

– Fiche d'organisation semestrielle des enseignements

1- Semestre 1 :

Unité d'Enseignement	VHS	V.H hebdomadaire				Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
	14-16 sem	C	TD	TP	Autres			Continu	Examen
UE fondamentales						9	18		
UEF1(Obligatoire)						6	12		
<i>Transfert de chaleur I</i>	67h30	3h00	1h30			3	6	33%	67%
<i>Mécanique des fluides I</i>	67h30	3h00	1h30			3	6	33%	67%
UEF2(Obligatoire)						3	6		
<i>Thermodynamique</i>	67h30	3h00	1h30			3	6	33%	67%
UE méthodologie						5	9		
UEM1(Obligatoire)						4	6		
<i>T.P. Mécanique des fluides I</i>	37h30			2h30		2	3	50%	50%
<i>TP. Thermodynamique</i>	37h30			2h30		2	3	50%	50%
UEM2(Obligatoire)						1	3		
<i>TP. Méthodes Numériques</i>	30h00			2h00		1	3	50%	50%
UE découverte						2	2		
UED1(Obligatoire)						2	2		
<i>Méthodes numériques I</i>	45h00	1h30	1h30			2	2	00%	100%
UE transversales						1	1		
UET1(Obligatoire)						1	1		
<i>Anglais scientifique et technique</i>	22h30	1h30				1	1	00%	100%
Total Semestre 1	375h00	12h00	6h00	7h00		17	30		

2- Semestre 2 :

Unité d'Enseignement	VHS	V.H hebdomadaire				Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
	14-16 sem	C	TD	TP	Autres			Continu	Examen
UE fondamentales						9	18		
UEF1(Obligatoire)						6	12		
<i>Transfert de chaleur II</i>	67h30	3h00	1h30			3	6	33%	67%
<i>Mécanique des fluides II</i>	67h30	3h00	1h30			3	6	33%	67%
UEF2(Obligatoire)						3	6		
<i>Conversion et Stockage d'énergie</i>	67h30	3h00	1h30			3	6	33%	67%
UE méthodologie						5	9		
UEM1(Obligatoire)						3	5		
<i>T.P. Mécanique des fluides II</i>	30h00			2h00		2	3	50%	50%
<i>TP. Méthodes Numériques II</i>	30h00			2h00		1	2	50%	50%
UEM2(Obligatoire)						2	4		
<i>Thermique appliqué aux bâtiments</i>	45h00	1h30	1h30			2	4	50%	50%
UE découverte						2	2		
UED1(Obligatoire)						2	2		
<i>Méthodes numériques II</i>	45h00	1h30	1h30			2	2	00%	100%
UE transversales						1	1		
UET1(Obligatoire)						1	1		
<i>Ethique et déontologie</i>	22h30	1h30				1	1	00%	100%
Total Semestre 2	375h00	13h30	7h30	4h00		17	30		

3- Semestre 3 :

Unité d'Enseignement	VHS	V.H hebdomadaire				Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
	14-16 sem	C	TD	TP	Autres			Continu	Examen
UE fondamentales						9	18		
UEF1(Obligatoire)						6	12		
<i>Transfert de chaleur III</i>	67h30	3h00	1h30			3	6	33%	67%
<i>Transfert de masse et de chaleur combinée</i>	67h30	3h00	1h30			3	6	33%	67%
UEF2(Obligatoire)						3	6		
<i>Thermodynamique appliquée</i>	67h30	3h00	1h30			3	6	33%	67%
UE méthodologie						5	9		
UEM1(Obligatoire)						3	6		
<i>Modélisations et simulations numériques</i>	22h30			1h30		1	2	50%	50%
<i>Mécanique des fluides appliqués</i>	45h00	1h30	1h30			2	4	50%	50%
UEM2(Obligatoire)						2	3		
<i>T.P. Thermodynamique appliquée</i>	37h30			2h30		2	3	50%	50%
UE découverte						2	2		
UED1(Obligatoire)						2	2		
<i>Energie et environnement</i>	45h00	1h30	1h30			2	2	00%	100%
UE transversales						1	1		
UET1(Obligatoire)						1	1		
Législation	22h30	1h30				1	1	00%	100%
Total Semestre 3	375h00	13h50	7h30	4h00		17	30		

4- Semestre 4 :

Domaine : Sciences de la Matière

Filière : Physique

Spécialité : Physique Energétique

Un stage à plein temps en laboratoire de recherche et/ou développement (universitaire ou industriel) sera sanctionné par la rédaction d'un mémoire et sa soutenance orale devant un jury.

L'évaluation du projet de Master sera basée sur :

- la méthodologie de la réalisation du travail de recherche,
- les résultats scientifiques obtenus et leur discussion (interprétation, comparaison avec la littérature),
- la qualité de la rédaction du mémoire et de la présentation de l'exposé oral.

	VHS	Coeff	Crédits
Travail Personnel	100	4	08
Stage en entreprise	100	4	08
Séminaire & Soutenance de mémoire	75	3	06
Autre (Mémoire)	100	4	08
Total Semestre 4	375	15	30

5- Récapitulatif global de la formation :

VH \ UE	UEF	UEM	UED	UET	Semestre 4	Total
Cours	405h00	45h00	67h30	67h30		585h00
TD	202h30	45h00	67h30	00h00		315h00
TP	00h00	225h00	00h00	00h00		225h00
Travail personnel						
Autre (Semestre 4)					375	375
Total	607h30	315h00	135h00	67h30	375	1500
Crédits	54	27	6	3	30	120
% en crédits pour chaque UE	60	30	6.66	3.33		100

- Programme détaillé par matière

Intitulé du Master : Physique Energétique

Semestre : 01

Intitulé de l'UE : UEF1

Intitulé de la matière : *Transfert de chaleur I,*

Crédits : 06

Coefficients : 03

Objectifs de l'enseignement : l'étudiant est sensé acquérir des connaissances sur les différents modes de transfert de chaleur. Les compétences acquises faciliteront, par des calculs de déterminer les profils de température au niveau des surfaces et volumes des corps suivant les différents régimes stationnaire et instationnaires ; de même la maîtrise de l'échange radiatif entre milieux transparents ou semi transparents qui trouve une vaste application dans le domaine de l'énergie solaire.

Connaissances préalables recommandées :

- Mathématiques (équations aux dérivées partielles, le calcul intégral).
- Mécanique des Fluides et Thermodynamique.

Contenu de la matière :

• **Généralités :**

- Introduction-définitions,
- Formulation d'un problème de transfert de chaleur.

• **Conduction thermique en régime stationnaire :**

- Rappels (lois fondamentales, conditions limites),
- Conduction unidimensionnelle avec et sans source,
- Conduction multidimensionnelle avec et sans source.

• **Conduction thermique en régime instationnaire :**

- Différentes méthodes de résolution utilisées,
- Milieux thermiquement minces,
- Milieux thermiquement épais de dimensions finies,
- Milieux thermiquement semi-infini soumis à des chocs thermiques,
- Milieux thermiquement semi infinis on oscillation forcée.

• **Méthodes numériques en conduction thermique :**

- Généralités,
- Discrétisation de l'équation de transfert de chaleur (méthode implicite et méthode explicite).

Mode d'évaluation : Contrôle continu + Examen

Références : 1- J.F. SACADURA: Initiation aux transferts thermiques, Edition: Technique et Documentation- Paris

2- F.P. INCROPERA, D.P. DeWITT, T.L. BERGMANN et A.L. WILEY: [Fundamentals of Heat and Mass Transfer](#); Eyrolles

3- A.LEONTIEV : Théorie des Echanges de Chaleur et de Masse, Edition : MIRMOSCOU.

4- B. Eyglunet Manuel de thermique, théorie et pratique, Edition Hermes

5- J. TAINE, E. IACONA , J.P. PETIT : Transferts Thermiques- Introduction aux transfert d'énergie – Cours et exercices d'application- L3, Master, Ecoles d'ingénieurs.

Edition : Dunod

6- CARSLAW H.S. et JAEGER J.C., Conduction of heat in solids, Clarendon Press- Oxford, 1986.

7- MYERS G.E., Analytical methods in heat transfer, McGraw-Hill, 1971.

8- OZISIK M.N., Heat conduction, John Wiley and Sons, 1980.

Intitulé du Master : Physique Energétique

Semestre : 01

Intitulé de l'UE : UEF1

Intitulé de la matière : Mécanique des fluides I,

Crédits : 06

Coefficients : 03

Objectifs de l'enseignement :

Avoir une bonne connaissance des différentes théories de la mécanique des fluides et savoir les mettre en œuvre. Etablir à partir des lois de conservation et des lois de comportement, les équations générales gouvernant le mouvement de tout type de fluide.

Connaissances préalables recommandées :

- Les lois générales de la mécanique.
- Les lois et principes de la thermodynamique.

Contenu de la matière :

- **Eléments de calcul tensoriel**
 - Produit tensoriel de deux vecteurs.
 - Tenseurs .Produit tensoriel- Produit contracté de deux tenseurs
- **Analyse tensorielle**
 - Gradient, divergence, rotationnel, laplacien
- **Cinématique des fluides**
 - Représentation de Lagrange- Représentation d'Euler
 - Dérivée eulérienne selon le mouvement (d'un tenseur, d'une intégrale de volume)
- **Tenseur des contraintes- Tenseur des taux de déformations**
 - Vecteur contrainte -tenseur des contraintes- Invariants élémentaires
 - Tenseur des taux de déformation
- **Lois de comportements : Equations de Navier-Stokes**
 - Fluides Newtoniens- Equations de Navier-Stokes
- **Applications**
 - Statique des fluides
 - Dynamique des fluides parfaits incompressibles
 - Dynamique des fluides visqueux incompressibles

Mode d'évaluation : Contrôle continu + Examen

Références : (*Livres et photocopiés, sites internet, etc*).

1- GONTIER ; Mécanique des milieux déformables ; Dunod, Paris ; 1969

2- GERMAIN P., MULLER P. « Introduction à la mécanique des milieux continus ».Edition Masson, Paris (1980)

3- COMOLET R., « Mécanique Expérimentale des Fluides. Tome 1, 2, 3 : Statique et Dynamique des Fluides non Visqueux », 5ième Ed., Dunod, Paris, 2002

Intitulé du Master : Physique Energétique

Semestre : 01

Intitulé de l'UE : UEF2

Intitulé de la matière : Thermodynamique

Crédits : 06

Coefficients : 03

Objectifs de l'enseignement : Avoir une bonne connaissance de la théorie cinétique des gaz, les phénomènes de transport et le changement de phase.

- **Connaissances préalables recommandées :** Thermodynamique de base

Contenu de la matière :

- 1. Les lois de conservation :** Systèmes fermés, systèmes ouverts, systèmes en régime permanent, bilan matière (globale et partiel), travail, chaleur, premier principe, énergie totale, énergie interne, enthalpie, propriétés de ces fonctions, extension du premier principe aux systèmes ouverts en régime permanent, bilans énergétiques.
- 2. Les lois d'évolution et d'équilibre des systèmes :** Deuxième principe, l'entropie (ordre et désordre), entropie et fugacité, l'énergie libre, l'enthalpie libre, les propriétés de ces fonctions d'état, extension du deuxième principe aux systèmes ouverts en régime permanent, exergie.
- 3. Propriétés des corps purs :** Diagramme de Clapeyron, lois de tension de vapeur, diagramme température-entropie, diagramme pression-enthalpie, facteur de compressibilité de Lewis, facteur acentrique, diagrammes généralisés.
- 4. Les mélanges de liquides :** Mélanges idéaux et non idéaux, diagramme enthalpie-composition.
- 5. Les équations d'état des corps purs :** équations spécifiques aux gaz, équations à deux paramètres (VdW, RK), équations à trois paramètres (SRK, PR), autres équations d'état (BWR, LKP).
- 6. Calcul des propriétés thermodynamiques des corps purs :** Relations fondamentales (Equations de Maxwell, ...), grandeurs résiduelles, enthalpie et entropie résiduelle, calcul des propriétés des gaz et des liquides, calcul de tension de vapeur par équations d'état.
- 7. Mélanges :** Grandeurs molaires partielles, potentiel chimique, mélanges de gaz parfaits, mélanges idéaux, mélanges quelconques, grandeurs de mélange, grandeurs d'excès, fugacité, coefficients d'activité (influence de T et P), détermination expérimentale de coefficients d'activité, test de cohérence.
- 8. Calcul des équilibres liquide-vapeur sous faible pression :** Les équations d'équilibre et leurs résolutions, simplification dans le cas d'un mélange liquide idéal, cas des binaires azéotropiques, cas des systèmes dilués, équilibres liquide-vapeur.

Mode d'évaluation : Contrôle continu + Examen

Références :

- 1- Jerry B. Marion : Physics in the modern word, Academic Press-New York
- 2- Jean Datchary: Thermodynamique, Edition Marketing – Groupe SIGMA
- 3- O.Granier: Mécanique et thermodynamique, Hermann collection, Paris
- 4- J. Boutigny : Thermodynamique, Vuibert, Paris

Intitulé du Master : Physique Energétique

Semestre : 01

Intitulé de l'UE : UEM1

Intitulé de la matière : TP. Mécanique des fluides I

Crédits : 03

Coefficients : 02

Objectifs de l'enseignement L'étudiant est sensé maîtriser, l'utilisation des manomètres et l'étalonnage d'un débitmètre. Il est appelé également à étudier des débitmètres déprimogènes et comparer entre les mesures qu'ils permettent. Il est également sensé mettre en pratique et vérifier le degré de validité des notions fondamentales vues en cours et travaux dirigés tels que le théorème d'énergie (Bernoulli pour fluides réels et parfaits), le théorème de quantité de mouvement

Connaissances préalables recommandées : Mécanique des fluides appliquée enseignée en licence

Contenu de la matière :

- Action d'un Jet (Théorème de Quantité de mouvement)
- Etude d'un Venturi (Coefficients de débit et de perte de charge, et distribution de pression dans un venturi)
- Centre de poussée (Hydrostatique)
- Débitmètres (Etude et comparaison : Venturi, Diffuseur, Coude, Rotamètre et Diaphragme)
- Perte de Charge répartie : Etude des pertes de charge dans deux conduites cylindriques de même longueur et de différents diamètres.
- Perte de Charge localisée : Etude des pertes de charge dans des coudes (différents rayons de courbures, vanne et diaphragme)

Mode d'évaluation : Contrôle continu + Examen

Références :

- 1- Polycope de TP
- 2- Lancaster A., « Manuel d'hydraulique générale », Ed. Eyrolles, Paris , 1967
- 3- Padet J., « Fluides en écoulement- Méthodes et Modèles », Ed. Masson, Paris, 1991
- 4- Comolet R., « Mécanique Expérimentale des Fluides. Tome 1 : Statique et Dynamique des Fluides non Visqueux », 5ième Ed., Dunod, Paris, 2002

Intitulé du Master : Physique Energétique

Semestre : 01

Intitulé de l'UE : UEM1

Intitulé de la matière : TP. Thermodynamique

Crédits : 03

Coefficients : 02

Objectifs de l'enseignement : *(Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière).*

Connaissances préalables recommandées *(descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement).*

L'étudiant doit avoir les connaissances suivantes :

-Thermodynamique et les équations fondamentales liées aux machines thermiques

Contenu de la matière :

- Détermination de l'exposant adiabatique de l'air
- Vérification de la loi de Dalton (mélange des gaz)
- Détermination de la chaleur latente de vaporisation de l'eau
- Turbine à gaz

Mode d'évaluation : Contrôle continu + Examen

Références *(Livres et photocopiés, sites internet, etc).*

- 1- Jerry B.Marion : Physics in the modern world, Academic Press-New York
- 2- Jean Datchary: Thermodynamique, Edition Marketing – Groupe SIGMA
- 3- O.Granier: Mécanique et thermodynamique, Hermann collection, Paris
- 4- J. Boutigny : Thermodynamique, Vuibert, Paris

Intitulé du Master : Physique Energétique

Semestre : 01

Intitulé de l'UE : UEM2

Intitulé de la matière : TP. Méthodes numériques I

Crédits : 03

Coefficients : 01

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière*).

Connaissances préalables recommandées (*descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement*).

L'étudiant doit avoir les connaissances suivantes :

- *Transfert de chaleur*
- *Mécanique des fluides*
- *Thermodynamique*

Contenu de la matière :

Programmation en Fortran 90

- équation de type $[A]\{X\} = \{B\}$
- utilisation des : - différences finis
- éléments finis

Mode d'évaluation : Contrôle continu + Examen

Références :

1. G.F.Carrier : Partial differential equations
2. G.D.Smith : Numerical solutions of partial differential equations
3. G.Evans: Numerical methods for partial differential equations
4. Fred Vetmolen: Introduction into Finite elements
5. A.R.Mitchell: Computational Methods in partial differential equations
6. W.H.Press: Numerical Recipes

Intitulé du Master : Physique Energétique

Semestre : 01

Intitulé de l'UE : UED1

Intitulé de la matière : Méthodes numériques I

Crédits : 02

Coefficients : 02

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière*).

Connaissances préalables recommandées (*descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement*).

L'étudiant doit avoir les connaissances suivantes :

- *Mécanique des fluides, transfert de chaleurs, optique et électronique.*

Contenu de la matière :

1. Classification des équations aux dérivées partielles
2. Approximation des dérivées par des différences finies
3. Méthodes de résolution des E.D.P paraboliques, elliptiques, hyperboliques
4. Méthode des éléments finis
 - Principe de la méthode
 - Formulation variationnelle
 - Maillage et fonction de forme
 - Matrices de masse et de rigidité élémentaire
 - Eléments finis lagrangiens d'ordre 1, 2, 3
 - Eléments finis hermitiens
5. Equations de physique (
6. Programmation en Fortran 90

Mode d'évaluation : Examen

Références :

1. G.F.Carrier : Partial differential equations
2. G.D.Smith : Numerical solutions of partial differential equations
3. G.Evans: Numerical methods for partial differential equations
4. Fred Vetmolen: Introduction into Finite elements
5. A.R.Mitchell: Computational Methods in partial differential equations
6. W.H.Press: Numerical Recipes

Intitulé du Master : Physique Energétique

Semestre : 01

Intitulé de l'UE : UET1

Intitulé de la matière : *Anglais scientifique et technique*

Crédits : 01

Coefficients : 01

Objectifs de l'enseignement

Les règles de la prononciation à travers l'utilisation des dictionnaires. L'acquisition d'un vocabulaire scientifique et technique par le biais d'études de publications tirées des journaux de la spécialité (Transfert d'impulsion, de chaleur et de masse)

Connaissances préalables recommandées

L'étudiant doit avoir les connaissances suivantes :

Les règles élémentaires de la grammaire Anglaise.

Vocabulaire élémentaire

Contenu de la matière :

- Etudes des symboles de la prononciation, différents sons, Stress dans les mots
- Utilisation des différents dictionnaires Anglais/Anglais
- Acquisition d'un vocabulaire scientifique à travers les exposés de cours Élémentaires de la spécialité
- Etude de publication

Mode d'évaluation : Examen

Références (*Livres et photocopiés, sites internet, etc.*)

1 Dictionnaires

2 Alonso/finn : Fundamental University physics.

3 Volume1 :Mechanics and thermodynamics

4 Volume2 :Interactions and fields

5 Saberski ; Acosta ; Hauptmann : Fluid flow ; a first course in fluid Mechanics

6 International Journal in Heat and Mass Transfer (un numero)

Intitulé du Master : Physique Energétique

Semestre : 02

Intitulé de l'UE : UEF1

Intitulé de la matière : Transfert de chaleur II

Crédits : 06

Coefficients : 03

Objectifs de l'enseignement : L'étudiant aura maîtriser :

- Le mode de transfert de chaleur par rayonnement et l'utilisation de l'analogie électrique pour résoudre les équations liées aux échanges radiatifs ; l'échange radiatif entre milieux transparents ou semi transparents qui trouve une vaste application dans le domaine de l'énergie solaire.

Connaissances préalables recommandées

-Notion de base de *rayonnement électromagnétique*, *notion de calcul intégral*

Contenu de la matière :

- **GENERALITES. DEFINITIONS :**
 - Le rayonnement noir, le corps noir,
 - Grandeurs volumique aux corps réels (absorption, émission, et diffusion du rayonnement),
 - Grandeurs surfaciques liées aux corps réels (réflexion, absorption, émission, transmission du rayonnement, radiativité monochromatique).
- **FACTEURS DE FORME DIFFUS :**
 - Facteur de forme entre deux éléments de surface,
 - Facteur de forme entre deux surfaces finis,
 - Propriétés des facteurs de formes d'une enceinte fermée,
 - Méthode de détermination des facteurs de forme.
- **TRANSFERT RADIATIF DANS UNE ENCEINTE VIDE :**
 - Equation générales de l'échange radiatif,
 - Flux radiatif échangé entre deux surfaces,
 - Analogie électrique.
- **TRANSFERT RADIATIF DANS UN MILIEU SEMI-TRANSPARENT :**
 - Equation de transfert radiatif,
 - Equations particulières,
 - Divergence du vecteur densité du flux de rayonnement,
 - Equilibre radiatif,
 - Intégration formelle de l'équation de transfert radiatif,
 - Approximation du milieu optiquement épais,
 - Approximation du milieu optiquement mince.
- **EMISSION ET ABSORPTION DES GAZ :**
 - Spectre d'émission des gaz,
 - Facteur total d'émission des gaz,
 - Echange thermique entre un gaz et une paroi.

Mode d'évaluation : Contrôle continu + Examen

Références (*Livres et photocopiés, sites internet, etc*).

- 1- A.B. DEVRIENDT: La transmission de la chaleur, Vol1, Tome 1, Editeur: Gaëtan Morin.
- 2- J.F. Sacadura : Initiation aux transferts thermiques, Edition: Technique et Documentation- Paris
- 3- V.P.Isachenko; V.A. Osipova et A. S. Sukomel : Heat Transfer; Mir publishers Moscow.
- 4- GOUFFE A., Transmission de la chaleur par rayonnement, Gauthier-Villars., 1968.
- 5- HOTTEL H.C. et SAROFIM A. F., Radiative heat transfer, McGraw-Hill, 1972.

Intitulé du Master : Physique Energétique

Semestre : 02

Intitulé de l'UE : UEF1

Intitulé de la matière : Mécanique des fluides II,

Crédits : 06

Coefficients : 03

Objectifs de l'enseignement

Maîtriser les lois de conservation, les lois de comportement et les équations générales liées à la théorie de turbulence.

Avoir une bonne connaissance des différentes théories de la mécanique des fluides appliquées aux machines à fluide incompressible.

Connaissances préalables recommandées

- Les lois générales de la mécanique des fluides

- Les lois de comportement des fluides Newtoniens

Contenu de la matière :

- Ecoulements plans irrotationnels et permanents d'un fluide parfait incompressible : potentiel complexe
- calcul des efforts.
- Solutions exactes des équations de Navier-Stokes : cas où les équations sont linéaires, cas où les équations sont non linéaires.
- Couche limite laminaire bidimensionnelle : théorie de Prandtl, solutions exactes (affines), solutions approchées (méthodes globales).
- Ecoulements compressibles : équations générales, tuyères convergentes-divergentes, écoulement de Fanno - écoulement de Rayleigh.
- Notions de turbulence : transition vers la turbulence (Instabilités), physique de la turbulence

Mode d'évaluation : Contrôle continu + Examen

Références

1- GONTIER ; Mécanique des milieux déformables ; Dunod, Paris ; 1969

2- GERMAIN P., MULLER P. « Introduction à la mécanique des milieux continus ».Edition Masson, Paris (1980)

3- COMOLET R., « Mécanique Expérimentale des Fluides. Tome 1, 2, 3 : Statique et Dynamique des Fluides non Visqueux », 5ième Ed., Dunod, Paris, 2002

Intitulé du Master : Physique Energétique

Semestre : 02

Intitulé de l'UE : UEF2

Intitulé de la matière : *Conversion et stockage d'énergie,*

Crédits : 06

Coefficients : 03

Objectifs de l'enseignement :

L'étudiant est sensé acquérir des connaissances sur les différentes formes d'énergie et les différentes formes de conversions et de Stockage d'énergie

Connaissances préalables recommandées :

L'étudiant doit avoir les connaissances suivantes :

- *Thermodynamique, transfert de chaleur et de masse*

Contenu de la matière :

1. Généralités sur les différentes formes de stockage et de conversion d'énergie
2. Aperçu sur le gisement solaire
3. Aperçu sur les autres formes de gisements
4. Conversion d'énergie
 - Conversion photovoltaïque
 - Conversion photo thermique
 - Autres types de conversions
5. Stockage d'énergie
 - Problématique du stockage d'énergie
 - Différents types de stockage d'énergie : pompage hydraulique, accumulateur de vapeur sous pression, air comprimé, stockage inertiel, stockage électromagnétique, accumulateur chimique et électrique, hydrogène, stockage thermique de masse.

Mode d'évaluation : Contrôle continu + Examen

Références :

- Solar Engineering of Thermal Processes Duffie and Beckman A Willey and Science Publication-New-York

-Tout Savoir (ou Presque) sur l'énergie. Andre Delalande Collection campus

Energie Solaire et Stockage d'Energie. Roger Dumon Edition Masson

Thermal Radiation Heat transfer Third Edition- John R. Howell- Edition Taylor and Francis

Intitulé du Master : Physique Energétique

Semestre : 02

Intitulé de l'UE : UEM1

Intitulé de la matière : TP. Mécanique des fluides II,

Crédits : 03

Coefficients : 02

Objectifs de l'enseignement

L'étudiant est sensé maîtriser, l'utilisation des manomètres et l'étalonnage d'un débitmètre. Il est également sensé mettre en pratique et vérifier le degré de validité des notions fondamentales vues en cours et travaux dirigés tels que le théorème d'énergie (Bernoulli pour fluides réels et parfaits), le théorème de quantité de mouvement.

Connaissances préalables recommandées

Mécanique des fluides appliquée enseignée en licence

Contenu de la matière :

Mécanique des fluides appliquée

-Généralités

-Calcul de la force hydrostatique

-Poussée d'Archimède

-Mesure de la viscosité

-Tube de venturi

-Mesures de débit aux différents régimes d'écoulement

-Réseaux hydrauliques et pertes de charge

Mode d'évaluation : Contrôle continu + Examen

Références

1- Polycope de TP

2- Lancaster A., « Manuel d'hydraulique générale », Ed. Eyrolles, Paris , 1967

3- Padet J., « Fluides en écoulement- Méthodes et Modèles », Ed. Masson, Paris, 1991

4- Comolet R., « Mécanique Expérimentale des Fluides. Tome 1 : Statique et Dynamique des Fluides non Visqueux », 5ième Ed., Dunod, Paris, 2002

Intitulé du Master : Physique Energétique

Semestre : 02

Intitulé de l'UE : UEM1

Intitulé de la matière : TP. Méthodes numériques II,

Crédits : 02

Coefficients : 01

Objectifs de l'enseignement

L'étudiant est sensé avoir un complément de connaissances dans les méthodes d'analyse numérique et savoir choisir et appliquer ces méthodes dans des cas pratiques de Mécanique des Fluides et d'Energétique. Il saura, entre autres, modéliser théoriquement les données expérimentales, faire des interpolations et extrapolations, résoudre des équations algébriques et différentielles non linéaires fréquentes dans le domaine d'énergétique et de Mécanique des Fluides.

Connaissances préalables recommandées

Math appliqué

Analyse numérique

Contenu de la matière :

- Introduction aux équations conservatives
- Problèmes de diffusion à une dimension (conduction thermique une dimension stationnaire, détermination du coefficient de diffusion à l'interface, traitement des conditions aux limites, les 4 lois de la convergence -Patankar-)
- Problèmes de diffusion à deux dimensions
- Problèmes de convection/diffusion à une dimension (schéma amont –upwind-, solution exacte, schéma exponentiel, schéma hybride, schéma de puissance, formulation générale)
- Problèmes de convection/diffusion à deux/trois dimension
- Champ de l'écoulement (les volumes décalés, terme de correction de pression et de vitesse)

Mode d'évaluation : Contrôle continu + Examen

Références

1- The Art of Scientific Computing: William H. Press, Brian P. Flannery, Saul A. Teukolsky, William T. Vetterling , "Numerical Recipes in Fortran 90: The Art of Science Computing"

2- Méthodes numériques . Tahar Abbas Miloud- Edition OPU

3- Programmer en fortran 90. Claude Delannoy 2002. Edition Eyrolles

Intitulé du Master : Physique Energétique

Semestre : 02

Intitulé de l'UE : UEM2

Intitulé de la matière : *Thermique Appliqué aux Bâtiments,*

Crédits : 04

Coefficients : 02

Objectifs de l'enseignement

Le but visé par cet enseignement est l'application des notions théoriques acquises en transfert de chaleur et de masse au domaine spécifique du bâtiment (locaux d'habitation et autres). Ce secteur, très gros consommateur d'énergie, est un secteur clef demandeur de cadres qualifiés dans le domaine abordé ici.

Connaissances préalables recommandées

Les lois fondamentales de mécanique des fluides, de thermodynamique ainsi que celles relatives aux transferts de chaleur par conduction, convection et rayonnement.

Contenu de la matière :

1. Rappel de notions de base sur les transferts thermiques.
2. Caractéristique thermique des matériaux.
3. Caractéristique thermique d'une paroi.
4. Coefficients de transmission des différents types de parois d'un local.
5. Déperditions thermiques par renouvellement d'air.
6. Evaluation des apports thermiques extérieurs.
7. Eléments d'hygrothermie.
8. Bilan thermique d'un local. Notion de confort thermique.
9. Aspects réglementaires (réglementation thermique pour les locaux, notamment algérienne, thermique d'hiver et thermique d'été).

Mode d'évaluation : Contrôle continu + Examen

Références : (Livres et photocopiés, sites internet, etc).

Ceux disponibles au niveau de la bibliothèque de la faculté de physiques et d'autres facultés de l'université.

Intitulé du Master : Physique Energétique

Semestre : 02

Intitulé de l'UE : UED1

Intitulé de la matière : Méthodes numériques II,

Crédits : 02

Coefficients : 02

Objectifs de l'enseignement

A la fin du semestre, l'étudiant est sensé pouvoir discrétiser les équations différentielles partielles par la méthode des volumes finis (Les méthodes des différences et éléments finis ayant été étudiées au cours de semestres précédents et revues au cours de ce semestre)

L'étudiant devra aussi pouvoir résoudre différents problèmes de mécanique des fluides et transferts thermique par le biais de codes utilisant les volumes finis tels que 'simple, simplr, iso , cfx'

Connaissances préalables recommandées

Math appliqué et analyse numérique

Contenu de la matière :(La méthode des volumes finis)

1- Rappels : résolution de systèmes d'équations algébriques ; méthodes des différences finis ; méthodes des éléments finis ; consistance, stabilité, convergence

2- Introduction aux équations conservatives

3- Problèmes de diffusion à une dimension : conduction thermique une dimension stationnaire ;

détermination du coefficient de diffusion à l'interface ; traitement des conditions aux limites ; les

4 lois de la convergence (Patankar)

4- Problèmes de diffusion à deux dimensions

5- Problèmes de convection/diffusion à une dimension : schéma amont (upwind), solution exacte,

schéma exponentiel, schéma hybride, schéma de puissance, formulation générale

6- Problèmes de convection/diffusion à deux/trois dimension

7- Champ de l'écoulement : les volumes décalés, terme de correction de pression et de vitesse

Mode d'évaluation : Examen

Références

1- The Art of Scientific Computing: William H. Press, Brian P. Flannery, Saul A. Teukolsky, William T. Vetterling , "Numerical Recipes in Fortran 90: The Art of Science Computing"

2- Méthodes numériques . Tahar Abbas Miloud- Edition OPU

3- Programmer en fortran 90. Claude Delannoy 2002. Edition Eyrolles

4- PANTANKAR S.V., Numerical heat transfer and fluid flow, Hemisphere Publishing Corporation 1980.

5- S.V.Patankar: Computation of Conduction and Duct Flow Heat Transfer

6- G.F.Carrier : Partial differential equations

7- G.D.Smith : Numerical solutions of partial differential equations

8- G.Evans: Numerical methods for partial differential equations

9- Fred Vetmolen: Introduction into Finite elements

10- J Mostaghimi: An introduction to computational fluid Dynamics

11- A.R.Mitchell: Computational Methods in partial differential equations

Intitulé du Master : Physique Energétique

Semestre : 02

Intitulé de l'UE : UET1

Intitulé de la matière : *Ethique et Déontologie*

Crédits : 01

Coefficients : 01

Objectifs de l'enseignement (Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière – maximum 3 lignes).

Dispenser dans le cadre de ce cours les principes qui régissent le comportement des différents acteurs de l'enseignement supérieurs. Un accent particulier sera mis sur l'éthique en matière de publication de papiers scientifique.

Connaissances préalables recommandées (descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement – Maximum 2 lignes). Néant

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Introduction

Chapitre 2 : Science et éthique

Chapitre 3 : Ethique dans l'enseignement supérieur

Chapitre 4 : Ethique dans la publication de papiers de recherche

Mode d'évaluation : Examen

Références : (Livres et photocopiés, sites internet, etc).

- IEEE ethics in paper publishing

- www.IEEE.org

Intitulé du Master : Physique Energétique

Semestre : 03

Intitulé de l'UE : UEF1

Intitulé de la matière : *Transfert de chaleur III*

Crédits : 06

Coefficients : 03

Objectifs de l'enseignement

L'étudiant est sensé acquérir des connaissances sur le transfert de chaleur par convection, Les compétences acquises permettront à l'étudiant de connaître la nature des écoulements des fluides et les mécanismes de transfert de chaleurs par ce mode de transfert dans les installations industrielles.

Connaissances préalables recommandées

Mathématiques (équations aux dérivées partielles- le calcul intégral).

Mécanique des Fluides et de la Thermodynamique acquises au cours du cursus de la licence

Contenu de la matière :

1. Généralités sur la convection naturelle et la convection forcée
2. Rappel sur l'analyse dimensionnelle.
3. Convection sans changement d'état.
 - Généralités ; Définitions.
 - Expression du flux de chaleur.
 - Calcul du flux de chaleur en convection forcée, naturelle et mixte.
4. Convection avec changement d'état.
 - Condensation et ébullition.
5. Introduction aux échangeurs de chaleurs : tubulaires simples, à faisceaux complexes.

Mode d'évaluation : Examen Contrôle continu + Examen

Références

- 1- A.B. Devriendt: La transmission de la chaleur, Vol1, Tome 1, Editeur: Gaëtan Morin.
- 2- J.F. Sacadura: Initiation aux transferts thermiques, Edition: Technique et Documentation-Paris
- 3- V.P.isachenko; V.A.osipova et A. S.Sukomel: Heat Transfer; Mir Publishers Moscow
- 4- BURMEISTER L.C., Convective heat transfer, John wWiley and Sons, 1983.
- 5- SCHLINCHTING H., Boundary layer theory, McGraw-Hill, 1982.

Intitulé du Master : Physique Energétique

Semestre : 03

Intitulé de l'UE : UEF1

Intitulé de la matière : *Transfert de masse et de chaleur combiné*

Crédits : 06

Coefficients : 03

Objectifs de l'enseignement

Maîtrise des connaissances sur les applications possibles des lois de transferts de quantité de mouvement, de chaleur et de masse associés: transferts dans les milieux poreux (problème de séchage), humidification et déshumidification dans le conditionnement de l'air (dans les salles blanches par exemple...), diffusion de neutron dans un réacteur nucléaire, osmose en biophysique, évaporation, changement de phase...

Connaissances préalables recommandées

Lois générales des transferts de chaleur et de quantité de mouvement, convection, conduction, rayonnement

Contenu de la matière :

- Transfert de masse par diffusion moléculaire-
- Diffusion dans un fluide en mouvement laminaire
- Equation différentielle du transfert de masse
- Diffusion à travers un film gazeux stagnant
- Transfert de chaleur et de masse par convection
- Transfert simultané de chaleur et de masse
- Transfert de chaleur et de masse dans les milieux poreux
- Application au séchage

Mode d'évaluation : Contrôle continu + Examen

References

Transport phenomena: R.Byron Bird, Warren E. Stewart, Edwwin N. lightfoot

Fundamentals of heat and mass transfer : Frank P. Incropera, David P. Dewitt

Transmission de la chaleur et thermodynamique; Kreith F

Heat transfer; Holman J.P

Livres et documents à la bibliothèque et aux laboratoires.

Intitulé du Master : Physique Energétique

Semestre : 03

Intitulé de l'UE : UEF2

Intitulé de la matière : Thermodynamique appliquée,

Crédits : 06

Coefficients : 03

Objectifs de l'enseignement

L'étudiant saura maîtriser la théorie des systèmes énergétiques basés sur la conversion de la chaleur en insistant sur les principaux types de machines à fluide compressible (compresseurs, moteurs à combustion interne, turbines à gaz, turbines à vapeur, installations frigorifiques, cycles combinés,).

Connaissances préalables recommandées (descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement).

L'étudiant doit avoir les connaissances suivantes : Les principes thermodynamiques ; Les propriétés de gaz ; Diagrammes thermodynamiques

Contenu de la matière :

- I. Généralités et rappels
 1. Les propriétés thermodynamiques des gaz parfaits
 2. Les transformations et diagrammes thermodynamiques
- II. Etudes des propriétés thermodynamiques des gaz réels.
 1. Etudes de différents modèles
 - Fluides de Van Der Waals
 - Fluides de Clausius
 - Fluides de Redlich-Kwong
 - Fluides de Beattie-Bradgman
 - Fluides de Van Der Waals.
 2. Equation d'états sous forme du Viriel
 3. Corrélations entre états correspondants
- III. Equation générale d'énergie pour un système ouvert
- IV. Propriétés générales des cycles thermodynamiques.
- V. Etudes des cycles thermodynamiques des machines thermiques.
 - Turbine à vapeur:
 - Turbine à gaz:
 - Moteur à combustion interne.
 - Machines frigorifiques
 - Pompes à chaleur

Mode d'évaluation : Contrôle continu + Examen

Références

- 1- Thermodynamique et Energétique, Lucien BOREL
- 2- Systèmes Energétiques, Renaud GICQUEL
- 3- Thermodynamique appliquée à l'Energétique, Francis-Emile MEUNIER
- 4- Thermodynamique Appliquée, Van-Wylen

Intitulé du Master : Physique Energétique Semestre : 03

Intitulé de l'UE : UEM1

Intitulé de la matière : Modélisations et simulations numériques,

Crédits : 02

Coefficients : 01

Objectifs de l'enseignement

Le but de ce programme est d'initier l'étudiant à utiliser ses connaissances en mécanique des fluides, transfert de chaleur, thermodynamique et la conversion d'énergie pour modéliser un problème qui lui est soumis dans ses études de graduation, dans une activité de recherche ou dans une activité professionnelle (ingénierie...). Elle lui permettra d'apporter les simplifications nécessaires pour sa résolution et d'interpréter qualitativement et quantitativement les phénomènes.

Connaissances préalables recommandées

Analyse numérique

Langage de programmation : Fortran 77

Contenu de la matière :

Rappel : Programmation en Fortran 77, Fortran 90

Modélisations numériques

Simulation numérique par la méthode de Monte Carlo

Simulation numérique par la Dynamique Moléculaire

Méthodes des Différences, Eléments et Volumes Finis

Utilisation de logiciel (Exemple : MATLAB).

Mini-Projets :

Mode d'évaluation : Contrôle continu + Examen

Références

O. METAIS, P. COMTE, LESIEUR, MARCEL LESIEUR ; Large-Eddy Simulations of Turbulence

Transmission de la chaleur et thermodynamique; Kreith F Heat transfer; Holman J.P

G.F.Carrier : Partial differential equations

2. G.D.Smith : Numerical solutions of partial differential equations

3. G.Evans: Numerical methods for partial differential equations

4. Fred Vetmolen: Introduction into Finite elements

6. A.R.Mitchell: Computational Methods in partial differential equations

7. S.V.Patankar: Numerical Heat Transfer and Fluid Flow

8. S.V.Patankar: Computation of Conduction and Duct Flow Heat Transfer

9. W.H.Press: Numerical Recipes

Intitulé du Master : Physique Energétique

Semestre : 03

Intitulé de l'UE : UEM1

Intitulé de la matière : Mécanique des fluides appliqués,

Crédits : 04

Coefficients : 02

Objectifs de l'enseignement

Objectifs de Maîtrise des connaissances sur les applications possibles des lois de la mécanique des fluides : Les lois de similitude et analyse dimensionnelle, calculs de pertes de charges dans les différentes installations pour leur dimensionnement : conduites, échangeurs, Machines hydrauliques, turbomachines, compresseurs, etc....

Connaissances préalables recommandées

Lois générales de la mécanique des fluides : hydrostatique et hydrodynamique des fluides parfaits et visqueux.

Contenu de la matière :

I- Ecoulements dans les conduites.

- 1- charge et perte de charge
- 2- calcul des pertes de charges dans les conduites cylindriques longues
- 3- répartition des vitesses dans une section droite

II- Ecoulements dans les singularités. Pertes de charges singulières

- 1- changement de section (élargissement, rétrécissement ...)
- 2- Changement de direction (coude)
- 3- Branchement et confluent
- 4- Appareils divers

III- Les turbomachines

- 1- généralités sur les turbomachines
- 2- équations générales de la théorie des turbomachines
- 3- machines à fluide incompressible
- 4- similitude des turbomachines

IV- Ecoulements dans les milieux poreux

- 1- dynamique dans les milieux saturés
- 2- loi de darcy
- 3- dynamique dans les milieux non saturés
- 4- Loi de Richards

Mode d'évaluation : Contrôle continu + Examen

Références :

- 1- Mécanique expérimentale des fluides; R. Comolet
 - 2- Turbomachines hydrauliques et thermiques; M. Sédille
 - 3- Mécanique des fluides; M.A. Morel
- Livres et documents à la bibliothèque et aux laboratoires.

Intitulé du Master : Physique Energétique

Semestre : 03

Intitulé de l'UE : UEM2

Intitulé de la matière : TP. Thermodynamique appliqués

Crédits : 03

Coefficients : 02

Objectifs de l'enseignement

L'étudiant est sensé maîtriser, les méthodes expérimentales rencontrées en Thermodynamique II et approfondir les techniques de traitement de données qui leurs sont associées.

Connaissances préalables recommandées

Thermodynamique enseignée en licence et en M1

Contenu de la matière :

- Installation d'une turbine à vapeur:
- Installation d'une turbine à gaz:
- Moteur à combustion interne.
- Machines frigorifiques
- Compresseur centrifuge

Mode d'évaluation : Contrôle continu + Examen

Références

1- Thermodynamique et Energétique, Lucien BOREL

2- Systèmes Energétiques, Renaud GICQUEL

3- Thermodynamique appliquée à l'Energétique, Francis-Emile MEUNIER

4- Thermodynamique Appliquée, Van-Wylen

Intitulé du Master : Physique Energétique

Semestre : 03

Intitulé de l'UE : UED1

Intitulé de la matière : *Energie et environnement,*

Crédits : 02

Coefficients : 02

Objectifs de l'enseignement

Cet enseignement a pour but d'élucider les interactions entre le thermique, énergie renouvelables et environnement. Il doit son importance à des recommandations qui ne cessent d'être soulevées par la communauté internationale quant à la rationalisation des dépenses d'énergies et à la prospection des sources d'énergie propres.

Connaissances préalables recommandées

Notions générales sur les calculs thermiques et les énergies renouvelables.

.....

Contenu de la matière :

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

Mode d'évaluation : Examen

Références

Eléments d'écologie, écologie appliquée, action de l'homme sur la biosphère. François Ramade Boubel, R.W; Fox, D.L., Turner, D.B., and Stern, A.C., 1994. Fundamentals of Air Pollution, Academic Press, San Diego, CA, 574pp.

Energies renouvelables de Marek Wilisiwicz Ed Eyrolles

APHA, AWWA, and WPCF 1992. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 18th ed. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, Washington, D.C.

Intitulé du Master : Physique Energétique

Semestre : 03

Intitulé de l'UE : UET1

Intitulé de la matière : Législation

Crédits : 01

Coefficients : 01

Objectifs de l'enseignement : Notions fondamentales en droit qui permettront de disposer d'éléments de bases en droit et législation

Connaissances préalables recommandées (*descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement – Maximum 2 lignes*). Néant.

Contenu de la matière :

- 1- Proposer et développer les éléments juridiques nécessaires au futur diplômé dans le cadre de sa vie professionnelle.
- 2- Notions fondamentales de droit et réglementation
- 3- Présentation des cas pratiques

Mode d'évaluation : Examen

Références :

- 1- Jean-Pierre Beurier et Alexandre-Charles Kiss, *Droit international de l'environnement*, Pédone, 2004
- 2- Jean-Claude Fritz (dir.), Marguerite Boutelet (dir.), *L'ordre public écologique. Towards an ecological public order*, Bruxelles, Bruylant, 2005
- 3- Martine Rémond-Gouilloud, *Du droit de détruire*, PUF, 1989
- 4- Raphaël Romi, *Droit de l'environnement*, Montchrestien, 2010

