'accumulateurs
- e. Conversion et régulation de l'énergie
- f. Dimensionnement
- g. Pompage photovoltaïque

3. Centrales Photovoltaïques

- a. Les centrales au sol
- b. Les centrales rapportées sur des bâtiments
- c. Les centrales intégrées aux bâtiments
- d. Les centrales hybrides

4. Raccordement au réseau

- a. Principe du raccordement
- b. Eléments d'une installation raccordée au réseau
- c. Protection et règles de sécurité

5. Aspects et considérations économiques du secteur solaire photovoltaïque

Mode d'évaluation : Control continu et examen final

Références

- 1. Labouret, Anne, and Michel Villos. Energie solaire photovoltaïque – 4^{ème} édition. Dunod, 2009.
- 2. Protin, Ludovic, and Stephan Astier. Convertisseurs photovoltaïques. Techniques de l'ingénieur. Génie électrique, 1997.
- 3. Equer, Bernard. Energie solaire photovoltaïque. Physique et technologie de la conversion photovoltaïque. Ellipses, UNESCO, 1993.

Intitulé du Master : Physique Energétique et Energies Renouvelables

Semestre : 3

Intitulé de l'UE : Unité fondamentale

Intitulé de la matière : Energie Eolienne

Volume Horaire Hebdomadaire : 1h30 cours et 1h30 TD

Crédit : 4

Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement : fournir aux étudiants les fondamentaux pour comprendre le fonctionnement de l'énergie éolienne, ainsi que des connaissances poussées sur les systèmes exploitant cette énergie.

Connaissances préalables recommandées : mécanique des fluides, notions d'électronique de puissance.

Contenu de la matière : en présentiel

1. Gisement éolien

- a. Mesure du vent
- b. Évaluation du potentiel des ressources éoliennes
- c. Extrapolation verticale de la vitesse du vent

2. Introduction aux éoliennes de petites puissances

- a. Différents types d'éoliennes
- b. Description d'une éolienne de petite puissance
- c. Principe de fonctionnement
- d. Système de régulation
- e. Système de freinage
- f. Système d'orientation

3. Estimation de la production énergétique annuelle d'une éolienne

- a. Courbe de puissance d'une éolienne
- b. Production énergétique annuelle d'une éolienne
- c. Coefficient d'utilisation d'une éolienne (Facteur de capacité)
- d. Nombre d'heure de fonctionnement à pleine charge

4. Éoliennes et applications

- a. Éoliennes pour la production d'énergie électrique
- b. Éoliennes pour le pompage de l'eau

5. Initiation à la Commande des Systèmes Éoliens

- a. Description des systèmes éoliens
- b. Commande des systèmes éoliens

Mode d'évaluation : Control continu et examen final

Références

Intitulé du Master : Physique Energétique et Energies Renouvelables

Semestre : 3

Intitulé de l'UE : Méthodologique

Intitulé de la matière : Piles à Combustible et Filière Hydrogène

Volume Horaire Hebdomadaire : 1h30 cours et 1h30 TD

Crédits : 3

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement : cette matière permet d'introduire l'étudiant dans la filière de l'hydrogène comme énergie propre et renouvelable, ainsi que l'une de ses applications les plus connues : la pile à combustible.

Connaissances préalables recommandées : notions générales autour des énergies propres et renouvelables.

Contenu de la matière : en présentiel

Cours

1. Introduction sur les piles à combustible

- a. Historique
- b. Principe de fonctionnement

2. Différents types de piles à combustibles

- a. Les différents types de piles à combustibles et leur fonctionnement
- b. Les Piles à combustibles à basses températures
- c. Les Piles à combustibles à haute température

3. Applications des Piles à combustible

- a. Les avantages des piles à combustible
- b. Les inconvénients des piles à combustible
- c. Piles à combustible pour véhicule électrique

4. Production d'hydrogène

- a. Le vapeur formage
- b. L'électrolyse de l'eau
- c. Production à partir des énergies renouvelables
- d. Solaire thermique (haute température)
- e. Photovoltaïque (Photo-électrolyse)
- f. Production à partir de la biomasse

5. Modélisation des piles à combustible

- a. Grandeurs standard de réaction
- b. Force électromotrice
- c. Tension
- d. Puissance
- e. Débit des réactifs
- f. Rendement
- g. Dimensionnement d'une installation à piles à combustible

6. Risques liés à la production et le stockage de l'hydrogène

TP

TP 01 : Production et stockage de dihydrogène et de dioxygène

TP 02 : Fabrication d'une pile à combustible au labo

TP 03 : Étude et description d'une pile à combustible PEM

TP 04 : Étude de la caractéristique tension-densité de courant d'une pile à combustible

TP 05 : Etude des courbes de puissance et de rendement

TP 06 : Production de dihydrogène à partir de l'énergie solaire photovoltaïque

Mode d'évaluation : Control continu et examen final

Références

1. Pierre Mayé : Générateurs électrochimiques : Piles, accumulateurs et piles à combustibles, Edition Dunod 2010
2. Yves Bréelle, Odile Bloch, Paul D&gobert, Michel Prigent : Principes, technologie, applications des piles à combustibles. Editions Tchnip 1972
3. Les techniques de production de l'hydrogène et les risques associés : rapport d'étude, INERIS 2008
4. E. Marty, La filière hydrogène : L'hydrogène, vecteur énergétique du futur ?, UCL (2002)

Intitulé du Master : Physique Energétique et Energies Renouvelables

Semestre : 3

Intitulé de la matière : TP Transferts Thermiques

Volume Horaire Hebdomadaire : 1h30 TP

Crédits : 3

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement : appliquer les notions de transferts thermiques.

Connaissances préalables recommandées : notions de base de transfert de chaleur.

Contenu de la matière : en présentiel

Liste des travaux pratiques (à choisir d'après le matériel disponible) :

- Conduction thermique dans les solides
- Conduction thermique dans les gaz
- Convection thermique naturelle
- Convection thermique forcée
- Échangeurs de chaleurs
- Appareil de radiation thermique
- Conduction thermique en régime stationnaire.
- Conduction thermique en régime non stationnaire.
- Convection thermique.
- Rayonnement thermique.
- Rayonnement du corps noir

Mode d'évaluation : Control continu et examen final

Référence

Intitulé du Master : Physique Energétique et Energies Renouvelables

Semestre : 3

Intitulé de l'UE : Méthodologie

Intitulé de la matière : Plasma pour l'Energie

Volume Horaire Hebdomadaire : 1h30 cours

Crédits : 3

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement : apprendre à l'étudiant l'apport des plasmas dans le domaine de l'énergétique.

Connaissances préalables recommandées : quelques notions sur les milieux ionisés.

Contenu de la matière : En présentiel

1. Généralités : plasmas et de leurs applications

2. Modélisation : caractère fluide (équations de la mécanique des fluides ou de Vlasov) et chargés (équations de Maxwell).

3. Mécanismes physiques : plasmas de fusion thermonucléaire, procédés de gravure par plasmas, propulsion par plasmas, tubes à décharge

4. Application a l'environnement : combustion assistée par plasma ; Les plasmas dans l'eau ; interaction plasma/catalyseur.

Mode d'évaluation : Control continu et examen final

Références

1. Jean-Marcel Rax, Bernard Bigot (2005), Physique des plasmas Cours et applications, Dunod.

2. Darrozes, J. S., & Monavon, A. (1996). Analyse phénoménologique des écoulements. *Université Pierre et Marie Curie*.

Intitulé du Master : Physique Energétique et Energies Renouvelables

Semestre : 3

Intitulé de l'UE : Unité de découverte

Intitulé de la matière : Habitat écologique et efficacité énergétique

Volume Horaire Hebdomadaire : 1h30 cours

Crédits : 2

Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement : Connaitre l'impacte des énergies renouvelables sur l'environnement.

Connaissances préalables recommandées

Contenu de la matière : En présentiel

1. L'impacte des énergies renouvelables sur l'habitat écologique.

2. Efficacité des énergies renouvelables relativement aux autres sources d'énergies.

Mode d'évaluation : Exposé et examen final

Références :

Intitulé du Master : Physique Énergétique et Énergies Renouvelables

Semestre : 3

Intitulé de l'UE : Transversale

Intitulé de la matière : Initiation à la Rédaction de Documents Scientifiques (LaTeX)

Volume Horaire Hebdomadaire : 1h30 TP

Crédits : 1

Coefficients :1

Objectifs de l'enseignement : initier et accompagner les étudiants lors de leurs premiers pas avec LaTeX, un langage de préparation de documents scientifiques (et pas que) conçu pour assurer une grande qualité.

Connaissances préalables recommandées : utilisation d'un micro-ordinateur

Contenu de la matière : en présentiel

Les séances d'apprentissage, sous formes de TPs, aborderons les notions suivantes :

- Introduction : les bases de LaTeX.
- Systèmes et éditeurs pour LaTeX.
- Les documents LaTeX.
- Structure logique.
- Classes de documents.
- Packages et définitions.
- Les images, tableaux, schémas et graphiques.
- Les références croisées.
- Formules et notations mathématiques.
- Liens interactifs.
- Fonts et espacements.
- Références et bases de données bibliographiques.
- Structurer son code source.
- Moteurs Unicode.
- Transparents et présentations avec LaTeX.
- Compréhension et gestion des erreurs.
- Aide et documentation.

Mode d'évaluation :contrôle continu et examen final

Références

1. Denis Bitouzé, Jean-Côme Charpentier. LATEX, l'essentiel. Pearson Education France, 2010. (<http://latex-pearson.org/ressources-2010.php> pour les compléments librement accessibles en ligne : approfondissements, solutions des exercices du livre, etc.)
2. Manuel Pégourié-Gonnard. Apprentissage et pratique de LATEX, aout 2009 (polycopié de cours pdf sur <http://www.math.jussieu.fr/~mpg/lm204/>).
3. Philippe Goutet. <http://www.math.jussieu.fr/~goutet/latex/> (supports pédagogiques au

module LM204 – Initiation à LATEX).

4. Vincent Beck, Jérôme Malick, Gabriel Peyré. Objectif Agrégation, 2e édition. H&K, 2005.

5. Herbert Voß. Math mode, décembre 2010 (document Mathmode.pdf sur Internet).

6. American Mathematical Society. User's Guide for the amsmath Package, février 2002 (document amsldoc.pdf sur Internet).

Intitulé du Master : Physique Energétique et Energies Renouvelables

Semestre : 3

Intitulé de l'UE : Transversale

Intitulé de la matière : Management

Volume Horaire Hebdomadaire : 1h30 cours

Crédits : 1

Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement : Apprendre aux étudiants des bases de management qui leurs permettront d'avoir des connaissances sur le fonctionnement et la gestion d'entreprise, ainsi que la création d'entreprises pour ceux qui veulent investir dans le créneau des énergies renouvelables (start-up).

Connaissances préalables recommandées :

Contenu de la matière : En présentiel

Chapitre I : Les fondements des Sciences Économiques et de Gestion

1- Économie politique, microéconomie, macroéconomie,...

2 -Fonctions de l'entreprise : Finance, Marketing, Gestion des Ressources Humaines.

Chapitre II : Le contexte humain, social et juridique

Chapitre III : Création d'entreprise

Mode d'évaluation : Examen final

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

4-Théodore Schultz, The Economic Organization of Agriculture, McGraw-Hill, 1953

[5].Adolph Wagner, œuvre d'économie II, Paris, Gallimard 1880