

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

HARMONISATION

OFFRE DE FORMATION MASTER

ACADEMIQUE

Etablissement	Faculté / Institut	Département
Université 20 Août 1955 SKIKDA	Faculté des Sciences	Sciences de la Matière

Domaine : Sciences de la Matière

Filière : Physique

Spécialité : Physique énergétique et Energies renouvelables

Année universitaire : 2015-2016

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

مواظمة
عرض تكوين ماستر
أكاديمي

القسم	الكلية/ المعهد	المؤسسة
علوم المادة	كلية العلوم	جامعة 20 أوت 1955 سكيدة

الميدان : علوم المادة

الشعبة : فيزياء
التخصص : فيزياء طاوية والطاقات المتجددة

السنة الجامعية: 2015-2016

SOMMAIRE

I - Fiche d'identité du Master	-----
1 - Localisation de la formation	-----
2 - Partenaires de la formation	-----
3 - Contexte et objectifs de la formation	-----
A - Conditions d'accès	-----
B - Objectifs de la formation	-----
C - Profils et compétences visées	-----
D - Potentialités régionales et nationales d'employabilité	-----
E - Passerelles vers les autres spécialités	-----
F - Indicateurs de suivi de la formation	-----
G - Capacités d'encadrement	-----
4 - Moyens humains disponibles	-----
A - Enseignants intervenant dans la spécialité	-----
B - Encadrement Externe	-----
5 - Moyens matériels spécifiques disponibles	-----
A - Laboratoires Pédagogiques et Equipements	-----
B- Terrains de stage et formations en entreprise	-----
C - Laboratoires de recherche de soutien au master	-----
D - Projets de recherche de soutien au master	-----
E - Espaces de travaux personnels et TIC	-----
II - Fiche d'organisation semestrielle des enseignement	-----
1- Semestre 1	-----
2- Semestre 2	-----
3- Semestre 3	-----
4- Semestre 4	-----
5- Récapitulatif global de la formation	-----
III - Programme détaillé par matière	-----
IV – Accords / conventions	-----

I – Fiche d'identité du Master
(Tous les champs doivent être obligatoirement remplis)

1 - Localisation de la formation :

Faculté (ou Institut) : Faculté des Sciences

Département : Physique

Université : Université 20 Août 1955 Skikda

2- Partenaires de la formation *:

- autres établissements universitaires :

- entreprises et autres partenaires socio économiques :

- Partenaires internationaux :

* = Présenter les conventions en annexe de la formation

3 – Contexte et objectifs de la formation

A – Conditions d'accès (*indiquer les spécialités de licence qui peuvent donner accès au Master*)

1. Physique Energétique
2. Mécanique Energétique
3. Génie Climatique
4. Génie chimique

B - Objectifs de la formation

La spécialité énergétique a une importance capitale pour toute activité industrielle ou économique au niveau national, mondial et même au niveau personnel. La réduction des réserves énergétiques, la réglementation mondiale sévère envers les producteurs de combustibles classiques à effet de serre (pétrole, gaz et charbon), et le remplacement des fluides frigorigènes classiques à dégradation de la couche d'ozone ont conduit au développement de nouveaux systèmes et procédés énergétiques compatibles avec la maîtrise de l'énergie et la protection de l'environnement. C'est dans ce contexte que s'inscrit notre projet de formation de master et qui consiste à former des spécialistes capables de contribuer aux solutions énergétiques.

Le programme pédagogique de la formation a pour vocation de donner à l'étudiant une solide formation à la fois académique et pratique. Le futur diplômé aura la possibilité de s'intégrer facilement au monde professionnel ou de poursuivre sa formation doctorale dans des laboratoires de recherche scientifique fondamentale ou appliquée

Dans le cadre de cette formation de master, l'enseignement théorique de base de la physique énergétique, est enrichi par un enseignement spécialisé visant à approfondir et à développer différents aspects pratiques de la spécialité énergétique : cas des systèmes thermiques industriels, thermique de l'habitat, les énergies nouvelles et renouvelables, bureaux d'études, ...

Le contenu pédagogique de la formation comprend :

-Les connaissances théoriques de base de la spécialité énergétique : mécanique des fluides, transferts thermiques, transfert de masse, thermodynamique appliquée.

-Les connaissances théoriques approfondies : thermodynamiques des milieux polyphasiques, écoulements diphasiques, transferts en milieux poreux, combustion, hydrodynamique, dynamique des fluides compressibles, turbulence, instabilités hydrodynamiques.

- Les connaissances pratiques : machines thermiques et frigorigènes, turbomachines, échangeurs de chaleur et de matière, conversion et stockage d'énergie, instrumentation et mesures, automatisme et régulation des systèmes et procédés, hygiène et sécurité industrielle, chimie des matériaux, traitement du signal, techniques de simulations, de calculs scientifiques et initiation aux bureaux d'études.

- Les connaissances portant sur la maîtrise de la langue anglaise, la communication et l'initiation à la recherche.

C – Profils et compétences métiers visés

1. Recherche scientifique :

- Préparation d'un doctorat au sein de laboratoires de recherche universitaire
- Intégration des équipes des centres de développement et de recherche appliqués

2. Insertion professionnelle : Contrôle et conduite des installations énergétiques industriels

3. Bureaux d'études spécialisés se rapportant à l'énergétique appliquée :

- Conception, dimensionnement et développement des systèmes thermiques industriels
- Diagnostic et maintenance d'installations industrielles
- Développement durable : maîtrise de la consommation énergétique ; Implication des énergies nouvelles et renouvelables dans le développement ; étude de l'impact de la consommation et du choix d'énergie sur l'environnement
- Procédés énergétiques : maîtrise des nouveaux procédés de conversion, de production, de stockage et de la transformation de la matière et d'énergie.
- Thermique de l'habitat : Isolation et efficacité thermique ; Chauffage et climatisation ; Conditionnement, ...

D- Potentialités régionales et nationales d'employabilité des diplômés

Le Master énergétique est à double débouchés : académique et industrielle. C'est une étape vers le doctorat qui donnera accès à la carrière d'enseignant-chercheur dans l'université de Skikda ou dans d'autres universités algériennes. Les diplômés de ce Master peuvent prétendre à des postes d'ingénieurs dans de nombreux secteurs d'activités, citons entre autres:

- Energie : production, transformation, transport et utilisation (SONALGAZ, ...).
- Industries pétrolière et gazière (SONATRACH, GTP, ...)
- Bâtiments : Ingénieur Thermicien (ENTP, bureaux d'études architecturales et de génie civil, ...).
- Energies nouvelles.
- Traitement des déchets et dépollution, dans des projets parrainés par le ministère de l'environnement à travers ses directions au niveau des Wilayas.
- Contrôle technique des installations industrielles (secteur industriel, ...)

E – Passerelles vers d'autres spécialités

Le master proposé donne accès à tous les masters M2 de profil énergétique, thermique ou génie des procédés.

F – Indicateurs de suivi de la formation

- Cellule LMD
- Le tutorat et l'encadrement de tout travail personnel de l'étudiant.
- Les contrôles continus et les interrogations.
- Les examens finaux et les soutenances des projets semestriels.

G – Capacité d'encadrement : 20 Etudiants

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

L'équipe pédagogique chargée de la formation pourra être renforcée par les doctorants de la spécialité Physique énergétique inscrits à l'université 20 Août 1955 de Skikda. Cette formation de post-graduation est opérationnelle depuis 2002 jusqu'à présent.

5 – Moyens matériels spécifiques disponibles

A- Laboratoires Pédagogiques et Equipements : Fiche des équipements pédagogiques existants pour les TP de la formation envisagée (1 fiche par laboratoire)

- Laboratoire de Transferts Thermiques
- Laboratoire de Mécanique des Fluides
- Laboratoire de Turbomachines
- Laboratoire de Thermodynamique
- Laboratoire de Résistances des Matériaux
- Laboratoire d'Instrumentation et Métrologie
- Laboratoire de Mesure et Technologie des Capteurs
- Laboratoire d'Automatique
- Laboratoire d'Electronique

Intitulé du laboratoire : Transferts thermiques

Capacité en étudiants : 20

N°	Intitulé de l'équipement	Nombre	observations
01	Appareil d'étude de la conduction thermique <ul style="list-style-type: none">- Conduction à travers une barre simple- Conduction à travers une barre composite- Influence de la superficie de la section transversale- Conduction radiale- Effet du contact de surface- Effet de l'isolation	01	
02	Appareil d'étude de la convection thermique <ul style="list-style-type: none">- Description générale- Etude de la convection libre- Calcul des nombres de Nusselt, Prandtl et Grashof- Emploi de gaz, autres que l'air	01	
03	Appareil d'étude du rayonnement thermique <ul style="list-style-type: none">- Description générale- Notations, références et coefficients de corrections- Montage, fonctionnement et entretien- Etude du rayonnement- Vérification expérimentale de la loi de Boltzmann et détermination de l'émissivité de l'élément	01	
04	Echangeurs de chaleur <ul style="list-style-type: none">- Description générale- Notations, références et surfaces d'échange- Type d'échange, théorie- Moyenne arithmétique et moyenne logarithmique de la température DTLM- Montage, fonctionnement et entretien des deux types d'échanges- Etude d'échange de chaleur à courant parallèle- Etude d'échange de chaleur à contre-courant- Détermination du coefficient d'échange thermique	01	

Intitulé du laboratoire : Mécanique des Fluides

Capacité en étudiants : 20

N°	Intitulé de l'équipement	Nombre	observations
01	Appareil de Reynolds	01	
02	Appareil d'étude des pertes de charges singulières	01	
03	Appareil d'étude des pertes de charges linéaires	01	
04	Banc d'essai pour un écoulement d'air dans une conduite	01	
05	Soufflerie subsonique	01	

Intitulé du laboratoire : Turbomachines

Capacité en étudiants : 20

N°	Intitulé de l'équipement	Nombre	observations
01	Etude en Banc d'essai d'une pompe à piston Expérience : En prenant la hauteur totale comme variable indépendante, il est possible de déterminer pour les deux vitesses : <ul style="list-style-type: none">- Le débit fourni- La puissance mécanique absorbée- La puissance hydraulique- Le rendement volumétrique- Le rendement global Ensuite, on examine l'influence sur les caractéristiques de la pompe, des variations de la hauteur d'aspiration et la hauteur de refoulement. La puissance indiquée est calculée et l'effet de la variation de pression sur les caractéristiques des pompes à piston peut être étudié	01	
02	Etude en Banc d'essai d'une pompe à engrenages Expérience : Prenant comme valeur indépendante la différence des pressions d'entrée et de sortie de la pompe, on peut déterminer pour les deux vitesses de fonctionnement du moteur : <ul style="list-style-type: none">- Le débit fourni- La puissance mécanique absorbée- Le rendement hydraulique- Le rendement global L'influence de la pression d'aspiration et de refoulement sur les caractéristiques pouvant être observées	02	
03	Etude en Banc d'essai des pompes centrifuges en série et en parallèles Expérience : <ul style="list-style-type: none">- Détermination de courbe caractéristique de pompe- Détermination de courbe caractéristique d'installation- Couplage en parallèle de pompes	01	

	- Couplage en série de pompes		
04	Etude en Banc d'essai d'un ventilateur axial et centrifuge Expérience : - Etude des courbes caractéristiques débit pression (ou débit hauteur manométrique) suivant le type de ventilateur : Ventilateur centrifuge, Ventilateur axial - Etude du phénomène de pompage - Etude du réglage des ventilateurs par : <ul style="list-style-type: none"> • Modélisation de la vitesse de rotation • Modélisation de l'angle d'incidence à l'entrée • Laminage 	01	

Intitulé du laboratoire : Thermodynamique

Capacité en étudiants : 20

N°	Intitulé de l'équipement	Nombre	observations
01	Appareil d'étude de la loi de Boyle-Mariotte	01	
02	Appareil d'étude de la distribution de vitesse de Maxwell	01	
03	Appareil d'étude de l'effet Joule-Thomson	01	
04	Appareil d'étude de la chaleur spécifique des gaz	01	
05	Appareil d'étude de la dilatation thermique des liquides et des solides	01	
06	Appareil d'essais pour pompe à chaleur	01	
07	Banc d'essai pour moteur à combustion interne	01	

Intitulé du laboratoire : Résistance des Matériaux

Capacité en étudiants : 20

N°	Intitulé de l'équipement	Nombre	observations
01	Banc universel de flexion	01	
02	Appareil d'étude de la flexion déviée	01	
03	Appareil d'étude de la flexion et de torsion composée	01	
04	Appareil d'étude des mesures par jauges de contraintes	01	
05	Appareil d'étude d'une membrane circulaire	01	
06	Appareil d'étude d'une enveloppe cylindrique	01	
07	Appareil d'étude d'une enveloppe mince	01	
08	Machine d'étude de torsion	01	
09	Mouton pendule	01	

Intitulé du laboratoire : Instrumentation et métrologie

Capacité en étudiants : 20

N°	Intitulé de l'équipement	Nombre	observations
01	Banc complet pour les mesures des grandeurs	01	

	électriques comprenant : <ul style="list-style-type: none"> - Galvanomètre ; Générateurs de fonctions ; Voltmètre ; Ampèremètre ; Wattmètre électronique ; Multimètre ; Compteur universel DC ; L-C mètre ; Oscilloscope analogique, Fluxmètre portable, Phasemètre ; Mesureur du facteur de puissance ; Distorsiomètre ; Table traçante ; Bloc d'alimentation. - Pont de Wheatstone - Charge Ohmique triphasée ; Charge inductive triphasée ; Charge capacitive triphasée ; Charge RLC avec ligne thermique ; Boite à décades de résistance ; Boite à décades de capacité ; Boite à décades inductives ; Jeu d'atténuateurs. 		
02	Mesure des champs magnétique et électrique : <ul style="list-style-type: none"> - Teslamètre numérique avec sondes - Appareil de mesure du champ électrique 	02	
03	Charge électronique pour essai dynamique des alimentations stabilisées modernes et de leurs systèmes de commandes complexes, équipée d'un générateur de fonctions incorporé.	01	
04	Générateurs de signaux : <ul style="list-style-type: none"> - Synthétiseur de fréquence HF, fréquence de 1 Hz à 1024 MHz, modulation AM/FM/PM/gate - Générateur de fonctions synthétisées, fréquence de 0.1 mHz à 15 MHz 		
05	Système de tests d'harmonique et flicker normalisé : <ul style="list-style-type: none"> - Analyseur de puissance triphasée avec fonction - Oscilloscope et acquisition de données intégrées. - Mesure et affichage de: U, I, W, VA, Var, PF, Hz et THD 		

Intitulé du laboratoire : Mesure et technologie des capteurs

Capacité en étudiants : 20

N°	Intitulé de l'équipement	Nombre	observations
01	Mesure de la température : <ul style="list-style-type: none"> - Mesure de température avec capteur NTC - Mesure de température avec capteur Pt 100 - Mesure de température avec capteur à thermocouples 	01	
02	Mesure avec jauge de contrainte : <ul style="list-style-type: none"> - Utilisation d'une jauge de contrainte comme capteur de charge sur un échantillon - Mesure sur une barre de flexion avec jauge collée - Mesure sur une barre de torsion avec jauge spéciale 	02	
03	Mesure de trajectoire et d'angle : <ul style="list-style-type: none"> - Mesure analogique d'une trajectoire avec capteur de déplacement magnétique - Mesure analogique d'une trajectoire avec capteur de déplacement optoélectronique - Mesure analogique d'angle avec potentiomètre 	01	

	<ul style="list-style-type: none"> - Mesure numérique trajectoire/angle avec codeur absolu - Mesure numérique trajectoire/angle avec codeur incrémental optoélectronique 		
04	Mesure de la pression, du niveau et du débit : <ul style="list-style-type: none"> - Mesure de pression et de niveau avec capteur de pression piézo-résistif - Mesure de débit avec capteur de pression différentielle - Mesure de débit à roue hélice - Mesure de débit avec débitmètre/température 		
	Mesure du PH et de l'humidité : <ul style="list-style-type: none"> - Mesure du PH - Mesure de l'humidité, relative et absolue. 		
	Mesure de la force du poids et du couple : <ul style="list-style-type: none"> - Détermination de la force et du poids avec jauge de contrainte (barre de flexion) - Mesure du couple avec jauge de contrainte (barre de torsion) 		
	Mesure de vitesse et de position : <ul style="list-style-type: none"> - Mesure de régime avec analyse optoélectronique des impulsions - Mesure de position 		
	Banc complet pour l'étude et la mesure des circuits en courant continu, alternatif et triphasé <ul style="list-style-type: none"> - Montage de résistances - Diviseur de tension - Montage de condensateurs - Transformateur - Montage en étoile et en triangle - Séries RLC et montage en parallèle - Résistances non linéaires NTC, PTC, VDR, LDR - Caractéristiques d'une diode et applications - Etudes des diodes Z et barrages photoélectriques 		

B- Terrains de stage et formation en entreprise :

Lieu du stage	Nombre d'étudiants	Durée du stage
Centrales thermiques (Skikda)	04	01-03 mois
Raffinerie (Skikda)	04	//
Complexes pétrochimiques (Skikda)	04	//
Secteur industriel (Skikda)	04	//
Sonatrach (Skikda)	04	//
Sonalgaz (Skikda)	04	//
Secteur de construction (Skikda)	04	//
Entreprises nationales et privées	04	//
Centre de développement des énergies renouvelables, CDER, Alger	04	//
Laboratoires de recherche nationaux	04	//
Laboratoires de recherche étrangers	/	

D- Projet(s) de recherche de soutien au master :

Intitulé du projet de recherche	Code du projet	Date du début du projet	Date de fin du projet
Transferts thermiques instationnaires dans une paroi multicouches contenant un matériau à changement de phase (MCP) : Applications aux échangeurs MCP-Air	D01620130011	2013	Projet en cours
Instabilité et turbulence en convection naturelle - une approche déterministe, Application aux fluides contenus dans les enceintes fermées	J0301620090009	2013	Projet achevé
Modélisation des écoulements gazeux et liquides dans les micro canaux: Application aux MEMS (Micro-Electro-Mechanical System), Validation par la simulation directe par méthode de Monte Carlo	D01620070008	Janvier 2008	Projet achevé
Etude des transferts de chaleur et de masse avec changement de phase, Application à la production du froid et au confort thermique de l'habitat	E01620060005	Janvier 2007	Projet achevé
Etude de la condensation en présence d'incondensables, Application aux échangeurs thermiques diphasiques	J2101/03/02/03	Janvier 2005	Projet achevé

E- Espaces de travaux personnels et TIC :

- Bibliothèques de l'Université, de la Faculté et des Laboratoires de recherche.
- Centres de calcul de l'université, de la Faculté et du Département.
- Laboratoires pédagogiques
- Laboratoires de recherche
- Autres lieux (salles de lecture de la faculté)

II – Fiche d'organisation semestrielle des enseignements

(Prière de présenter les fiches des 4 semestres)

1- Semestre 1 :

Domaine : Sciences de la Matière

Filière : Physique

Spécialité : Physique énergétique

Unité d'Enseignement	VHS	V.H hebdomadaire				Coeff.	Crédits	Mode d'évaluation	
	14-16 sem.	C	TD	TP	Autres			Continu	Examen
UEF									
Matière 1 : Transferts thermiques	67h30	3h00	1h30			3	6	33%	67%
Matière 2 : Transferts massiques	67h30	3h00	1h30			3	6	33%	67%
Matière 3 : Echangeurs de chaleur et de matière	67h30	3h00		1h30		3	6	33%	67%
UEM									
Matière 1 : Machines thermiques et frigorifiques	67h30	3h00		1h30		3	5	33%	67%
Matière 2 : Conversion et stockage de l'énergie	45h00	1h30	1h30			2	4	50%	50%
UED									
Matière 1 : Environnement et énergies renouvelables	22h30	1h30				1	1		100%
UET									
Matière 1 : Anglais 1	22h30	1h30				2	2		100%
Total Semestre 1	360h	16h30	04h30	03h00		17	30		

2- Semestre 2 :

Domaine : Sciences de la Matière
Filière : Physique
Spécialité : Physique énergétique

Unité d'Enseignement	VHS	V.H hebdomadaire				Coeff.	Crédits	Mode d'évaluation	
	14-16 sem.	C	TD	TP	Autres			Continu	Examen
UEF									
Matière 1 : Dynamique des fluides compressibles	45h00	1h30	1h30			2	4	33%	67%
Matière 2 : Turbomachines	67h30	3h00		1h30		3	6	33%	67%
Matière 2 : Hydrodynamique	45h00	1h30	1h30			2	4	33%	67%
Matière 3 : Milieus poreux	45h00	1h30	1h30			2	4	33%	67%
UEM									
Matière 1 : Automatisme et régulation	45h00	1h30		1h30		2	4	50%	50%
Matière 2 : Electronique et Electrotechnique appliquées	45h00	1h30		1h30		2	4	50%	50%
Matière 3 : Combustion	22h30	1h30				1	1		100%
UED									
Matière 1 : Communication - bureau d'études	22h30	1h30				1	1		100%
UET									
Matière 1 : Anglais 2	22h30	1h30				2	2		100%
Total Semestre 2	360h00	15h00	4h30	4h30		17	30		

3- Semestre 3 :

Domaine : Sciences de la Matière
Filière : Physique
Spécialité : Physique énergétique

Unité d'Enseignement	VHS	V.H hebdomadaire				Coeff.	Crédits	Mode d'évaluation	
	14-16 sem.	C	TD	TP	Autres			Continu	Examen
UEF									
Matière 1: Écoulements et transferts diphasiques	67h30	3h00	1h30			3	6	33%	67%
Matière 2: Turbulence	67h30	3h00	1h30			3	6	33%	67%
Matière 3: Instabilité hydrodynamique et traitement du signal	67h30	3h00		1h30		3	6	33%	67%
UEM									
Matière 1: Méthodes numériques et Outils de simulation	67h30	1h30	1h30	1h30		3	5	50%	50%
Matière 2: Isolation et efficacité thermique	22h30	1h30				1	2		100%
Matière 3: Chauffage et climatisation	22h30	1h30				1	2		100%
UED									
Matière 1: Hygiène et sécurité industrielle	22h30	1h30				1	1		100%
Matière 3: Corrosion et protection	22h30	1h30				1	1		100%
UET									
Matière 1: Initiation à la recherche	22h30	1h30				1	1		100%
Total Semestre 3	382h30	18h	04h30	03h00		17	30		

4- Semestre 4 :

Domaine : Sciences de la Matière
Filière : Physique
Spécialité : Physique énergétique

Stage en entreprise sanctionné par un mémoire et une soutenance.

	VHS	Coeff.	Crédits
Travail Personnel	150h	8	12
Stage en entreprise	150h	8	12
Séminaires	30h	3	6
Autre (préciser)	//	//	//
Total Semestre 4	330h	17	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	380h30	202h30	90h	67h30	740h30
TD	157h30	90h	/	/	247h30
TP	67h30	90h	/	/	157h30
Travail personnel	/	/	150h	/	150h
Autre (stage pratique)	/	/	150h	/	150h
Total	605h30	382h30	390h	67h30	1445h30
Crédits	54	27	34	5	120
% en crédits pour chaque UE	45%	22.5%	28,3%	4,2%	100%

III - Programme détaillé par matière (1 fiche détaillée par matière)

Intitulé du Master : Master Physique énergétique et Energies renouvelables

Semestre : 1

Intitulé de l'UE : UEF

Intitulé de la matière : **Transferts thermiques**

Crédits : 6

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement :

Cette matière permet la continuité de formation en transfert thermique délivrée en Licence. Le but de cette matière est de montrer comment développer une approche à la formulation et à la résolution des problèmes de transfert thermiques stationnaires et instationnaires, transfert thermiques dans les écoulements internes et externes, transfert thermiques dans les matériaux à changement de phase : cas de la solidification et de la fusion.

Connaissances préalables recommandées :

Transferts thermiques acquis en Licence

Contenu de la matière :

A. Rappels sur le transfert thermique

- transfert de chaleur dans les écoulements externes
- transfert de chaleur dans les écoulements internes

B- Transferts thermiques instationnaires:

- 1/ Résolution de l'équation de la chaleur par la méthode spectrale
- 2/ Résolution de l'équation de la chaleur par la méthode analogique
- 3/ Résolution de l'équation de la chaleur par les méthodes numériques de différences et volumes finis
- 4/ Application au calcul du transfert thermique dans un mur d'habitat.
 - Mur simple
 - Mur bicouches
- 5/ Application au calcul du transfert thermique dans les conduites

C. Transfert thermique dans les matériaux à changement de phase

- 1/ Résolution de l'équation de la chaleur par la méthode enthalpique
- 2/ Résolution de l'équation de la chaleur par la méthode de la capacité thermique.
- 3/ Application au cas de la solidification d'un matériau à changement de phase
 - Cas d'une géométrie plane
 - Cas d'une géométrie cylindrique
 - Cas d'une géométrie sphérique
- 4/ Application au cas de la fusion d'un matériau à changement de phase
 - Cas d'une géométrie plane
 - Cas d'une géométrie cylindrique
 - Cas d'une géométrie sphérique

Références

- (1) (5) Holman J.P., "Heat transfer", seventh edition, Mc GRAW Hill, 1990.
- (2) (6) SACADURA J. F., "Initiation aux transferts thermiques", Paris, 1978.
- (3) TOINE J. et PETIT J.P., "Cours et données de base, Transferts thermiques, Mécanique des fluides anisothermes", Edition DUNOD, Paris, 1995.
- (4) Keith Sherwin, Micheal Horsley, "Thermofluids ", Chapman and Hall, 1st edition, (1996).

Intitulé du Master : Master Physique énergétique et Energies renouvelables

Semestre : 1

Intitulé de l'UE : UEF

Intitulé de la matière : **Transferts massiques**

Crédits : 6

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement :

Connaître et comprendre les principes physiques et les transformations thermodynamiques mis en jeu lors des procédés de transferts de chaleur et de masse. Connaître et comprendre le principe de fonctionnement des systèmes de séchage. Etre capable d'intégrer ses connaissances de base en thermodynamique et en transfert de chaleur et de masse dans l'analyse, la critique, le choix et le dimensionnement des systèmes de séchage.

Connaissances préalables recommandées :

Transfert de masse et de chaleur, mécanique des fluides et thermodynamique acquis en Licence

Contenu de la matière :

1. Définitions et rappels

composition du mélange ; diffusion massique ; Lois de Fick ; mélange au repos ; mélange en mouvement ; coefficient de diffusion ; nombre de Schmidt ; exemple de diffusion : évaporation dans un tube.

2. Equations générales

équation de continuité, conservation de la quantité de mouvement, équation de l'énergie, équation de diffusion massique.

3. Similitude

4. Ecoulement externes avec transfert de masse.

5. Séchage

phénomènes fondamentaux ; isothermes de désorption ; temps de séchage ; bilans massiques et thermiques des séchoirs ; dimensionnement de quelques types de séchoirs simples ; types de séchoir ; classification.

6. Les bases du séchage des produits industriels

rappels des lois de la convection ; méthodes d'estimation des coefficients d'échange massique et thermique ; analogie de Colburn et de Reynolds.

TP Transferts thermiques

- Calcul numérique et simulations des phénomène de transferts massiques

Références

- (1) Daguinet M., "Les séchoirs solaires : théorie et pratique", Gédit, Tounai, Belgique, (1985).
 - (2) Eckert E.R.G. et al., "Analysis of heat and mass transfer", Edition Mc GRAW HILL BOOK COMPANY, USA, 1972.
 - (3) Guyer E. C., Brownell D. L., "Hand Book of applied thermal design", Mc Graw-Hill, Book Company, (1989).
 - (4) Incorporera F. P., Dewitt D. P., "Fundamentals of heat and mass transfer", John Wiley and sons, 2nd edition, (1985).
 - (5) Kays W. M., Crawford M. E., "Convective heat and mass transfer", Mc Graw-Hill Inc, 3rd edition, (1993).
 - (6) Leontiev A., "Théorie des échanges de chaleur et de masse", Edition Mir, Moscou (1985).
- =====

Intitulé du Master : Master Physique énergétique et Energies renouvelables

Semestre : 1

Intitulé de l'UE : UEF

Intitulé de la matière : [Echangeurs de chaleur et de matière](#)

Crédits : 6

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement

Appliquer les connaissances sur les mécanismes de base du transfert thermique (conduction, convection) au calcul d'appareils industriels d'échange de chaleur. Maîtriser le sens physique du processus: ordre de grandeur des paramètres de transfert de matière, effet des conditions opératoires (pression, température, concentration) sur l'intensité de transfert de matière.

Connaissances préalables recommandées

Transferts thermiques, Transfert de masse, mécanique des fluides acquis en Licence

Contenu de la matière :

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.

Références

- (1) PADET J.P., "[Echangeurs Thermiques](#)", Masson, 1997.
- (2) BONTEMPS A. et al, "[Technologie des Echangeurs Thermiques](#)", Techniques de L'Ingénieur, 1998.
- (3) SACADURA J.F., "[Initiation aux transferts thermiques](#)", Paris, 1978.
- (4) Aide mémoire du thermicien, Elsevier, 1997.

=====
Intitulé du Master : Master Physique énergétique et Energies renouvelables

Semestre : 1

Intitulé de l'UE : UEM

Intitulé de la matière : [Machines thermiques et frigorifiques](#)

Crédits : 5

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement

La première partie consiste à comprendre le fonctionnement et les caractéristiques des organes des différentes machines thermiques, savoir calculer les performances et les

rendements sur la base des cycles associés et en tirer les conséquences économiques et environnementales.

Dans la deuxième partie, l'étudiant devra avoir acquis les compétences nécessaires à l'appréhension de la globalité d'une installation de production de froid. Les différents systèmes de production de froid (compression, absorption, effet thermoélectrique) seront abordés et l'accent sera mis sur les systèmes à compression mécanique. Les problèmes liés à la nature des fluides frigorigènes seront également développés tant dans le fonctionnement de la machine (utilisation de fluides purs ou de mélanges) que dans ses effets sur l'environnement et les réglementations qui en découlent.

Connaissances préalables recommandées

Thermodynamique, mécanique de fluides, Transferts de chaleur et de masse de Licence

Contenu de la matière :

Partie A : Machines thermiques

1. Généralités

éléments de thermodynamique (diagrammes PV, TS et HS, rendements théoriques), les différents types de machines thermiques (moteur, récepteur, principes de fonctionnement).

2. Machines à cycles récepteurs

les compresseurs ; compresseurs alternatifs: compression monoétagée et multiétagée, les différents rendements, compresseurs rotatifs axiaux et centrifuges, autres.

3. Machines à cycles moteurs

machines alternatives, moteurs à combustion interne, moteur 4 temps (essence, Diesel), atmosphérique, suralimenté, cycles théoriques et cycles réels, critères de performance, rapport air/carburant, rendements, adaptation du moteur à la charge.

4-Machines rotatives

Turbomachines, turbine à gaz et turboréacteur, cycle de base, les autres cycles, critères de performance, rendements ; turbine à vapeur: cycle de Rankine sans ou avec surchauffe, cycle de Hirn, cycles à prélèvement, rendements,

5-Autres types de moteurs

moteurs Stirling, Ericsson, rendements, applications, moteur à air comprimé.

Travaux pratiques

- Essais sur la: pompe à chaleur
- Essais le moteur à combustion interne
- Essais sur la climatisation
- Essais sur la réfrigération
- Essais sur le chauffage

Partie B : Machines frigorifiques

1. Généralités

Eléments de thermodynamique (diagrammes enthalpiques en particulier), les différentes méthodes de production de froid industriel.

2. Machines à compression mécanique

machines monoétagées : paramètres de fonctionnement, grandeurs caractéristiques, puissance frigorifique, puissance absorbée, puissances à l'évaporateur et au condenseur, efficacité, surchauffe, sous-refroidissement, rendement des compresseurs: volumétrique, isentropique, mécanique, électrique, de transmission, et efficacité de la machine. Machines bi-étagées : limites des systèmes monoétagés, besoin de systèmes bi-étagés, machine bi-étagée, injection totale, injection partielle.

3. Autres types de machines

Machines à compression thermique ; machines à absorption ; machines à absorption-diffusion ; machines à éjection, comparaison avec les machines à compression mécanique

4. Fluides frigorigènes

Critères de choix d'un fluide, impact sur l'environnement, couche d'ozone, effet de serre, réglementation internationale (européenne, française,...), sécurité, environnement, installations classées (DESP, ICPE, ...)

5. Installation frigorifique à absorption

Principe de l'absorption ; propriétés physiques des mélanges binaires ; organisation d'une installation à absorption ; fonctionnement : Installation idéale ; installation réelle ; efficacité ; calcul de l'installation.

6. Pompe à Chaleur

Généralités, Notions théoriques sur les pompes à chaleur ; Types de pompes à chaleur ; Domaines d'utilisation de la PAC à compression mécanique ; Aspect économique de la pompe à chaleur.

7. Cryogénie

Généralités ; Définitions ; Propriétés des fluides cryogéniques ; Applications ; Procédé industriel de liquéfaction des gaz ; Vaporisation d'un liquide ; machine frigorifique à cascade ; Machine à détente de gaz sans travail extérieur : Effet Joule ; Procédé Linde-Hampson ; Procédé Linde avec prérefroidissement ; Double cycle de Linde ; Machine à détente avec travail extérieur : Procédé Claude ; Liquéfacteur de Claude-Heylandt ; Liquéfacteur de Collins ; Liquéfacteur de Kapitza ; Cryoréfrigérateurs ; Séparation et liquéfaction des gaz (liquéfaction de l'air ; liquéfaction du gaz naturel) ; Appareillage utilisé en cryogénie

Références :

- (1) KOLLER E., "Machines thermiques", DUNOD, 2005.
- (2) VICHNIEVSKY R., "Thermodynamique appliquée aux machines", MASSON & CIE, 1967.
- (3) "Aide mémoire du froid industriel, Aide mémoire ingénieur", Dunod, 2006
- (4) Béranger B., "Les pompes à chaleur", Eyrolles, 2009.
- (5) Meunier F., Rivet P. "Froid industriel", Dunod, 2005.
- (6) Jacobsen T., "Thermodynamic properties of cryogenic fluids", Springer Verlag, 1997.
- (7) Roland Furstenberger, La pompe à chaleur en relevé de chaudière, SAEP, 2009.
- (8) Robert Ackermann, "Cryogenic regenerative heat exchangers", Springer Verlag, 1997.

=====
Intitulé du Master : Master Physique énergétique et Energies renouvelables

Semestre : 1

Intitulé de l'UE : UEM

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

Crédits : 4

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement

Connaître les principales filières de conversion d'énergie et comprendre les transformations thermodynamiques et les principes physiques sur lesquels sont basés. Connaître les principaux systèmes de conversion d'énergie et comprendre leurs principes de fonctionnement. Connaître les composants technologiques de base de ces systèmes. Être capable de prédimensionner et faire le choix. Définir le rendement d'un système. Connaître les principales implications économiques et environnementales liées à ses filières et systèmes énergétiques, ainsi que les perspectives technologiques de réduction. Connaître les principaux modes de stockage d'énergie et comprendre les transformations thermodynamiques et les principes physiques sur lesquels sont basées. Connaître les performances et limitations de chaque mode.

Connaissances préalables recommandées

Thermodynamique, Transfert Thermique.

Contenu de la matière :

1. Biomasse

filière bois énergie, propriétés du bois et valorisation énergétique, cogénération par incinération de déchets de bois.

2. Biogaz

source du biogaz, production d'énergie, méthanisation, valorisation énergétique ; Biocarburant: filière ester (biodiesel), filière éthanol (bioéthanol), comparaisons et utilisations.

3. Photovoltaïque

dimensionnement d'une installation PV, stockage par batteries.

4. Pile à combustible

descriptions et performances, dimensionnement et choix.

5. Eolienne

ressources, description et performances, dimensionnement.

6. Turbines à gaz

7. Turbine à vapeur

descriptions et performances, dimensionnement et choix

8. Moteur à combustion interne

illustration sur quelques cas (moteur Diesel, Stirling, ...)

9. Machines frigorifiques

10. Stockage d'énergie

stockage par production d'hydrogène ; Stockage thermique ; Stockage thermo-chimique ; Stockage hydraulique ; Stockage électrique.

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 : Master Physique énergétique et Energies renouvelables

Semestre : 1

Intitulé de l'UE : UED

Intitulé de la matière : **Environnement et énergies renouvelables**

Crédits : 1

Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement

Cet enseignement doit apporter à l'étudiant une vue générale des différentes sources d'énergies, de leurs utilisations et de leurs impacts sur l'environnement. Un aperçu des réserves et des consommations d'énergie mondiale et nationale sera donné. Un bilan sur les consommations et les économies dans les secteurs du tertiaire, du résidentiel, industriel et du transport sera abordé. On étudiera plus particulièrement: l'énergie solaire, l'éolien, la biomasse, la géothermie et l'énergie nucléaire. L'étudiant devra être capable d'analyser un problème de maîtrise de l'énergie dans ses aspects économiques et environnementaux et de proposer les solutions les mieux adaptées, et favorisant le développement durable

Connaissances préalables recommandées

Thermodynamique, transfert thermique et mécanique des fluides de base

Contenu de la matière :

1. Introduction à la maîtrise de l'énergie

notion d'environnement et impact du génie thermique sur l'environnement, les différents types d'énergie et leur transformation: énergie mécanique, thermique, chimique, nucléaire, électrique. Ressources et consommations d'énergie : définitions, classement des ressources, consommation mondiale, consommation nationale.

2. Economies dans le secteur résidentiel et tertiaire

consommation d'énergie dans le secteur résidentiel: description des usages, structure de la consommation d'énergie, caractérisation des usages de l'énergie, comportement des ménages, économies réalisables. Consommation de l'énergie en secteur tertiaire : généralités, facteurs déterminant la demande d'énergie, rôle de la croissance économique, économies réalisables.

3. Economies dans les transports

consommation par secteur, comment économiser, innovation technologique, action sur le comportement

4. Economie dans le secteur industriel

les usages de l'énergie, structure de la consommation, comment économiser.

5. Optimisation des systèmes industriels

définitions des objectifs de l'optimisation d'un système, application aux systèmes thermiques, critères d'optimisation : critères thermodynamiques, critères constructifs, critères économiques.

6. Les différentes sources d'énergie

énergies fossiles, énergies des eaux (douces et marines), énergies dites renouvelables (éolien, solaire, géothermique, biomasse), énergie nucléaire, pile à combustible, bio-carburants

7. Energie solaire

généralités sur le rayonnement solaire; conversion thermique de l'énergie solaire : capteurs plan (généralités, technologie, performances, installation, utilisation, chauffage solaire d'une maison, chauffe eau solaire), capteurs à concentration (principe, rendement, applications); conversion photovoltaïque : principe de fonctionnement, rendement, utilisation ; capteurs hybrides.

8. Energie éolienne

introduction, généralités sur le vent, théorie des aéromoteurs : théorie de Betz, structure et aérodynamisme de la pale, description et performances des machines à axe horizontal, description et performances des machines à axe vertical, utilisation des éoliennes.

9. Biomasse

généralités: photosynthèse des végétaux, eaux usées et déchets municipaux, sources, généralités sur la cellulose, disponibilité mondiale de la cellulose, paramètres de fonctionnement des digesteurs : le rapport carbone/azote, température et taux d'accomplissement, taux de charge, conception d'un digesteur, caractéristique des déchets, exemples, principes de réalisation.

10. Géothermie

aspect historique, origine de la géothermie, classification de la géothermie, utilisation, aspect technique, bilan financier.

11. Energie nucléaire: généralités, énergie chimique et énergie nucléaire, particules et rayonnement, interaction rayonnement-matière, la fission, la réaction en chaîne, le réacteur nucléaire, les filières, radioprotection, sûreté nucléaire

Références

- (1) Fuller, "Environmental control systems: heating, cooling, lighting/more", Mc GRAW HILL, 1993.
- (2) LE CHAPPELLIER P., "Le vent, les éoliennes et l'habitat", EYROLLES, 1981
- (3) PEUSER F.A., "Installations solaires thermiques ; Conception et mise en oeuvre", LE MONITEUR, 2005
- (4) "Solar-assisted air-conditioning in buildings: a handbook for planners", HANS-MARTIN HENNING (ed.), Wien, New York, Springer, 2004

=====
Intitulé du Master : Master Physique énergétique et Energies renouvelables

Semestre : 1

Intitulé de l'UE : UET

Intitulé de la matière : **Anglais 1**

Crédits : 2

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement

Compte tenu du caractère incontournable de l'utilisation de l'anglais dans la vie professionnelle, son apprentissage sera posé comme une exigence.

Connaissances préalables recommandées

Dans les cas où des étudiants seraient des débutants complets, des enseignements adaptés devront être mis en place pour les amener à un niveau correct.

Contenu de la matière :

1. Ecouter

comprendre les points essentiels sur des sujets familiers : présentation d'une expérience, consignes à caractère technique et scientifique, mode opératoire. Comprendre l'essentiel d'émissions de radio ou télévision sur l'actualité.

2. Lire

comprendre des textes relatifs au travail : notice d'appareil, document technique ; comprendre la description d'évènements, ...

3. Prendre part à une conversation

converser sans préparation sur des sujets familiers ; faire face à la majorité des situations que l'on peut rencontrer au cours d'un voyage.

4. S'exprimer oralement en continu

raconter des expériences, des évènements.

5. Ecrire

écrire des textes sur des sujets familiers : rédaction d'un CV, d'une lettre de motivation, d'une demande de stage ou de documentation.

Références :

Textes et documents en anglais sélectionnés de différentes sources d'information se rapportant à la vie courante.

=====
Intitulé du Master : Master Physique énergétique et Energies renouvelables

Semestre : 2

Intitulé de l'UE : UEF

Intitulé de la matière : **Dynamique des fluides compressibles**

Crédits : 4

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement

Présenter d'une façon générale les écoulements des fluides parfaits compressibles, par l'introduction des différentes formules isentropiques. Introduire par la suite les notions d'ondes de chocs (de compression et de détente), ce qui permettra aux étudiants d'aborder les problèmes des écoulements complexes internes ou externes

Connaissances préalables recommandées

Contenu de la matière :

1. Rappels

Equation d'Euler; thermodynamique des gaz parfaits

2. Ecoulements stationnaires isentropiques

théorèmes d'Hugoniot, relations de Rankine-Hugoniot, écoulements avec chocs (Chocs droits et obliques), écoulements dans les tuyères Laval, écoulements sans frottement avec transfert de chaleur, écoulements avec frottement et transfert de chaleur

3. Interaction couche limite onde de choc

8. Ecoulements supersoniques, plans et Stationnaires

fonction de Prandtl, invariants de Riemann, théorie des caractéristiques.

9. Exemples

traiter les écoulements monodimensionnels instationnaires, tube de choc, tuyère convergente.

Références :

(1) ANDERSON J.D. "Modern compressible flow"

(2) ZUCKER R.D., BIBLARZ O., "Fundamentals of gas dynamics"

=====
Intitulé du Master : Master Physique énergétique et Energies renouvelables

Semestre : 2

Intitulé de l'UE : UEF

Intitulé de la matière : **Turbomachines**

Crédits : 6

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement

L'objectif de ce programme est de donner à l'étudiant la possibilité de travailler les connaissances théoriques acquises sur la transformation et la conversion de l'énergie thermique.

Connaissances préalables recommandées

Base en thermodynamique, mécanique de fluides et transfert de chaleur

Contenu de la matière :

1. Introduction

thermodynamique et mécanique des fluides de base

2. Pompes

introduction, historique, classification des pompes et domaines d'application

3. Les pompes volumétriques

classification, caractéristiques, bilan énergétique, puissances et rendements, facteurs affectant les performances.

4. Les pompes centrifuges

fonctionnement et classification, triangles des vitesses, lois de similitude, vitesse spécifique, courbes caractéristiques: caractéristique résistante, caractéristique débitante, point de fonctionnement, modification des performances, cavitation, condition d'aspiration NPSH, couplage des pompes, série et parallèle

5. Compresseurs

Introduction, classification et domaines d'application, compresseurs volumétriques (rotatifs et alternatifs): design & technologie, thermodynamique de la compression: cycle de compression, bilan énergétique: puissances et rendements, turbocompresseurs (centrifuge

et axiaux): design & technologie, processus de la compression et performances, vitesse spécifique, coefficient de débit, coefficient de pression, nombre de Mach, pompage, contrôle du pompage, performances, courbes de performances.

6. Turbines hydrauliques

introduction: Définition, classification, turbine Pelton, triangle des vitesses, pertes & performances, turbine à réaction (Francis), caractéristiques, pertes, turbine axiale (Kaplan), caractéristiques, cavitation

Travaux pratiques

- Essai sur une pompe alternative avec pompe à piston
- Essai d'une pompe centrifuge (série / parallèle)
- Essai sur ventilateur axial
- Essai sur une pompe à engrenages
- Essai sur un compresseur à doubles étages

Références :

- (1) Michel Pluviose, Conversion d'énergie par turbo-machines, éoliennes, turbines, Ellipses, 2005.
- (2) Michel Pluviose , Ingénierie des turbomachines, Circuits, vibrations, effets instationnaires et des exercices résolus, génie énergétique, Ellipses,2003.
- (3) René Bidard, Georges Bonnin, Energétique et turbo-machines, Direction des études et recherches d'électricité de France, Eyrolles,1999.
- (4) Baltaretu E., "Les pompes centrifuges", EYROLLES, 1975
- (5) Darrieus G., "Energétique et turbo-machines", EYROLLES, 1979.
- (6) Sedille M., "Ventilateurs et compresseurs centrifuges et axiaux", EYROLLES, 1973

=====
Intitulé du Master : Master Physique énergétique et Energies renouvelables

Semestre : 2

Intitulé de l'UE : UEF

Intitulé de la matière : **Hydrodynamique**

Crédits : 4

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement

Cet enseignement portera sur les bases nécessaires à la compréhension des écoulements des fluides visqueux. A l'issue de cet enseignement, les étudiants pourront aborder les problèmes de la mécanique des fluides et l'appliquer dans les autres disciplines et faire le lien avec ses implications dans les réalisations techniques des différents secteurs de l'énergétique.

Connaissances préalables recommandées

Mécanique des fluides de Licence.

Contenu de la matière :

1. Rappels des équations fondamentales de la MDF

équation de continuité, équations de Navier-Stokes, équation de la conservation de l'énergie

2. Solutions exactes simples

écoulements entre plaques planes parallèles, problèmes de Rayleigh, écoulement au voisinage d'un point d'arrêt

3. Quelques solutions approchées

forme adimensionnelle des équations du mouvement, approximation asymptotique par ordre de grandeurs, écoulement non stationnaire sur une plaque plane, écoulement à l'entrée

d'une longue conduite, écoulement induit par une plaque oscillante, lubrification d'un palier hydrodynamique

4. Ecoulements externes à des nombres de Reynolds importants

introduction, écoulement sur une plaque plane, écoulements externes

5. Couches limites pour des nombres de Reynolds importants

problème de Skan-Falkner, décollement de la couche limite, Problème de Blasius, technique de Karman-POhlhausen, jets et sillage

6. Ecoulements plans en coordonnées polaires

introduction, écoulement de Couette, écoulement de Jeffrey-Hamel, couche limite dans un convergent

7. Ecoulements axisymétriques non plans

introduction, écoulement de Poiseuille, problème du disque tournant, jet axisymétrique

8. Introduction à la turbulence

nature aléatoire de la turbulence, équations et contraintes de Reynolds, écoulement turbulent entre plaques planes fixes, couche limite turbulente sur une plaque plane.

Références :

- (1) CANDEL S., "Mécanique des fluides", DUNOD, France, 1995.
- (2) CANDEL S., "Problèmes résolus de mécanique des fluides", DUNOD, France, 1995.
- (3) COMOLET R., "Mécanique expérimentale des fluides", Masson (1982).
- (4) COUSTEIX J., "Aérodynamique, couche limite laminaire", Cepadues, Toulouse, France (1988).
- (5) PAPANASTASIOU T.C. et al., "Viscous Fluid Flow", CRC Press, 2000.
- (6) SCHLICHTING H., "Boundary layer theory", Mc GRAW HILL, 1968.
- (7) TENNEKES H., LUMLEY J.L., "A first course in Turbulence", Mit Press, 1972.(
- 8) THEODORE A.J.M.S. et al., "Fluid mechanics", Mc GRAW HILL, 1972.

=====
Intitulé du Master : Master Physique énergétique et Energies renouvelables

Semestre : 2

Intitulé de l'UE : UEF

Intitulé de la matière : Milieux poreux

Crédits : 4

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement

Les transferts de masse et de chaleur dans les milieux poreux recouvrent un très vaste domaine d'application dans notre environnement courant (vêtements, bio-technologies, habitat...), dans les systèmes industriels (réacteurs chimiques, échangeurs, filtration, ...) ou dans l'étude de la pollution dans les sols. Le concept de «milieu poreux» a été introduit par Darcy (1856) qui a établi une relation empirique (la loi de Darcy), basée sur de nombreuses expériences, afin de décrire l'écoulement d'un liquide à travers un empilement de particules solides. L'objectif est de savoir effectuer des calculs d'écoulements de fluides simples et complexes dans différents types de milieux poreux naturels. Les fluides sont considérés comme phases continues. Ce cours apporte les notions indispensables au développement de codes de calculs ou à l'utilisation de logiciels commercialisés.

Connaissances préalables recommandées

Transfert de chaleur et de masse, mécanique des fluides acquis en Licence

Contenu de la matière :

Structure et propriétés des matériaux poreux: structure et classification, porosité, surface, spécifique, perméabilité, propriétés mécaniques des milieux poreux.

Statique des fluides dans les milieux poreux: saturation, théorie de la capillarité, fluides en équilibre.

Écoulements monophasiques: Lois de la filtration, Description macroscopique des phénomènes de transport en milieux poreux. **Écoulements laminaires:** mesure de la perméabilité, extensions de la loi de Darcy, Convection forcée externe et dans les conduites, convection naturelle, convection thermosolutale

Écoulements polyphasiques: Propriétés interfaciales, drainage et inhibition, concept de perméabilités relatives, équations fondamentales des écoulements polyphasiques, étude analytique d'écoulements unidirectionnels ; calcul et méthodes de mesures des perméabilités relatives.

Références :

- (1) KAVIANY, M , "Porous Media: Theory and Experiments".
- (2) MICHAEL W., "Porous Media: Theory, Experiments and Numerical Applications"
- (3) DINCER I., "Principles of Heat Transfer in Porous Media"
- (4) SUKHATME, S P , "Principles of Heat Transfer in Porous Media".

=====
Intitulé du Master : Master Physique énergétique et Energies renouvelables

Semestre : 2

Intitulé de l'UE : UEM

Intitulé de la matière : **Automatisme et régulation**

Crédits : 5

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement

Présentation des systèmes asservis linéaires ainsi que les différentes techniques de régulation industrielles

Connaissances préalables recommandées

aucune prérequis nécessaire.

Contenu de la matière :

1. Généralités sur les systèmes asservis

définitions, intérêt de l'asservissement, classification des systèmes ; schémas fonctionnels

2. Etude générale des systèmes asservis

introduction, équations différentielles linéaires et non linéaires, linéarité des systèmes, systèmes du premier ordre, systèmes du second ordre

3. Transformation de Laplace

introduction, la transformation de Laplace

4. Stabilité

définition de la stabilité, critères de stabilité, critère de Routh, critère de Hurwitz

5. Fonction de transfert

définition de la fonction de transfert, propriétés de la fonction de transfert

6. Critères graphiques de stabilité

critère de stabilité de Nyquist, diagramme de Bode, analyse par les abaques de Nichols

7. Précision des systèmes asservis

Définitions, précision dynamique, précision statique

8. Corrections des systèmes asservis

corrections spécifiques P, PI, PD, PID, interaction entre intégrale et dérivée, correction classique, détermination des paramètres de correction

9. Apport électronique en contrôle et régulation

électronique, outil dans l'industrie moderne, les éléments de base des systèmes

électroniques

10. Instrumentation et mesures

traitement de l'information: les signaux dans l'instrumentation, nature et génération des signaux, traitement des signaux

mesures et appareils de mesure: généralités sur les mesures, les appareils de mesures indicateurs, les appareils de mesures enregistreurs

11. Les méthodes de mesure

Les mesures en courant continu, les mesures en courant alternatif, les mesures des grandeurs thermiques

12. Les capteurs

généralités, capteurs dimensionnels, capteurs de grandeurs mécaniques, capteurs optiques, capacitifs, inductifs

Travaux pratiques

- Automatismes logiques : programmation sur automate, schémas à contact de GRAFCET.
- Etude d'un régulateur (actions P, PI, PD, PID).
- Etude d'un organe de commande (vanne, ...).
- Etude d'une boucle : influence du gain, de l'action intégrale, de l'action dérivée, stabilité.
- Conduite automatisée d'installations pilotées par un système numérique de contrôle commande.
- Simulation numérique sur micro-ordinateur de procédés et de boucles de régulation.

Références

- (1) Michel G., "Instrumentation Industrielle, Spécification et installation des capteurs et des vannes de régulation", DUNOD, 2002.
- (2) Massieu D., "Modélisation et analyse des systèmes", BROCHE, 1998.
- (3) Villain M., "Systèmes asservis linéaires: Automatique 2", BROCHE, 1998.

=====
Intitulé du Master : Master Physique énergétique et Energies renouvelables

Semestre : 2

Intitulé de l'UE : UEM

Intitulé de la matière : **Electronique et Electrotechnique appliquées**

Crédits : 4

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement

L'objectif est de fournir les connaissances en électrotechnique et électronique, appliquées à l'énergétique, en particulier aux moteurs thermiques, aux machines thermiques, aux turbomachines, aux installations énergétiques industrielles, aux systèmes d'acquisition et de mesures, aux systèmes et aux procédés de transformation et de production de l'énergie.

Connaissances préalables recommandées

Aucune prérequis nécessaire

Contenu de la matière :

Partie A : Electronique appliquée

1. Rappels sur les grandeurs électriques

Loi d'Ohm et de Kirchhoff

2. Théorèmes de réseaux

Superposition, théorème de Thevenin, théorème de Norton, théorème de Millman, théorème de Kennely

3. Réponse des circuits RC et en série

4. Les quadripôles

différents types de quadripôles, paramètres d'un quadripôle, schémas équivalents, association des quadripôles, impédance d'entrée et de sortie d'un quadripôle, généralités sur les filtres

5. Physique des éléments semi-conducteurs

théorie des semi-conducteurs, jonction P-N, diode dans les circuits, utilisation de la diode (redressement), diode Zener, transistor (fonctionnement, caractéristiques), thyristor, Triac

6. Amplificateur à transistors

principe de l'amplificateur, étude de l'amplificateur (en régime statique et dynamique), étude d'un amplificateur de puissance (push-pull), étude d'un amplificateur de différence

7. Amplificateur à circuit intégré linéaire

étude de l'amplificateur opérationnel, application de l'amplificateur opérationnel (inverseur, sommateur)

8. Convertisseurs et électronique numérique

Convertisseurs analogiques numériques, convertisseurs numériques analogique, portes, bascule, compteurs, ...

Travaux pratiques

- Mesures des grandeurs électriques.
- Etude et mesure des circuits en courant continu, alternatif et triphasé.
- Mesure de la charge électronique pour essai dynamique.

Partie B : Electrotechnique appliquée

1. Classification des machines électriques

machines électriques à courant continu, machines électriques à courant alternatif

2. Les matériaux

Conducteurs, isolants, magnétique

3. Machines à courant continu

Description, principe de fonctionnement (génératrice et moteur), différents modes d'excitation, bilan énergétique et rendement, démarrage et freinage, régulation de la vitesse, moteurs séries (moteurs universels), domaine d'utilisation

4. Le courant alternatif et les systèmes triphasés

f.e.m triphasées, schéma de connexion des circuits triphasés, paramètres simples et composés, connexion étoile-étoile et connexion étoile triangle, puissances, active, réactive et apparente

5. Machines à courant alternatif

- les transformateurs monophasés: description, principe de fonctionnement, schéma équivalent, régimes de fonctionnement, bilan énergétique de rendement
- les transformateurs triphasés: types de connexion et groupes, différents types de transformateurs, moteurs asynchrones: description, principe de fonctionnement, bilan énergétique et rendement, caractéristiques mécaniques, démarrage et freinage, régulation de la vitesse, domaines d'utilisation, machines synchrones (alternateurs-moteurs)

Travaux pratiques

- Etude des moteurs à courant continu.
- Etude des moteurs asynchrone

Références

- (1) BOITIAUX B., "Cours d'électronique", EYROLLES, 1999
- (2) BOUCHARD R.P., Olivier G., "Circuits et machines électriques", LAVOISIER, 1995
- (3) KAUFMAN M., "Electronique : Les composants", MC GRAW HILL, 1971
- (4) KAUFMAN M., "Electronique: Les circuits composés",
- (5) MAYE P., "Moteurs électriques industriels", DUNOD, 2005

=====
Intitulé du Master : Master Physique énergétique et Energies renouvelables

Semestre : 2

Intitulé de l'UE : UEM

Intitulé de la matière : Combustion

Crédits : 1

Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement :

Cet enseignement fait partie des bases de la spécialité. Il devra donc apporter aux étudiants les bases physiques nécessaires pour comprendre les phénomènes de combustion et le fonctionnement des installations, mais également le savoir-faire pratique leur permettant de s'intégrer rapidement dans le secteur professionnel concerné. L'étudiant devra connaître les différents combustibles, leurs modes de combustion et de mise en oeuvre, leurs impacts environnementaux, avoir des notions de niveau opérationnel sur les différents appareillages (fours, foyers, brûleurs, chambres de combustion, ...) et les moyens de mesure et de réglage.

Connaissances préalables recommandées :

Thermodynamique, Transfert de chaleur et de masse acquis en Licence.

Contenu de la matière :

1. Les combustibles

Les combustibles industriels et domestiques ; Origine, traitement, acheminement, stockage ; Caractéristiques et normes. ; Prix de revient.

2. La combustion - notions théoriques

Cinétique de réaction ; Application du deuxième principe ; Inflammation : limites, délais, réaction en chaîne ; Problèmes volumétriques de la combustion : combustion oxydante incomplète, diagrammes de combustion, vitesse de déflagration, pouvoir calorifique, mesures.

3. La combustion - notions pratiques

Description d'une combustion: succession ou simultanéité des phénomènes fondamentaux : évaporation, dissociation, mélange et oxydation ; Applications à la combustion des gouttes et des solides ; Flamme industrielle: flamme de prémélange, flamme de diffusion, caractère autoentretenu, formation du carbone, origine de la luminosité des flammes, excès d'air, définition et modes de calculs, détermination à partir des produits de la combustion, analyse des fumées, produits de combustion et polluants.

4. Applications

Effet thermique ; Application du premier principe pour l'évaluation indirecte des chaleurs de réaction, calcul de la température de flamme ; Phénomène de dissociation ; Effet du préchauffage ou de l'enrichissement en oxygène ; Rendement énergétique des foyers ; Etablissement des bilans thermiques à partir de l'analyse des produits de combustion.

5. Description des fours et foyers

Foyers à parois chaudes à faible flux thermique (fours) ; Foyers à parois froides à haut flux thermique (chaudières).

6. Bilans thermiques dans un foyer

Charges thermiques, rendements, les différents types de pertes ; Contrôle de la combustion par analyse des produits de la combustion.

7. Échanges de chaleur dans un foyer

Foyer isotherme ; Modélisation de Hottel ; Facteur émissif des gaz et des suies ; Facteurs de forme ; Rôles des réfractaires dans les fours.

8. Aérodynamique dans une enceinte

Impulsion, jet libre et confiné, longueur de flamme ; Recirculation, son influence sur l'auto-entretien de la combustion et sur les échanges thermiques ; Interaction entre brûleur et foyer ; Modulation de la flamme, tuyère à double impulsion, exemples de tuyères mixtes ; Stabilisation des flammes: pilotage au gaz, à l'oxygène, ouverture, obstacles et mise en rotation ; Nouvelles technologies de brûleurs.

Références

- (1) B. Heywood, John, "Internal combustion engine fundamentals", Mc Graw Hill, 1989..
- (2) K. Law, Chung, "Combustion physics", Cambridge University Press, 2006.
- (3) K. Oppenheim, "Combustion in piston engines, Springer Verlag, 2004.
- (4) Philippe Arquès, "Moteurs alternatifs à combustion interne", Ellipses, 2000.
- (5) Philippe Arquès, "Combustion, inflammation, combustion pollution, applications générales", Ellipses, 2004

=====
Intitulé du Master : Master Physique énergétique et Energies renouvelables

Semestre : 2

Intitulé de l'UE : UED

Intitulé de la matière : **Communication - bureau d'études**

Crédits : 1

Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement

La connaissance du monde de l'entreprise nécessite d'aborder les bases générales de la communication, de l'économie et du bureau d'études.

Connaissances préalables recommandées

aucune prérequis nécessaire

Contenu de la matière :

COMMUNICATION

Analyse critique de documents, recherche d'informations.

Expression écrite : élaboration d'un dossier, ...

Ouverture culturelle : traitement de questions d'actualité, ...

Rédaction de comptes-rendus, de rapports, de résumés, ...

INITIATION A L'ECONOMIE

Démographie : population active, groupes socioprofessionnels.

Activités économiques.

Types d'entreprises.

Organisation fonctionnelle dans l'entreprise.

Entreprise et ses partenaires économiques.

Evolution des industries des procédés nationales et internationales : sociétés, regroupements.

Economie et stratégie d'entreprise.

Gestion technico-économique.

Evaluation économique d'un procédé.

BUREAU D'ETUDES

Etude de cas : détermination d'un cahier des charges - Résolution de problèmes concrets (implantation, démarrage, modification).

Etude de procédés : Recherche bibliographique ; Economie d'énergie ; Sécurité ; environnement ; Schéma de principe ; Choix des appareils (matériaux, dimensionnement) ; Automatisation (choix des boucles) ; Normes et réglementation d'implantation ; Schéma de procédé ; Schéma détaillé.

Références :

- (1) Etudes d'économie sociale, théorie de la répartition de la richesse sociale Oeuvres économiques complètes, Economica, 1992.

- (2) Bureaux d'études techniques, cabinets d'ingénieurs-conseils, sociétés de conseil, Convention Collective, Ministère des Affaires Sociales, Journal Officiel De La République Française 2005.
- (3) Charles Antonelli, Fernand Ranchoux, Technologie et documents à l'usage des dessinateurs de bureaux d'études pétrole et pétroléochimie, Technip, 2009.
- (4) Louis-André Varet, Economie publique études et recherches, méthodes d'évaluation économique des biens environnementaux, De Boeck, 1998.
- (5) Thierry Libaert, Le plan communication, Définir et organiser votre stratégie de communication, Fonctions de L'entreprise, Dunod, 2008.
- (6) Almeida Libaert, Communication interne de l'entreprise, Dunod, 2007.

=====
Intitulé du Master : Master Physique énergétique et Energies renouvelables

Semestre : 2

Intitulé de l'UE : UET

Intitulé de la matière : Anglais 2

Crédits : 2

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement

Ce module a comme objectif d'acquérir des connaissances linguistiques techniques nécessaires pour communiquer avec les gens de la même spécialité et pouvoir présenter son travail dans les conférences et colloques internationaux, et bien entendu pouvoir utiliser la vaste documentation disponible en langue anglaise. L'étudiant va pouvoir élargir son cercle de lecture et de communication vers le monde technique anglo-saxon.

Connaissances préalables recommandées

Anglais 1 du semestre S1 de la première année master

Contenu de la matière :

ECOUTER

comprendre des conférences, suivre une argumentation, des émissions de télévision, des films en langue standard.

LIRE

comprendre des articles, des rapports généraux ou scientifiques, un texte littéraire contemporain en prose.

PRENDRE PART A UNE CONVERSATION

communiquer spontanément et aisance avec un locuteur natif, présenter et défendre mes opinions.

S'EXPRIMER ORALEMENT EN CONTINU

s'exprimer de façon claire et détaillée sur divers sujets, présenter son stage en entreprise.

ECRIRE

pouvoir écrire des textes clairs et détaillés sur divers sujets généraux ou scientifiques: faire une présentation d'une réaction ou d'un procédé ou d'un appareil, résumer ou reformuler un document, traduire un document de spécialité à partir du français ou de l'anglais, rédiger un abstract ou un compte-rendu scientifique, rédiger un mode opératoire, décrire un procédé.

Références :

- (1) Dictionnaires Techniques
- (2) Textes techniques sélectionnés de différentes sources en relation avec la spécialité
- (3) Gérard Barbottin, "Rédiger des textes scientifiques et techniques en français et en anglais", Insep Consulting, 2003

=====
Intitulé du Master : Master Physique énergétique et Energies renouvelables

Semestre : 3

Intitulé de l'UE : UEF

Intitulé de la matière : **Ecoulements et transferts diphasiques**

Crédits : 6

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement

Cet enseignement a pour but de donner au futur diplômé des outils de modélisation et de dimensionnement d'installations thermohydrauliques où interviennent des écoulements liquide-vapeur (ébullition et condensation). Cet enseignement est centré sur la formulation et la résolution des équations de conservation de la masse, quantité de mouvement et d'énergie pour les écoulements diphasiques avec changement de phase. Des modélisations des termes de transfert de chaleur et de masse en ébullition, condensation, évaporation sont présentées et permettent d'effectuer un premier dimensionnement d'échangeurs diphasiques dans des géométries simples.

Connaissances préalables recommandées

Transferts thermiques Transferts massiques du semestre S1 du M1.

Contenu de la matière :

1. Ebullition en vase

transfert de chaleur en ébullition ; types de processus et genres d'ébullition, facteurs favorables à la formation des bulles, conditions d'équilibre à l'interface liquide vapeur, surchauffe et flux de chaleur nécessaire pour la formation de bulles de vapeur, corrélations utilisées en ébullition.

1. Ebullition dans les conduites

Régimes d'ébullition ; modèles d'évaluation du coefficient de transfert

2. Ecoulements à deux phases

définitions de base ; diagramme d'écoulements ; régimes d'écoulements ; Notion de volume élémentaire diphasique ; formulation globale ; formulation locale ; équations d'interface.

3. Modèles d'écoulements séparés

équations de continuité, de la quantité de mouvement et d'énergie

4. Modèles d'écoulements homogènes

équations, relation entre la qualité et la fraction du vide ; ébullitions saturée et locales ; pertes de pression pour un écoulement à une phase et à deux phases, écoulement laminaire et turbulent.

Références

- (1) BERTHOUD G., "Thermohydraulique multiphasique", document de cours, ENSPG, France, 1993
- (2) FEIDT M., "Transfert de chaleur et de matière avec changement de phase", Pont à Mousson, France, 1990
- (3) WHALLEY P. B., "Boiling condensation and gas-liquid flow", Oxford, 1987.
- (4) NECATI Özişik M., " Heat transfer, a basic approach", Mc Graw-Hill Inc, 1985.

=====
Intitulé du Master : Master Physique énergétique et Energies renouvelables

Semestre : 3

Intitulé de l'UE : UEF

Intitulé de la matière : **Turbulence**

Crédits : 6

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement

Les manifestations de la turbulence sont d'une extrême diversité dans la nature (vents atmosphériques, courants marins, circulations gazeuses autour de planètes, ...) et dans le monde industriel (génie chimique, pétrolier, nucléaire, en hydraulique, aéronautique, énergétique et thermique, ...). La prédiction et la compréhension physique de la turbulence sont donc primordiales dans de nombreux domaines de la mécanique des fluides. Dans cette matière une introduction générale aux écoulements turbulents est présentée avec une approche sur la modélisation utilisée pour les écoulements incompressibles.

Connaissances préalables recommandées

Mécanique des fluides de première année Master

Contenu de la matière :

Concepts généraux de la mécanique des fluides ; transition, apparition de la turbulence, description et caractéristiques générales d'un écoulement turbulent ; cascade d'énergie ; échelles caractéristiques turbulentes, échelle de Kolmogorov ; Equations de Reynolds moyennées (tenseur de Reynolds) ; équations de transport pour les tensions de Reynolds problème de fermeture de la turbulence; énergie cinétique turbulente et taux de dissipation (k, ϵ) ; couche limite dynamique turbulente ; Jets et sillages; Traitement proche paroi, Introduire la modélisation (Hypothèse de Boussinesq, longueur de mélange). Exemples : traiter les écoulements turbulents incompressibles pour des conduites à section variable

Références :

- (1) COUSTEIX J., "Turbulence et couche limite", Cepadues, Toulouse, 1989.
- (2) COUSTEIX J., B. AUPOIX, "Modèles de turbulence : principes et applications", 16^e Congrès Canadien de Mécanique Appliquée, Quebec, Canada, 1997.
- (3) CEBECI T., SMITH M. O., "Analysis turbulent boundary layers", Academic Press.Inc, 1974.
- (4) Chassaing P., "Mécanique des fluides, Elément d'un premier parcours ", Collection polytech de l'I.N.P. de Toulouse, CEPADUES EDITIONS, 2000
- (5) Sites Internet : <http://lmd.upmc.fr> // <http://www.tfd.chalmers.se>

=====
Intitulé du Master : Master Physique énergétique et Energies renouvelables

Semestre : 3

Intitulé de l'UE : UEF

Intitulé de la matière : **Instabilité hydrodynamique et traitement du signal**

Crédits : 6

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement :

Donner une introduction aux mécanismes physiques d'instabilités hydrodynamiques et aux techniques les plus utilisées pour leurs analyses. Application du traitement du signal pour l'analyse et l'interprétation des données de la turbulence, du chaos et des instabilités physiques.

Connaissances préalables recommandées :

Mécanique des fluides de la première année Master

Partie A : Instabilités hydrodynamiques

Exemple de mécanismes d'instabilité et transition vers la turbulence ; Instabilités Rayleigh-Bénard ; Instabilités centrifuges dans l'écoulement de Taylor-Couette ; Instabilité de Kelvin-

Helmholtz ; Définition de stabilité (Liapounov, asymptotique, Globale, etc...) ; Analyse de stabilité linéaire en modes normaux (Application à l'instabilité de Rayleigh-Bénard et celle de Kelvin-Helmholtz) ; Eléments de la théorie des systèmes dynamiques, bifurcations ; Instabilités secondaires : Instabilités de compression/dilatation et zigzag.

Partie B : Traitement du signal

I. SIGNAUX A TEMPS CONTINU

1) Introduction : Définition d'un signal, Notation et représentation, Exemples de signaux de nature physique, Classification des signaux : signaux déterministes et signaux aléatoires, signaux à temps continu (ou analogiques) et signaux à temps discret. 2) Puissance et énergie. 3) Signaux particuliers : fonction signe, Echelon, Rampe, Impulsion de Dirac, Peigne de Dirac, Sinus cardinal, Fonction exponentielle complexe, Fenêtres temporelles (rectangulaire, triangulaire, ...). 4) Produit de convolution : Définition, Propriétés, Interprétation physique, Fonctions de corrélation, Définition, Propriétés, Relation corrélation-convolution, Interprétation physique. 4) Représentation fréquentielle, Transformée de Fourier : Rappel, Spectre d'amplitude et spectre de phase, Densité spectrale d'énergie et de puissance, Cas des signaux périodiques : Spectre de raies 5) Echantillonnage régulier, Modélisation par peigne de Dirac, Effet de l'échantillonnage dans le domaine fréquentiel

II. SIGNAUX A TEMPS DISCRET

1) Introduction : Définition, Notation et représentation, Exemples de signaux discrets. 2) Puissance et énergie. 3) Signaux particuliers : Echelon, Rampe, Impulsion unité, Fonction exponentielle complexe, Fenêtres temporelles (rectangulaire, triangulaire, ...). 4) Produit de convolution : Définition, Propriétés, Interprétation physique, Fonctions de corrélation, Définition, Propriétés, Relation corrélation-convolution, Interprétation physique. 5) Transformée de Fourier à temps discret : Définition, Propriétés, Spectre d'amplitude et spectre de phase, Densité spectrale d'énergie et de puissance. 6) Transformée de Fourier discrète : Définition, Calcul rapide : transformée de Fourier rapide (FFT). 7) Simulations, Calcul de spectres de signaux par Transformée de Fourier rapide

Références

- (1) WYLIE E. B et STREESTER V. L., "Fluid transients", McGraw Hill, 1978.
- (2) Hilborn R.C., "Chaos and nonlinear dynamics", Qxford University Press, 1994.
- (3) Dang-Vu H., Delcarte C., "Bifurcations et chaos", Ellipses Edition Marketing, 2000
- (4) BEJAN A., "Convection heat Transfer", New York, 1984.
- (5) P. Gaillard, R. Lengelle, Analyse et traitement du signal, Ellipses, 2006
- (6) Tahar Neffati, Traitement du signal analogique, Exercices et problèmes résolus, Ellipses, 2004.
- (7) Michel Barret, Traitement statistique du signal, Ellipses, 2009.
- (8) Maurice Bellanger, Traitement numérique du signal, Théorie et pratique, Dunod, 2006.

=====
Intitulé du Master : Master Physique énergétique et Energies renouvelables

Semestre : 3

Intitulé de l'UE : UEM

Intitulé de la matière : **Méthodes numériques et Outils de simulation**

Crédits : 5

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement

Donner aux étudiants les bases de la méthode des différences finies et des volumes finis pour leurs applications directe dans la mécanique des fluides et le transfert thermique. Ces méthodes seront présentées de façon à donner des concepts faciles à la mise en oeuvre d'un programme de simulation numérique d'un écoulement bidimensionnel laminaire ou turbulent. Introduire la simulation sous forme de cours, en utilisant la technique CFD et le code Fluent. Ce code permet de simuler tout type d'écoulements même les plus complexes,

utilisant la méthode des volumes finis. Ce code permet à l'étudiant à travers une interface graphique très simple de visualiser les paramètres de l'écoulement et de comprendre de plus en plus les phénomènes qui s'ensuivent

Connaissances préalables recommandées

Mécanique des fluides, transferts thermiques.

Contenu de la matière :

Partie 1 : Méthode numérique

1. Méthode des différences finies

résolution des équations différentielles partielles EDP : principe, méthode explicite, méthode implicite, méthode centrée..

2. Méthode des volumes finis

Formulation intégrale exacte de l'équation advection diffusion ; Résolution approchée de l'équation intégrée ; Notion de volumes de contrôle et de conservation de flux ; Etude préalable en géométrie unidimensionnelle dans les conditions stationnaires ; Discrétisation de l'équation intégrée ; Discrétisation des conditions aux limites ; Passage en géométrie bidimensionnelle (maillage variable) ; Schémas dans le temps (explicite, implicite) ; Application de la méthode aux problèmes de mécanique des fluides: Condition de résolution d'un problème, Notion de maillage décalé, Définition des noeuds de vitesse et de pression ; Etude des écoulements laminaires à partir des équations de Navier Stokes ; Discrétisation des équations de conservation; Algorithmes SIMPLE et SIMPLER ; Méthode de résolution des systèmes d'équations.

TP méthode numérique:

conception et réalisation d'un logiciel de calcul de résolution d'une EDP par les méthodes des différences finies et des volumes finis, réalisation en quatre étapes: analyse du problème physique, mise en équation de la méthode numérique, préparation à la programmation (cahier de charge), programmation, tests.

Partie B : Outils de simulation

Présentation générale de Fluent, le préprocesseur Gambit (Géométrie, présentation des différents types de maillages, contrôle et exportation du maillage vers Fluent) ; Procédure de solution avec Fluent, l'option du solveur (coupled et segregated), propriétés du fluide, schéma de discrétisation, conditions aux limites, conditions initiales, moniteurs de convergence, exécution de la simulation, analyse des résultats avec vérification (contrôle de la convergence, stabilité), affichage et présentation des graphes

Références

- (1) Euvrard D., "Résolution des équations aux dérivées partielles de la physique, de la mécanique et des sciences de l'ingénieur", Masson, Paris, 1994.
- (2) JALURIA Y., TOTTANCE K.E., "Computational heat transfer", Hemisphere publishing corporation, Springer-Verlag, 1986.
- (3) K. G. POWELL et al., Computational fluid dynamics-Towards a genuinely multi-dimensional upwind scheme, USA, Lecture series 1990-03
- (4) S. V. PATANKAR, Numerical heat transfer and fluid flow, H. P. Corporation, USA, 1980.
- (5) M. PERIC et G. SCHEUERER, Cast-finite volume method for predicting two-dimentional flow and heat transfer phenomena, GRS-Technische notiz-SRS 89- 01, 1989.

=====
Intitulé du Master : Master Physique énergétique et Energies renouvelables

Semestre : 3

Intitulé de l'UE : UEM

Intitulé de la matière : Isolation et efficacité thermique

Crédits : 2

Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement

L'objectif visé est d'identifier les évolutions et sauts technologiques en matière d'amélioration de la performance énergétique des bâtiments. C'est-à-dire, découvrir les techniques et les stratégies de construction à haute efficacité et améliorer la rénovation énergétique des bâtiments. L'utilisation de ces techniques permet de réduire les consommations d'énergie des bâtiments par une approche essentiellement bioclimatique comme les maisons solaires par exemple. En conclusion, à l'issus de cette formation, l'étudiant aura des compétences dans le domaine de performance énergétique des bâtiments qu'est gouvernée par 5 axes principaux: les produits d'isolation, l'inertie thermique, les équipements, l'énergie solaire, fenêtres et vitrage.

Connaissances préalables recommandées

Transferts Thermiques (conduction, convection, rayonnement) ; Thermodynamique ; Conversion d'énergie.

Contenu de la matière :

1. Produits d'isolation

isolants sous vide et nanostructurés, isolants bio-sources et solution bioclimatique, produits minces réfléchissants, en complément d'isolation.

2. Inertie thermique

utilisation des matériaux à changement de phase dans les systèmes de climatisation d'été et le chauffage d'intersaison (utilisation de la différence de température diurne).

3. Stockage thermique

étude des matériaux favorisant l'accumulation de chaleur.

4. Fenêtres et vitrage

double et triple vitrage, suppression du pont thermique, étanchéité.

Références :

- (1) Dean Hawkes, Wayne Forster, Arup Partnership, "Energy Efficient Buildings: Architecture", Engineering, and the Environment, W. W. NORTON & COMPANY, 2003.
- (2) "Building Energy Efficiency", United States Government Printing, 1992.
- (3) Gail Greenberg, "Energy Efficient Building Handbook", BUSINESS COMMUNICATIONS CO INC, 1981.
- (4) Eric Hirst, "Energy Efficiency in Buildings: Progress and Promise", AMER COUNCIL FOR AN ENERGY, 1986.

=====
Intitulé du Master : Master Physique énergétique et Energies renouvelables

Semestre : 3

Intitulé de l'UE : UEM

Intitulé de la matière : **Chauffage et climatisation**

Crédits : 2

Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement

Techniques de traitement de l'air, installations de chauffage et de climatisation et le confort humain

Connaissances préalables recommandées

Thermodynamique, transfert de chaleur et mécanique des fluides

Contenu de la matière :

1. Propriétés de l'air humide et processus de conditionnement

introduction et définitions, paramètres fondamentaux, température humide et température sèche, diagramme H-X pour l'air humide, processus classique de l'humidification de l'air.

2. Transfert de chaleur et de masse

équation de transfert de chaleur et de masse, psychromètre, autres mesures d'humidité,

...

3. Transfert de chaleur dans les habitations

différents modes de transfert de chaleur (rappel), coefficient de transfert de chaleur, températures extérieures et intérieures de base, calcul des déperditions et des apports de chaleur, méthode des degré-jour, calcul de la consommation du combustible.

4. Confort et santé

notions sur les considérations physiologiques, indices d'environnement, conditions de confort, contrôle des odeurs et traitement de l'air.

5. Apports frigorifiques

définitions: gain de chaleur, charge frigorifique, débit d'extraction de chaleur, températures intérieures et extérieures de base, apports de chaleur dus aux infiltrations, apports de chaleur à travers les murs extérieurs et le toit, apport de chaleur dus aux sources internes, bilan des apports et charges frigorifiques

6. Chauffage central

équation de l'énergie (rappel), pompe centrifuge, circulateurs, calcul des conduites et des éléments principaux

7. Conditionnement d'air

Généralités, systèmes, régime (hivers été), calcul des éléments principaux, tour de refroidissement.

8. Chauffage par pompe à chaleur

généralités, calcul des éléments principaux

9. Chauffage et climatisation par énergie solaire

chauffage par capteurs plans, concentration solaire, stockage par matériaux à changement de phases

Références :

- (1) BELAKHOWSKY S., "Chauffage et climatisation", TECHNIQUE ET VULGARISATION, 1974
- (2) BELAKHOWSKY S., "Chauffage Et Climatisation. Dossier Solaire", BORDAS, 1980
- (3) BOUIGE R., "Traité Pratique De Chauffage. Chauffage, Ventilation, Climatisation", BAILLIERE, 1976
- (4) COUILLARD D., "Traite du bâtiment chauffage ventilation climatisation économies d'énergie énergie solaire pompes à chaleur", EYROLLES, 1984
- (5) KREIDER E.D., "Handbook of Heating, Ventilation & Air Conditioning", CRC PRESS, 2001
- (6) PESSEY C., "Chauffage et climatisation", FLAMMARION, 2000

=====
Intitulé du Master : Master Physique énergétique et Energies renouvelables

Semestre : 3

Intitulé de l'UE : UED

Intitulé de la matière : **Hygiène et sécurité industrielle**

Crédits : 1

Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement

Initiation aux risques des procédés de production et du milieu industriel afin de les identifier et d'adapter les actions de prévention, d'hygiène et de sécurité du travail.

Connaissances préalables recommandées

Contenu de la matière :

1. Rappels généraux sur les formes courantes de la matière

solides, liquides, gaz, importance du changement de volume ou de pression lors de la formation de vapeurs ou de gaz.

2. Les bases de la sécurité des procédés

Introduction aux notions de base : Les notions de danger, de risque, d'accident ; Les notions d'énergie, de potentiel, de puissance

3. Le risque thermique

chaleur de réaction, vitesse et puissance thermique, l'emballement réactionnel, influence de la température, le diagramme de Sémenov, puissance thermique et puissance de refroidissement, limites techniques de la sécurité thermique, réactions secondaires et réactions de décomposition, matière condensée et matière gazeuse, volumes et pressions générés par décomposition de la matière.

4. Evaluation des risques thermiques

Les risques liés aux stocks (solides, liquides, gaz), stabilité des produits, influence de la présence d'impuretés, conséquences du vieillissement selon la nature des produits, les risques liés aux réactions, emballement réactionnel: débordement, montée en pression, génération de gaz, explosion mécanique, inflammation, explosion chimique, génération de produits corrosifs ou toxiques, les risques liés aux gaz. Limites d'inflammabilité, combustion, déflagration, détonation, résistance des bâtiments, gaz corrosifs et toxiques, importance de la taille des installations.

5. Notions de base sur les techniques d'évaluation des risques chimiques

les méthodes thermochimiques, présentation rapide des méthodes de détermination de la stabilité thermique: DSC, calorimétrie calvet, calorimétrie de réaction, calorimétrie adiabatique.

6. Maîtriser la réaction chimique

l'importance de la gestion de la réaction chimique, choix d'un procédé, continu ou discontinu, batch ou semi-batch, les marges de sécurité: taille des installations, sécurité passive et sécurité active, évaluation des temps d'intervention disponibles, choix des moyens d'intervention, principales erreurs à éviter dans la conduite d'un procédé semu-batch.

7. Aspects techniques de la sécurité des procédés

les risques liés aux atmosphères explosives, limites d'explosivité.

8. Mesures de réduction des risques

Les mesures de prévention, capteurs : temps de réponse, représentativité des données.

Références :

- (1) M. Laille, L'hygiène et la sécurité dans les collectivités territoriale, Le Moniteur, 2007.
- (2) Hygiène et la sécurité dans l'entreprise, Dalloz, 1991.
- (3) Jacques Pluyette, Hygiène et sécurité, Technique Et Documentation, 1999.
- (4) Jacques Pluyette , J.P. Peyrical, Hygiène et sécurité, Technique Et Documentation, 1997
- (5) R. Dupont, Sécurité industrielle, Economica, 1999.
- (6) Reynolds Joseph, Sécurité Industrielle - De La Prévention Des Accidents À L'organisation Des Secours, Polytechnica, 1993.

=====
Intitulé du Master : Master Physique énergétique et Energies renouvelables

Semestre : 3

Intitulé de l'UE : UED

Intitulé de la matière : Corrosion et protection

Crédits : 1

Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement

Ce module permet de connaître et de maîtriser les différents paramètres influant sur la dégradation des matériaux. Il a pour objectifs : 1-Contrôle et maîtrise des effets de la corrosion sur les ouvrages métalliques, en particulier ceux de transport, 2-Acquisition des connaissances sur les méthodes de protection et de lutte contre la corrosion des différents ouvrages, 3-Prévention contre la corrosion dans le cas des ouvrages de transport, 4-Etude et planification des travaux de protection, 5-Acquisition des connaissances sur toutes les méthodes de laboratoire pour évaluer la vitesse de corrosion

Connaissances préalables recommandées

aucune prérequis nécessaire

Contenu de la matière :

- 1- Coût de la corrosion.
- 2- Les différentes modes de corrosion.
- 3- Diagrammes de Pourbaix.
- 4- Corrosion et métallurgie.
- 5- Facteurs de corrosion.
- 6- Milieux corrodants.
- 7- Spectroscopie d'impédance électrochimique.
- 8- Corrosion par l'eau de mer.
- 9- Corrosion par le sol.
- 10- Méthodes de protection: a- Protection électrochimiques, b- Protection par revêtement, c- Protection par les inhibiteurs.
- 11- Calcul de dimensionnement.
- 12- Planification d'un projet d'étude de la corrosion dans l'industrie du pétrole.

Travaux pratiques:

- 1- Mesure de la résistivité du milieu.
- 2- Mesure de la vitesse de corrosion par :
 - a- Gravimétrie,
 - b- Electrogravimétrie.
- 3- Droites de Tafel. .

Références :

- (1) John Christopher Scully, Corrosion protection principes fondamentaux, Masson, 1995.
- (2) La corrosion et la protection des aciers dans le béton, Presses de l'Ecole nationale des ponts et chaussées, 1998

=====
Intitulé du Master : Master Physique énergétique et Energies renouvelables

Semestre : 3

Intitulé de l'UE : UET

Intitulé de la matière : **Initiation à la recherche**

Crédits : 1

Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement

Ce cours vise à permettre à l'étudiant de se familiariser avec les concepts fondamentaux et les techniques de base ainsi que les outils de la recherche scientifique. Il s'agit donc de permettre à chaque étudiant de développer à partir d'une problématique tirée de la pratique, une méthodologie, puis des résultats d'évaluation afin de construire un travail de recherche sur la norme. Au terme de ce parcours, l'étudiant devrait être en mesure d'élaborer, planifier et conduire de manière autonome un travail de recherche d'une certaine ampleur : un mémoire de master puis une thèse de doctorat.

Connaissances préalables recommandées

Aucune prérequisse nécessaire.

Contenu de la matière :

1. L'éthique de la recherche scientifique.
2. Les sources de l'information scientifique.
3. Les étapes d'un projet de recherche :
 - Cerner le problème et formuler les objectifs.
 - Planifier et modéliser sa recherche : élaborer un plan de travail.
 - Choisir ses outils et méthodes.
 - Documentation et analyse de l'information disponible.
 - Réalisation des tâches du travail.
 - Analyser les résultats.
 - Elaborer un rapport de recherche et diffuser ses résultats.
4. Les normes rédactionnelles du travail scientifique.
5. La relation entre la recherche et la société.

Le Mode d'évaluation :

Recherche bibliographique sous forme de mini-projet soutenu en fin du troisième semestre.

Références :

- (1) BEAUD Stéphane, WEBER Florence, Guide de l'enquête de terrain, Paris : La découverte, 2006.
 - (2) BERTAUX Daniel, Les récits de vie, Paris : Nathan, 1996.
 - (3) FRAGNIÈRE Jean-Pierre, Comment réussir un mémoire, Paris : Dunod, 2001.
 - (4) MILES Matthew B., HUBERMAN Michael A., Analyse des données qualitatives, Bruxelles : De Boeck., 2005.
- =====

V- Accords ou conventions

Oui

NON

(Si oui, transmettre les accords et/ou les conventions dans le dossier papier de la formation)

LETTRE D'INTENTION TYPE

(En cas de master coparrainé par un autre établissement universitaire)

(Papier officiel à l'entête de l'établissement universitaire concerné)

Objet : Approbation du coparrainage du master intitulé :

Par la présente, l'université (ou le centre universitaire) déclare coparrainer le master ci-dessus mentionné durant toute la période d'habilitation de ce master.

A cet effet, l'université (ou le centre universitaire) assistera ce projet en :

- Donnant son point de vue dans l'élaboration et à la mise à jour des programmes d'enseignement,
- Participant à des séminaires organisés à cet effet,
- En participant aux jurys de soutenance,
- En œuvrant à la mutualisation des moyens humains et matériels.

SIGNATURE de la personne légalement autorisée :

FONCTION :

Date :

LETTRE D'INTENTION TYPE

(En cas de master en collaboration avec une entreprise du secteur utilisateur)

(Papier officiel à l'entête de l'entreprise)

OBJET : Approbation du projet de lancement d'une formation de master intitulé :

Dispensé à :

Par la présente, l'entreprise _____ déclare sa volonté de manifester son accompagnement à cette formation en qualité d'utilisateur potentiel du produit.

A cet effet, nous confirmons notre adhésion à ce projet et notre rôle consistera à :

- Donner notre point de vue dans l'élaboration et à la mise à jour des programmes d'enseignement,
- Participer à des séminaires organisés à cet effet,
- Participer aux jurys de soutenance,
- Faciliter autant que possible l'accueil de stagiaires soit dans le cadre de mémoires de fin d'études, soit dans le cadre de projets tuteurés.

Les moyens nécessaires à l'exécution des tâches qui nous incombent pour la réalisation de ces objectifs seront mis en œuvre sur le plan matériel et humain.

Monsieur (ou Madame).....est désigné(e) comme coordonateur externe de ce projet.

SIGNATURE de la personne légalement autorisée :

FONCTION :

Date :

CACHET OFFICIEL ou SCEAU DE L'ENTREPRISE