



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية République Algérienne Démocratique et
Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

اللجنة البيداغوجية الوطنية لميدان العلوم والتكنولوجيا

Comité Pédagogique National du domaine Sciences et Technologies



HARMONISATION OFFRE DE FORMATION MASTER ACADEMIQUE

2016 – 2017

| Domaine | Filière | Spécialité |
|---|-------------------------------|--|
| <i>Sciences et Technologies</i> | <i>Energies renouvelables</i> | <i>Energies renouvelables en mécanique</i> |



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية République Algérienne Démocratique et
Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

اللجنة البيداغوجية الوطنية لميدان العلوم والتكنولوجيا

Comité Pédagogique National du domaine Sciences et Technologies



عرض تكوين ل. م . د

ماستر أكاديمي

2017 - 2016

التخصص

الفرع

الميدان

| | | |
|---------------------------|--------------|------------------|
| طاقات متجددة في الميكانيك | طاقات متجددة | علوم و تكنولوجيا |
|---------------------------|--------------|------------------|

Conditions d'accès

(Indiquer les spécialités de licence qui peuvent donner accès au Master)

Voir la procédure de classement et d'orientation

Fiches d'organisation semestrielles des enseignements
de la spécialité

Semestre 1 / Master : Energies Renouvelables en MECANIQUE

| Unité d'enseignement | Matières | Crédits | Coefficient | Volume horaire hebdomadaire | | | Volume Horaire Semestriel (15 semaines) | Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines) | Mode d'évaluation | |
|---|--|-----------|-------------|-----------------------------|-------------|-------------|---|--|-------------------|--------|
| | Intitulé | | | Cours | TD | TP | | | Contrôle Continu | Examen |
| UE Fondamentale Code : UEF 1.1 Crédits : 10 Coefficients : 5 | Mécanique des Fluides Approfondie | 6 | 3 | 3h00 | 1h30 | | 67h30 | 82h30 | 40% | 60% |
| | Transferts Thermiques Approfondis et Phénomènes de transport | 4 | 2 | 1h30 | 1h30 | | 45h00 | 55h00 | 40% | 60% |
| UE Fondamentale Code : UEF 1.2 Crédits : 8 Coefficients : 4 | Notions de météorologie et Gisements renouvelables | 4 | 2 | 1h30 | 1h30 | | 45h00 | 55h00 | 40% | 60% |
| | Méthodes numériques appliquées | 4 | 2 | 1h30 | 1h30 | | 45h00 | 55h00 | 40% | 60% |
| UE Méthodologique Code : UEM 1.1 Crédits : 9 Coefficients : 5 | Energies Renouvelables et Enjeux énergétiques | 4 | 2 | | | 3h00 | 45h00 | 55h00 | 100% | |
| | TP Gisements renouvelables et météorologie | 3 | 2 | | | 2h30 | 37h30 | 37h30 | 40% | 60% |
| | TP Méthodes Numériques Appliquées | 2 | 1 | | | 1H30 | 22h30 | 27h30 | | 100% |
| UE Découverte Code : UED 1.1 Crédits : 2 Coefficients : 2 | <i>Voir panier au choix</i> | 1 | 1 | 1h30 | | | 22h30 | 02h30 | | 100% |
| | | 1 | 1 | 1h30 | | | 22h30 | 02h30 | | 100% |
| UE Transversale Code : UET 1.1 Crédits : 1 Coefficients : 1 | Anglais technique et terminologie | 1 | 1 | 1h30 | | | 22h30 | 02h30 | | 100% |
| Total semestre 1 | | 30 | 17 | 12h00 | 6h00 | 7h00 | 375h00 | 375h00 | | |

Semestre 2 / Master : Energies Renouvelables en MECANIQUE

| Unité d'enseignement | Matières | Crédits | Coefficient | Volume horaire hebdomadaire | | | Volume Horaire Semestriel (15 semaines) | Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines) | Mode d'évaluation | |
|---|--|-----------|-------------|-----------------------------|-------------|-------------|---|--|-------------------|--------|
| | Intitulé | | | Cours | TD | TP | | | Contrôle Continu | Examen |
| UE Fondamentale Code : UEF 2.1 Crédits : 10 Coefficients : 5 | Energie Eolienne | 6 | 3 | 3h00 | 1h30 | | 67h30 | 82h30 | 40% | 60% |
| | Conversion d'énergie | 4 | 2 | 1h30 | 1h30 | | 45h00 | 55h00 | 40% | 60% |
| UE Fondamentale Code : UEF 2.2 Crédits : 8 Coefficients : 4 | Energie Photovoltaïque | 4 | 2 | 1h30 | 1h30 | | 45h00 | 55h00 | 40% | 60% |
| | Energie Géothermique | 4 | 2 | 1h30 | 1h30 | | 45h00 | 55h00 | 40% | 60% |
| UE Méthodologique Code : UEM 2.1 Crédits : 9 Coefficients : 5 | Montage et Dimensionnement des projets ER | 3 | 2 | | | 2h30 | 37h30 | 37h30 | 100% | |
| | TP de Conversion | 2 | 1 | | | 1h30 | 22h30 | 27h30 | 100% | |
| | Asservissement, régulation et Instrumentation | 4 | 2 | 1h30 | | 1h30 | 45h00 | 55h00 | 40% | 60% |
| UE Découverte Code : UED 2.1 Crédits : 2 Coefficients : 2 | <i>Voir Panier au choix</i> | 1 | 1 | 1h30 | | | 22h30 | 02h30 | | 100% |
| | <i>Voir Panier au choix</i> | 1 | 1 | 1h30 | | | 22h30 | 02h30 | | 100% |
| UE Transversale Code : UET 2.1 Crédits : 1 Coefficients : 1 | Ethique, déontologie et propriété intellectuelle | 1 | 1 | 1h30 | | | 22h30 | 02h30 | | 100% |
| Total semestre 2 | | 30 | 17 | 13h30 | 6h00 | 5h30 | 375h00 | 375h00 | | |

Semestre 3 / Master : Energies Renouvelables en MECANIQUE

| Unité d'enseignement | Matières | Crédits | Coefficient | Volume horaire hebdomadaire | | | Volume Horaire Semestriel (15 semaines) | Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines) | Mode d'évaluation | |
|--|---|-----------|-------------|-----------------------------|-------------|-------------|---|--|-------------------|--------|
| | Intitulé | | | Cours | TD | TP | | | Contrôle Continu | Examen |
| UE Fondamentale Code : UEF 3.1 Crédits : 8 Coefficients : 4 | Solaire thermique et thermodynamique | 4 | 2 | 1h30 | 1h30 | | 45h00 | 55h00 | 40% | 60% |
| | Efficacité Energétique et thermique du bâtiment | 4 | 2 | 1h30 | 1h30 | | 45h00 | 55h00 | 40% | 60% |
| UE Fondamentale Code : UEF 3.2 Crédits : 10 Coefficients : 5 | Matériaux et Dispositifs de Stockage | 4 | 2 | 1h30 | 1h30 | | 45h00 | 55h00 | 40% | 60% |
| | Propriétés Thermiques des Fluides de Travail | 4 | 2 | 1h30 | 1h30 | | 45h00 | 55h00 | 40% | 60% |
| | Maintenance des systèmes à énergies renouvelables | 2 | 1 | 1h30 | | | 22h30 | 27h30 | 100% | |
| UE Méthodologique Code : UEM 3.1 Crédits : 9 Coefficients : 5 | Logiciels de Simulations et de dimensionnement des installations ER | 2 | 1 | | | 1h30 | 22h30 | 27h30 | 100% | |
| | Froid solaire et climatisation | 1 | 1 | | | 1h00 | 15h00 | 10h00 | 40% | 60% |
| | Autres applications des énergies Renouvelables | 2 | 1 | | | 1h30 | 22h30 | 27h30 | 100% | |
| | Etude Technico Economique et Gestion de Projets ER | 4 | 2 | 1h30 | | 1h30 | 45h00 | 55h00 | 40% | 60% |
| UE Découverte Code : UED 3.1 Crédits : 2 Coefficients : 2 | <i>Voir Panier au choix</i> | 1 | 1 | 1h30 | | | 22h30 | 02h30 | | 100% |
| | <i>Voir Panier au choix</i> | 1 | 1 | 1h30 | | | 22h30 | 02h30 | | 100% |
| UE Transversale Code : UET 3.1 Crédits : 1 Coefficients : 1 | Recherche documentaire et conception de mémoire | 1 | 1 | 1h30 | | | 22h30 | 02h30 | | 100% |
| Total semestre 3 | | 30 | 17 | 12h00 | 6h00 | 5h30 | 375h00 | 375h00 | | |

UE Découverte (S1, S2 et S3)

1. *Aérodynamique et Turbomachines*
2. *Energie Biomasse*
3. *Gestion et Management des projets d'ER*
4. *Techniques des transferts appliqués au séchage*
5. *Les tours et cheminés solaires*
6. *Energie Hydro-électrique et Marine*
7. *Audit Energétique*
8. *Techniques Inverses*
9. *Méthodes d'Analyse et de Rédaction de Rapports techniques s (en Anglais)*
10. *Présentation Orale de documents*
11. *Technique d'expression*
12. *Réglementation et Normes des ER*
13. *Autres*

Semestre 4

Domaine : ST
Filière : Energies renouvelables
Spécialité : Energies renouvelables en mécanique

Stage en entreprise sanctionné par un mémoire et une soutenance.

| | VHS | Coeff | Crédits |
|---------------------|-----|-------|---------|
| Travail Personnel | 550 | 09 | 18 |
| Stage en entreprise | 100 | 04 | 06 |
| Séminaires | 50 | 02 | 03 |
| Autre (Encadrement) | 50 | 02 | 03 |
| Total Semestre 4 | 750 | 17 | 30 |

Ce tableau est donné à titre indicatif

Evaluation du Projet de Fin de Cycle de Master

- Valeur scientifique (Appréciation du jury) /6
- Rédaction du Mémoire (Appréciation du jury) /4
- Présentation et réponse aux questions (Appréciation du jury) /4
- Appréciation de l'encadreur /3
- Présentation du rapport de stage (Appréciation du jury) /3

Programme détaillé par matière des semestres S1 à S3

Semestre: 1
Unité d'enseignement: UEF 1.1.1
Matière: Mécanique des Fluides Approfondie
VHS: 67h30 (Cours: 3h00, TD: 1h30)
Crédits: 6
Coefficient: 3

Objectifs de l'enseignement:

Acquérir les connaissances nécessaires de la mécanique des fluides telles que les principales lois de conservation afin de les adapter aux préoccupations des expérimentateurs et des ingénieurs/concepteurs : calcul & dimensionnement de structures, organes et réseaux de distribution des systèmes des énergies renouvelables. Compléments de connaissances techniques en mécanique des fluides appliquée aux réseaux hydrauliques

Connaissances préalables recommandées:

Programme de MDF de Licence.

Développer une expertise dans le domaine des méthodes analytiques et numériques afin de comprendre et d'utiliser les concepts avancés de la mécanique des fluides.

Des travaux portant sur la résolution analytique et numérique (avec l'aide d'un logiciel commercial) permettent de mieux comprendre la matière théorique. Projet de synthèse.

Contenu de la matière:

| | |
|---|---------------------|
| Chapitre 1: Rappels sur la statique des Fluides (cas des réservoirs et enceintes de stockage) | (1 semaine) |
| Chapitre 2 : Concept de la Dynamique des fluides (rappel des équations sans démonstration) | (1 semaine) |
| Chapitre 3 : Les régimes d'écoulement des fluides primaires et secondaires en énergies renouvelables | (2 semaines) |
| Chapitre 4 : Application des lois de conservation (masse, quantité de mouvement et énergie) à ces régimes (cas de problèmes types) | (3 semaines) |
| Chapitre 5 : Ecoulement dans les conduites (introduction des écoulements de FANNO et de REILEY) | (3 semaines) |
| Chapitre 6 : Calcul des réseaux de distribution et point de fonctionnement d'un système thermodynamique | (3 semaines) |
| Chapitre 7 : Phénomènes transitoires dans un système : coup de bélier | (2 semaines) |

Mode d'évaluation:

Contrôle continu : 40 % ; Examen : 60 %.

Références bibliographiques:

1. *Thermohydraulique multiphasique, document de cours, G. BERTHOUD, ENSPG – France, 1993.*
2. *Boiling condensation and gas –liquid flow, P. B. WHALLEY, Oxford, 1987.*
3. *Multiphase Flow Dynamics, Kaviany, Maasoud, 1- Fundamentals.*
4. *Multiphase Flow Dynamics, Kaviany, M., 2- Thermal and Mechanical Interactions.*

Semestre: 1

Unité d'enseignement: UEF 1.1.2

Matière: Transferts Thermiques Approfondis et Phénomènes de transport

VHS: 45h (Cours: 1h30, TD: 1h30)

Crédits: 4

Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement:

Il est difficile de trouver une activité humaine où n'intervient pas un échange de chaleur, par exemples: Energie solaire, machines thermiques, chauffage centrale, production de vapeur, isolation, refroidissement de composants, géothermie, etc. Le jeune ingénieur ou chercheur doit donc en connaître les principes fondamentaux et les notions relatives aux mécanismes d'échanges thermiques. Il doit être capable d'évaluer ces échanges thermiques, dégager leurs ordres de grandeurs par des modélisations simples et rapides.

Connaissances préalables recommandées:

Physique théorique - Thermodynamique - Mécaniques des fluides - Calculs différentiels et intégrales

Contenu de la matière:

Chapitre 1 : GENERALITES SUR LES TRANSFERTS DE CHALEUR : Introduction – Définitions - Formulation d'un problème de Transfert de chaleur: bilan d'énergie -expression du flux d'énergie **(1 semaine)**

Chapitre 2 : TRANSFERT DE CHALEUR PAR CONDUCTION EN REGIME PERMANENT : Equation de la chaleur - Transfert unidirectionnel: mur et cylindre creux multicouches - prise en compte des transferts radiatifs - Transfert Multidirectionnel: Méthode du coefficient de forme - Méthodes numériques - Ailettes : flux extrait par une ailette - efficacité d'une ailette - choix des ailettes **(2 semaines)**

Chapitre 3 : TRANSFERT DE CHALEUR PAR CONDUCTION EN REGIME VARIABLE : Conduction unidirectionnelle en régime variable : milieu à température uniforme –transfert unidirectionnel dans des milieux limités - systèmes complexes : méthode des quadripôles - Conduction unidirectionnelle en régime variable avec changement d'état - Conduction multidirectionnelle en régime variable **(3 semaines)**

Chapitre 4 : TRANSFERT DE CHALEUR PAR RAYONNEMENT : Généralités et définitions - Lois du rayonnement - Rayonnement réciproque de plusieurs surfaces - Calcul des flux - Analogie électrique - Echange radiatif impliquant un milieu non transparent, Emission et absorption des gaz : spectre d'émission des gaz – échange thermique entre un gaz et une paroi **(3 semaines)**

Chapitre 5: TRANSFERT DE CHALEUR PAR CONVECTION : Rappels sur l'analyse dimensionnelle - Convection sans changement d'état: Généralités et Définitions - Expression du flux de chaleur –Calcul du flux de chaleur en convection forcée - Calcul du flux de chaleur en convection naturelle

- Convection avec changement d'état: condensation – ébullition **(2 semaines)**

Chapitre 6: ECHANGEURS DE CHALEUR : généralités et définitions - expression du flux échangé - efficacité d'un échangeur - nombre d'unités de transfert - calcul d'un échangeur - Echangeurs a faisceaux complexes **(2 semaines)**

Chapitre 7: TABLES ET ABAQUES FOURNIES : Propriétés physiques de certains corps - Propriétés physiques de l'air et de l'eau - Efficacités des ailettes - Equations et fonctions de Bessel - Principales transformations intégrales : Laplace, Fourier, Hankel - Valeur de la fonction Erf - Emissivités de certains corps - Fraction d'énergie rayonnée par un corps noir - Facteurs de forme géométriques de rayonnement - Epaisseurs de gaz équivalentes vis-à-vis du rayonnement - Abaques NUT **(2 semaines)**

Mode d'évaluation:

Contrôle continu : 40 % ; Examen : 60 %.

Références bibliographiques:

- 1- J.F. SACADURA, " *Initiation aux Transferts Thermiques* ", CAST technique et documentation, 1978.
- 2- F. KREITH, " *Transmission de la Chaleur et Thermodynamique* ", 'traduction', Masson, 1967.
- 3- Mc. ADAMS, " *Principles of Heat Transfer* ", Mc GRAW-HILL, 1989.
- 4- J. P. HOLMAN, " *Heat Transfer* ", Mc Graw-Hill 7th Edition, 1992
- 5- FRANK P. INCROPERA, " *Introduction to Heat Transfer* ", John Willey & Sons; 3rd edition, 1996.
- 6- *Initiation aux transferts thermiques*, J. F. SACADURA, Paris, 1978.
- 7- *Exercices sur le cours d'échanges thermique*, M. F. MARINET et al., document de cours ENSHMG – Grenoble – France, 1984.
- 8- *Transfert de chaleur, Tome 1 : les principes*, J. CRABOL, Edition Masson, 1990.
- 9- *Transfert de chaleur, Tome 2 : Applications industrielles*, J. CRABOL, Edition Masson, 1990.
- 10- *Transfert de chaleur, Tome 3 : Corrigés des problèmes*, J. CRABOL, Edition Masson, 1992.
- 11- *Etude de la conduction, Travail expérimentale*.
- 12- *Cours et données de base – Transferts thermiques – Mécanique des fluides anisothermes*, J. TOINE et J. P. PETIT, Edition Dunod – Paris, 1995.
- 13- Hladik J., « *Métrologie des propriétés thermophysiques des matériaux*, Masson, 1990.
- 14- Holman J.P., « *Heat transfer* », seventh edition, Mac Graw Hill, 1990.
- 15- Özisik M. N., « *Heat conduction* », John Wiley & Sons, Inc., 1993.
- 16- Philipon A., « *Echanges thermiques* », Ecole d'Ingénieurs de l'Équipement Rural, Ouagadougou, 1988.
- 17- Pitts D. R., Sissom L. E., « *Theory and problems of heat transfer* », Schaum's Outline Series, 1977.
- 18- Rohsenow W. M., Hartnett J. P., Ganic E. N., « *Handbook of heat transfer fundamentals* », Mac Graw Hill, 1985.
- 19- Sacadura J.-F., « *Initiation aux transferts thermiques* », Technique et documentation, Lavoisier, 1989.
- 20- Taine J., Petit J.-P., « *Transferts thermiques, cours et données de base* », Dunod, 1995.
- 21- Wong H.Y., « *Heat transfer for engineers* », Longman, 1977.

Semestre: 1

Unité d'enseignement: UEF 1.2.1

Matière: *Notions de météorologie et Gisements renouvelables*

VHS: 45h (Cours: 1h30, TD: 1h30)

Crédits: 4

Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement:

Acquérir une bonne connaissance des aspects scientifiques et techniques d'évaluation du potentiel des énergies renouvelables.

Se familiariser avec les outils utilisés pour évaluer les ressources énergétiques

Connaissances préalables recommandées:

Niveau et programme de licence dans une spécialité engineering.

Contenu de la matière:

- | | |
|--|----------------------|
| Chapitre 1: Conversion électrique solaire | (2 semaines) |
| -Technologies des cellules et modules photovoltaïques | |
| -Technologies des systèmes photovoltaïques | |
| Chapitre 2: Conversion thermique solaire | (3 semaines) |
| -Technologies des basses températures solaires | |
| -Technologies de la concentration solaire | |
| -Technologies des hautes températures solaires | |
| -Techniques d'évaluation des ressources éoliennes | |
| Chapitre 3: Technologies des éoliennes | (2 semaines) |
| Technologies des systèmes éoliens | |
| Chapitre 4: Ressources et technologies de conversion géothermales | (2 semaines) |
| Chapitre 5: Puissance hydraulique: ressources et technologies de conversion | (2 semaines) |
| Chapitre 6: Biomasse (ressources et technologies de conversion) | (2 semaines) |
| Chapitre 7: Hydrogène solaire | (2 semaines) |
| Chapitre 8: Etudes économiques en énergies renouvelables | (1 semaine) |

Prévoir selon les moyens et l'environnement disponible:

Application : Potentiel des énergies renouvelables en Algérie

Séminaire: Etats de l'art dans les technologies des énergies renouvelables et les Techniques d'évaluation des ressources solaires

Visite : à une centrale solaire PV ou thermique ou hybride

Mode d'évaluation:

Contrôle continu : 40 % ; Examen : 60 %.

Références bibliographiques:

- 1- Ahmed F. Zobar, Ramesh Bansal, "Handbook of Renewable Energy Technology", World Science (2011)
- 2- Henrik Lund "Renewable Energy Systems" Academic Press (2010)
- 3- D. P. Kothari, K. C. Singal and Rakesh Ranjan "Renewable Energy Sources and Emerging Technologies", PHI Lear. Priv. Ltd (2008)
- 4- J. Duffie, and W. Beckman: Solar Engineering of Thermal Processes, John Wiley & Sons, New York, 1991
- 5- Charles Wereko-Brobby: Biomass Conversion and Technology, John Wiley & Sons, 1996
- 6- B. H. Khan "Non-Conventional Energy Resources Mc Graw Hill, 2nd Edn, 2009

Semestre: 1

Unité d'enseignement: UEF 1.2.2

Matière: Méthodes numériques Appliquées

VHS: 45h (Cours: 1h30, TD: 1h30)

Crédits: 4

Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement:

L'étudiant aura les compétences nécessaires pour modéliser numériquement des phénomènes de transport dans le domaine des énergies renouvelables. La modélisation est basée sur des méthodes de discrétisation numérique en vue d'une meilleure compréhension des phénomènes d'écoulements de fluide couplés à des transferts de chaleur et de masse

Connaissances préalables recommandées:

Connaissances en mécanique des fluides et transfert de chaleur et de masse,

- Analyse mathématique,
- Analyse numérique,
- Langages de programmation informatique.

Contenu de la matière:

| | |
|--|---------------------|
| Chapitre 1 : Méthodes d'étude et description mathématique des phénomènes de transport | (2 semaines) |
| Chapitre 2 : Principales méthodes numériques de discrétisation | (2 semaines) |
| Chapitre 3 : Problèmes de diffusion et rayonnement | (3 semaines) |
| Chapitre 4 : Problèmes de convection-diffusion | (3 semaines) |
| Chapitre 5 : Calcul de champ d'écoulement | (2 semaines) |
| Chapitre 6 : Applications dans le domaine des énergies renouvelables | (3 semaines) |

Mode d'évaluation:

Contrôle continu : 40 % ; Examen : 60 %.

Références bibliographiques:

- 1- Patankar, *Numerical heat transfer and fluid flow*, McGrawHill, Hemisphere, Washington, D.C, 1980.
- 2- H.K. Versteeg et W. Malalasekera, *An introduction to computational fluid dynamics. The Finite volume method*, Longman scientific & technical, London, 1995.
- 3- V. R. Voller, *Basic Control Volume Finite Element Methods for Fluids and Solids*, World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., Singapore, 2009.
- 4- Joe D. Hoffmann, "Numerical Methods for Engineers and Scientists", 2nd Ed., McGraw-Hill, New York, 2001.
- 5- Chapra, S. C., and Canale, R. P., "Numerical Methods for Engineers", 3rd Ed., McGraw-Hill, New York, 1998.
- 6- Aslak Tveito and Ragnar Winther, "Introduction to Partial Differential Equations: A Computational", Springer-Verlag, New York, 1998.
- 7- Y. Pinchover and J. Rubinstein, "An Introduction to Partial Differential Equations", Cambridge University Press, 2005.
- 8- Richard hyberman, "Elementary Applied Partial Differential Equations", 2nd. Ed., Prentice Hall, USA, 1983.
- 9- Klauss A. Hoffmann, Steve T. Chiang, "Computational Fluid Dynamics", 4th Ed., Engineering Education System, USA, 2000.
- 10- William F. Ames, "Numerical Methods for Partial Differential Equations", 2nd Ed., Academic Press, USA, 1977.

Semestre: 1

Unité d'enseignement: UEM 1.1.1

Matière: Energies Renouvelables et Enjeux énergétiques

VHS: 45h (TP: 3h00)

Crédits: 2

Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

Les étudiants (ayant choisi cette orientation recherche) pourront par exemple devenir des spécialistes ou experts dans ce domaine, leur permettant de développer pour le pays et la région des projets concernant la conception et l'implantation de systèmes à grande efficacité énergétique, alimentés par des sources à énergies renouvelables.

Connaissances préalables recommandées:

Programme de Licence de la Mécanique des Fluides. La Thermodynamique Fondamentale. Les Transferts Thermiques. Les caractéristiques de l'Environnement. Les différents types de l'Energie. Notions de Chimie Générale

Contenu de la matière:

| | |
|---|---------------------|
| Chapitre 1 : développement des énergies et matières renouvelables, de quoi parle-t-on ? | (2 semaines) |
| Chapitre 2: enjeux au niveau des énergies | (2 semaines) |
| Chapitre3: enjeux au niveau de l'environnement | (2 semaines) |
| Chapitre 4 enjeux au niveau des politiques | (2 semaines) |
| Chapitr 5: enjeux au niveau de l'emploi | (2 semaines) |

Mode d'évaluation:

Contrôle continu : 100 %

Références bibliographiques:

1. *Les énergies renouvelables: état des lieux et perspectives* By Claude Acket, Jacques Vaillant. 2011
2. *Pascale GILLON, Énergie : enjeux et perspectives, cnrs cours en ligne, Mars (2013*
3. *Michel JEHAN, L'hydrogène au service des énergies renouvelables, exposé en ligne, McPhy Energy S.A., 21 mars 2012.*
4. *Manuel sur les statistiques de l'énergie, agence internationale de l'énergie, OCDE/AIE,(2005).*
5. *Bent Sørensen ,Renewable Energy, Elsevier academic press,Third Edition (2005-)*
Documentations du ministre algérienne de l'énergie.
6. *Documentations du l'Organisation des Nations unies concernant l'environnement et les changements climatiques.*

Semestre: 1
Unité d'enseignement: UEM 1.1.2
Matière: TP Gisements renouvelables et météorologie
VHS: 37h30 (TP: 2h30)
Crédits: 4
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement:

L'élaboration de cartes solaires ou de cartes de vents, serait d'une grande importance surtout lorsqu'elle est réalisée sur une année type. Une année type est un fichier de données climatiques relatives à une année, parfois réelle mais le plus souvent artificielle, constituée de mois réels, représentative du climat moyen d'un site. Ce fichier est utilisé comme entrée d'un programme de simulation pour évaluer le bilan thermique d'un système ou simplement analyser son fonctionnement et son évolution.

Connaissances préalables recommandées:

Programme de Licence de la Mécanique des Fluides. La Thermodynamique Fondamentale. Les Transferts Thermiques. Les caractéristiques de l'Environnement. Les différents types de l'Energie. Notions de Chimie Générale

Contenu de la matière

1) Généralités

- le rayonnement solaire
- conversion de l'énergie renouvelable

2) Gisements énergétiques solaires :

- réalisation expérimentale
- préparation de thermocouples
- préparation du pyranomètre
- description du prototype
- rayonnement solaire global calculé
- évolution du rayonnement solaire global mesure

3) Gisements énergétiques éoliens :

- conditions atmosphériques
- modèles de distribution de la vitesse du vent
- données climatologiques et bâtiment

4) Gisements énergétiques de géothermie :

- principe de fonctionnement et usage de la géothermie
- géothermie basse et moyenne température
- capteurs horizontaux
- sondes géothermales verticales
- autres usages de la géothermie
- géothermie haute énergie

5) Méthodes utilisées pour la sélection de l'année type d'un gisement énergétique

Mode d'évaluation:

Contrôle continu : 40 % ; Examen : 60 %.

Références bibliographiques:

1. *Évaluation Des Gisements Énergétiques Renouvelables. Rachid Chriqi.2011*
2. *Systèmes énergétiques: offre et demande d'énergie : méthodes d'analyse, pierre Verstraete, Gérard Sarlos, Pierre-André Haldi*
3. *Les énergies renouvelables, Jacques Vernier*
4. *Les Energies renouvelables: idées reçues sur les énergies renouvelables, Francis Meunier*
5. *Les énergies renouvelables : Etats des lieux et perspectives, Jacques Vaillant*

Semestre: 1
Unité d'enseignement: UEM 1.1.3
Matière:
VHS: 22h30 (TP: 1h30)
Crédits: 3
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement:

L'étudiant aura les compétences nécessaires pour modéliser numériquement des phénomènes de transport dans le domaine des énergies renouvelables. La modélisation est basée sur des méthodes de discrétisation numérique en vue d'une meilleure compréhension des phénomènes d'écoulements de fluide couplés à des transferts de chaleur et de masse.

Connaissances préalables recommandées:

Connaissances en mécanique des fluides et transfert de chaleur et de masse,

- Analyse mathématique,
- Analyse numérique,
- Langages de programmation informatique.

Contenu de la matière:

- TP1 : Problèmes de diffusion et rayonnement
- TP2 : Problèmes de convection-diffusion
- TP3 : Calcul de champ d'écoulement
- TP4 : Applications dans le domaine des énergies renouvelables
- Autres.....

Mode d'évaluation:

Examen : 100 %.

Références bibliographiques:

- 1- *1 S.V. Patankar, Numerical heat transfer and fluid flow, McGrawHill, Hemisphere, Washington, D.C, 1980.*
- 2- *H.K. Versteeg et W. Malalasekera, An introduction to computational fluid dynamics. The Finite volume method, Longman scientific & technical, London, 1995.*
- 3- *V. R. Voller, Basic Control Volume Finite Element Methods for Fluids and Solids, World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., Singapore, 2009.*
- 4- *Joe D. Hoffmann, "Numerical Methods for Engineers and Scientists", 2nd Ed., McGraw-Hill, New York, 2001.*
- 5- *Chapra, S. C., and Canale, R. P., "Numerical Methods for Engineers", 3rd Ed., McGraw-Hill, New York, 1998.*
- 6- *Aslak Tveito and Ragnar Winther, "Introduction to Partial Differential Equations: A Computational", Springer-Verlag, New York, 1998.*
- 7- *Y. Pinchover and J. Rubinstein, "An Introduction to Partial Differential Equations", Cambridge University Press, 2005.*

- 8- Richard hyberman, "Elementary Applied Partial Differential Equations", 2nd. Ed., Prentice Hall, USA, 1983.
- 9- Klauss A. Hoffmann, Steve T. Chiang, "Computational Fluid Dynamics", 4th Ed., Engineering Education System, USA, 2000.
- 10-William F. Ames, "Numerical Methods for Partial Differential Equations", 2nd Ed., Academic Press, USA, 1977.
- 11-Documentation fournie avec MAPLE.

Semestre: 1

Unité d'enseignement: UET 1.1.1

Matière: Anglais Technique et terminologie

VHS: 22h30 (Cours: 1h30)

Crédits: 1

Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

Stabiliser les connaissances antérieures en anglais. Pratique de l'anglais dans les champs disciplinaires.

Retour sur les règles principales de la langue anglaise. Laboratoire de langue pour la compréhension de l'anglais.

Exposés en anglais sur les champs disciplinaires :

I. Introduction à la langue anglaise en milieu scientifique et technique

Techniques de communication : orale, écrite, gestuelle, symbolique.

Orale : résumé et présentation d'un document, prise de notes à partir de communications orales, élaboration et échange de messages oraux, Expression gestuelle.

Ecrire : Extraction des idées d'un document scientifique, Ecriture d'un message scientifique, Elaboration d'un document scientifique, Echange d'information par écrit.

Terminologie techniques dans le domaine des énergies renouvelables

Connaissances préalables recommandées:

Niveaux d'Anglais de Débutant et Avancé.

Contenu de la matière :

Découverte du Lexique Technique.

Retour sur les règles principales de la langue anglaise.

Laboratoire de langue pour la compréhension de l'anglais.

Exposés en anglais sur les champs disciplinaires, particulièrement les champs technologiques des énergies renouvelables.

Mode d'évaluation:

; Examen : 100 %.

Références bibliographiques:

1. *Joseph Eisenstadt ---Technical English for Mechanical Engineering Students, 1994.*
2. *Vocabulaire anglais courant, Jean-Bernard Piat, 2004.*

Proposition de quelques matières de découverte

Semestre:

Unité d'enseignement: UED...

Matière: Techniques des transferts appliqués au séchage

VHS: 45h (Cours: 1h30, TD: 1h30)

Crédits: 4

Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement:

Connaissance des caractéristiques des corps humide, diagramme de Mollier, les diverses méthodes de séchage et les bilans y affairant, ainsi que quelques schémas de procédés industriels et leur description.

Connaissances préalables recommandées:

Contenu de la matière

- Concepts, procédés et exemples
- Caractéristiques des produits humides, déplacement de l'humidité
- Propriétés des gaz humides : le diagramme h-X
- Transfert de masse et d'énergie dans le séchage par convection
- Cinétique du séchage, parcours du séchage, temps de séchage
- Le séchage par convection : gaz de séchage et chaleur nécessaire, étapes dans l'économie de l'énergie, diverses méthodes dans le séchage par convection
- Le séchage par contact
- Le séchage par radiation
- Le séchage diélectrique
- Le séchage par congélation ou sublimation
- La conception des séchoirs : vue d'ensemble des séchoirs, choix et design

Mode d'évaluation:

Contrôle continu : % ; Examen : %.

Références bibliographiques:

- 1- Thermal Separation Processes , Principles and Design par :Klaus Sattler & Hans Jacob Feindt; VCH edition; ISBN 3-527-28622-5 (Weinheim ...)

Semestre:
Unité d'enseignement : UED.....
Matière: Techniques Inverses
VHS: 45h (Cours: , TD:)
Crédits:
Coefficient:

Objectifs de l'enseignement:

Acquérir les compétences permettant à partir de l'observation judicieuse d'un phénomène d'identifier les paramètres clés du procédé étudié.

Connaissances préalables recommandées:

Contenu de la matière:

- Théorie de l'estimation
Stratégies d'observations pour l'acquisition d'un signal optimal
 - Planification d'expériences
 - Conception optimale d'expériences
 - Analyse de sensibilité
 - Filtrage de données
- Identification de modèles paramétriques
 - Optimiseurs
 - Algorithmes généraux de minimisation
- Résolution de problème inverse en thermique
 - Modélisation et problèmes inverses
 - Problèmes mal posés
 - Réduction de modèle
 - Méthodes flash et estimation de paramètres

Mode d'évaluation:

Contrôle continu : % ; Examen : %.

Références bibliographiques:

Semestre:

Unité d'enseignement: UED...

Matière:

VHS: 45h (Cours: , TD:)

Crédits:

Coefficient:

Objectifs de l'enseignement:

Connaissances préalables recommandées:

Contenu de la matière:

- Rappel Hydraulique générale et Caractéristiques des écoulements
- Rappels sur les turbomachines (Pompes et turbines hydrauliques)
- Dimensionnement et calcul des turbines
- Principe de production d'énergie électrique à partir de l'énergie hydraulique
- Réalisation et impact sur l'environnement
- Etude d'un barrage
- Centrales Hydro-électriques
 - *Centrale hydro-électrique de basse chute*
 - *Centrale hydro-électrique de haute chute*
- Energie Marine
 - *Présentation des enjeux*
 - *Techniques, conditions nécessaires et potentiels*
 - *Evaluation des impacts*

Mode d'évaluation:

Contrôle continu : % ; Examen : %.

Références bibliographiques:

Semestre:

Unité d'enseignement: UED....

Matière: Méthodes d'Analyse et de Rédaction de Rapports techniques (en Anglais)

VHS: 45h (Cours: 1h30, TD: 1h30)

Crédits: 4

Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement:

Etre capable d'effectuer la synthèse de documentation et de tenir aussi bien le dialogue oral que celui écrit dans le cadre scientifique.

Ecrire : Extraction des idées d'un document scientifique, Ecriture d'un message scientifique, Elaboration d'un document scientifique, Echange d'information par écrit.

I. Acquisition de la confiance en soi en anglais

Approfondissement des techniques de communication par la participation active.

II. Simulation de présentation de projets

Orales : Jeux de rôles, Echange d'idées et de données, Communication téléphonique, Réunions.

Ecrites : Comptes-rendus, correspondances scientifiques et techniques, Message écrit (Fax) et électronique.

Connaissances préalables recommandées:

Niveaux d'Anglais moyen et Avancé.

Contenu de la matière:

Préciser et identifier le destinataire du rapport

Enjeux du rapport

Connaissance du sujet de la part du destinataire

Contexte

Rassembler et traiter l'information et le sujet du rapport

Entretiens, documentation, notes de lectures, comptes rendus.

Plan du Rapport

Introduction, Développement, Conclusion

Mode d'évaluation:

Contrôle continu : % ; Examen : %.

Références bibliographiques:

Semestre:
Unité d'enseignement:
Matière: Audit Energétique
VHS: (Cours: , TD:)
Crédits:
Coefficient:

Objectifs de l'enseignement:

Conformément au cadre défini par la réglementation pour la réalisation d'audits énergétiques, le présent cours a pour objectif, à partir d'une analyse détaillée des données d'un site, de dresser des propositions chiffrées et argumentées de programmes d'économie d'énergie (appelés scénarios) et d'amener le maître d'ouvrage à décider des investissements les plus pertinents. Pour des projets importants, l'audit sera suivi par des études de maîtrise d'œuvre. Il aide le maître d'ouvrage à décider, en connaissance de cause, chiffres en main, le programme des interventions que nécessite son bâtiment. A lui ensuite de choisir des intervenants compétents, de faire réaliser les travaux et les réceptionner, et enfin, de gérer ses consommations énergétiques

Ce cours va permettre aux étudiants de se familiariser avec la méthodologie de choix et prise de décision dans le domaine énergétique afin de réaliser un audit énergétique de qualité. Pour réaliser un audit énergétique, il est nécessaire de distinguer :

- Les outils pour réaliser les diagnostics
- Les personnes qui vont faire le diagnostic, interpréter les résultats et proposer des solutions d'amélioration
- Les démarches globales (diagnostic, analyse, amélioration, rénovation ...) certifiant une qualité après travaux et qui intègrent parfois des critères autres que l'énergie.

Connaissances préalables recommandées:

Contenu de la matière

- Chapitre 1: Introduction aux audits
- Généralités, Définitions et terminologie
- Chapitre 2 : Méthodologie d'audit énergétique
 - Définition d'un audit énergétique
 - Principaux objectifs d'un audit énergétique
 - Etapes de l'audit énergétique
- Chapitre 3 : Diagnostics
 - * Les outils de diagnostic
 - Diagnostic de performance énergétique (DPE)
 - Infiltrométrie (mesure du niveau d'étanchéité à l'air d'un logement)
 - Caméra thermique (thermographie)
 - * Les méthodes de calcul thermique
 - Méthode de calcul TH-C-E ex
 - Simulation thermique dynamique
 - Autres méthodes de calcul
 - * Réalisation des diagnostics et des audits
 - Conseiller info énergie

- Expert en rénovation énergétique ERE
- Pro de la performance énergétique (entreprise)
- Eco artisan : Evaluation thermique globale d'un logement, conseil en rénovation, travaux et contrôle de qualité

- Démarches de rénovation énergétique

Chapitre 4 Plan type du rapport de l'Audit Energétique

- Données essentielles à la réalisation d'un audit de qualité

- Différents points importants de l'étude :

*Objectifs de l'audit.

*Présentation des caractéristiques du bâtiment.

*Analyse des consommations énergétiques

*Présentation des préconisations et des scénarii.

*Différentes analyses et conclusions de l'étude.

- Fiche de synthèse

- Nom du bâtiment,

- Son activité,

- Ses caractéristiques (volume, surface, ...),

- Son emplacement,

- Energies utilisées dans le bâtiment et les consommations,

- Etiquette énergétique du bâtiment,

- Evaluation du bâtiment,

- Améliorations préconisées.

Mode d'évaluation:

Contrôle continu : 40 % ; Examen : 60 %.

Références bibliographiques:

1. www.univ-paris-diderot.fr
2. www.cpcu.fr
3. www.edf.fr
4. www.ademe.fr
5. www.leguide.com
6. www.campusresponsables.com
7. www.europaconcorsi.com

Semestre:

Unité d'enseignement: UED

Matière: Notions d'Aérodynamique et Turbomachines

VHS: 45h00 (Cours: 1h30)

Crédits: 1

Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

La première partie du cours permet d'initier les étudiants aux phénomènes physiques qui facilitent la compréhension de l'aérodynamique. L'attention porte principalement sur les concepts physiques et théoriques fondamentaux ainsi que sur les méthodologies classiques utilisées pour la prédiction de la traînée et portance sur les profils subsoniques des ailes portantes ou des turbomachines.

La deuxième partie du cours permet de familiariser les étudiants aux principaux types de turbomachines et leurs caractéristiques. Donner aux étudiants les bases théoriques du transfert d'énergie dans les turbomachines et un aperçu sur les méthodes de design de ces machines utilisées dans divers secteurs.

Connaissances préalables recommandées:

Thermodynamique appliquée - mécanique des fluides - dynamique des gaz

Contenu de la matière:

PARTIE 1 : AERODYNAMIQUE

- Corps en mouvement ou fluide en mouvement
- Origines des forces de résistance
- Coefficient sans dimensions
- Efforts et moments exercés sur le profil
- Profils minces, méthode de Glauert
- Aérodynamique des Eoliennes
- Profil d'envergure finie, tourbillons marginaux
- Théorie de la ligne portante

PARTIE 2 : TURBOMACHINES

- GENERALITES SUR LES TURBOMACHINES : introduction - classification des turbomachines -présentation de l'écoulement et équations de mouvements -triangles des vitesses, mécanismes des échanges énergétiques : échange entre les aubages mobiles et le fluide, travail échangé a la traversée du rotor - travail indiqué.
- SIMILITUDE DES TURBOMACHINES : analyse dimensionnelle - machines en fonctionnement semblable - représentation des caractéristiques des machines - limitations des lois de similitude - influence du nombre de Reynolds - effet d'échelle
- SOUFFLANTES ET VENTILATEURS : description - particularités de l'écoulement - diagramme des pressions - caractéristiques réelles: courbe caractéristique, décollement tournant - types de ventilateurs
- POMPES CENTRIFUGES : description - installation sur un circuit - organes constitutifs: distributeur, roue, diffuseur et volute - structure de l'écoulement dans la roue: pompes radiales, triangles des vitesses - caractéristiques de fonctionnement: fonctionnement réel : conditions de fonctionnement.- pertes d'énergie, caractéristiques réelles.
- NOTIONS THEORIQUES SUR LES EOLIENNES : Le vent - Théorie de Betz - Effets de la rotation - Prise en compte de l'élément de la pale d'hélice - Corrections de Prandtl et de Glauert - Dimensionnement optimal des pales pour une puissance maximale

Mode d'évaluation:

Examen : 100 %.

Références bibliographiques:

- 1- FAURE, Th. *Dynamique des fluides appliquée. Applications à l'aérodynamique. 2008, Dunod, Paris.*
- 2- J. COUSTEIX *Aérodynamique, turbulence et couche limite, 1989, Cépadues éditions*
- 3- J. COUSTEIX *Aérodynamique, couche limite laminaire, Cépadues éditions, 1989)*
- 4- PARASCHIVOIU "Aérodynamique Subsonique", 1998, Éditions de l'École Polytechnique de Montréal.
- 5- ANDERSON, Jr, J.D, *Fundamentals of aerodynamics. 3rd edition. 2001. McGraw Hill, Columbus.*
- 6- BERTIN & CUMMINGS *Aerodynamics for engineers. 2008, 5th edition. Prentice Hall.*
- 7- *TECHNIQUE DE L'INGENIEUR, Tome B4, Machine Hydraulique Et Thermique*
- 8- R. OUZIAUX, *Mécanique des fluides appliquée, tome II, Dunod, Paris*
- 9- KRYSINSKI, JAN, *Turbomachines : théorie générale / Jan Krysinski. - Alger : Office Des Publications Universitaires, 1986. -*
- 10- PLUVIOSE, MICHEL, *Ingénierie des turbomachines : circuits, aubages, vibrations, effets instationnaires... et des exercices résolus - Paris : Ellipses, 2003*
- 11- SEDILLE, MARCEL, *Turbomachines hydrauliques et thermiques 2, pompes centrifuges et axiales, turbines hydrauliques - Paris : Masson, 1967*
- 12- SEDILLE, MARCEL, *Turbomachines hydrauliques et thermiques 3, thermodynamique technique - Paris : Masson, 1969*
- 13- HANSEN, M. O. *Aerodynamics of Wind Turbines, 2008, Second Edition. Earthscan Edition*

Semestre:

Unité d'enseignement: UED 1.1.2

Matière: *Réglementation et Normes*

VHS: 22h30 (Cours: 1h30)

Crédits: 1

Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

Un contrôle d'efficacité énergétique (contrôle de conformité aux normes), s'appliquant aux bâtiments neufs, aux appareils et aux véhicules à moteurs, est institué par la loi.

La mise en oeuvre de la loi relative à la maîtrise de l'énergie repose principalement sur le programme national de maîtrise de l'énergie(PNME), un programme à moyen terme. Les actions et les projets inscrits dans le cadre du PNME sont réalisés grâce à l'apport du fonds national pour la maîtrise de l'énergie, dont le rôle essentiel sera d'impulser le marché de la maîtrise de l'énergie. Les projets porteurs d'efficacité énergétiques pourraient bénéficier d'avantages financiers, fiscaux et de droits de douanes.

Connaissances préalables recommandées:

Contenu de la matière

- Cadre de réglementations spécifique,
- Les normes et exigences d'efficacité énergétique et d'économie d'énergie, régissent les constructions et bâtiments neufs ainsi que les appareils fonctionnant à l'électricité, aux gaz et aux produits pétroliers,
- La Réglementation Thermique dans le Bâtiment,
- Les normes et exigences d'efficacité énergétique et d'économie d'énergie,
- Le Rendement énergétique, le système d'étiquetage, le certificat d'homologation.
- Le contrôle d'Efficacité Energétique,
- L'Audit Energétique,
- Sensibilisation et financement de la maîtrise de l'énergie,
- Les mesures d'incitation,
- La Coordination des Actions, Contrôle et Sanctions.

Mode d'évaluation:

Examen : 100 %.

Références bibliographiques: