

Semestre 1

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 : 18 Coefficients : 9	Mathématiques 1	6	3	3h00	1h30		67h30	82h30	40%	60%
	Physique 1	6	3	3h00	1h30		67h30	82h30	40%	60%
	Structure de la matière	6	3	3h00	1h30		67h30	82h30	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 1.1 Crédits : 9 Coefficients : 5	TP Physique 1	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP Chimie 1	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	Informatique 1	4	2	1h30		1h30	45h00	55h00	40%	60%
	Méthodologie de la rédaction	1	1	1h00			15h00	10h00		100%
UE Découverte Code : UED 1.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	Les métiers en sciences et technologies 1	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
UE Transversale Code : UET 1.1 Crédits : 2 Coefficients : 2	Langue étrangère 1 (Français et/ou anglais)	2	2	3h00			45h00	05h00		100 %
Total semestre 1		30	17	16h00	4h30	4h30	375h00	375h00		

Semestre 2

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 1.2 Crédits : 18 Coefficients : 9	Mathématiques 2	6	3	3h00	1h30		67h30	82h30	40%	60%
	Physique 2	6	3	3h00	1h30		67h30	82h30	40%	60%
	Thermodynamique	6	3	3h00	1h30		67h30	82h30	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 1.2 Crédits : 9 Coefficients : 5	TP Physique 2	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP Chimie 2	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	Informatique 2	4	2	1h30		1h30	45h00	55h00	40%	60%
	Méthodologie de la présentation	1	1	1h00			15h00	10h00		100%
UE Découverte Code : UED 1.2 Crédits : 1 Coefficients : 1	Les métiers en sciences et technologies 2	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
UE Transversale Code : UET 1.2 Crédits : 2 Coefficients : 2	Langue étrangère 2 (Français et/ou anglais)	2	2	3h00			45h00	05h00		100 %
Total semestre 2		30	17	16h00	4h30	4h30	375h00	375h00		

Semestre 3

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 2.1.1 Crédits : 10 Coefficients : 5	Mathématiques 3	6	3	3h00	1h30		67h30	82h30	40%	60%
	Ondes et vibrations	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 2.1.2 Crédits : 8 Coefficients : 4	Mécanique des fluides	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Mécanique rationnelle	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 2.1 Crédits : 9 Coefficients : 5	Probabilités et statistiques	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Informatique 3	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	Dessin technique	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP Ondes et vibrations	1	1			1h00	15h00	10h00	100%	
UE Découverte Code : UED 2.1 Crédits : 2 Coefficients : 2	Technologie de base	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
	Métrologie	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
UE Transversale Code : UET 2.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	Anglais technique	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
Total semestre 3		30	17	13h30	7h30	4h00	375h00	375h00		

Semestre 4

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 2.2.1 Crédits : 6 Coefficients : 3	Thermodynamique 2	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Fabrication Mécanique	2	1	1h30			22h30	27h30		100%
UE Fondamentale Code : UEF 2.2.2 Crédits : 8 Coefficients : 4	Mathématiques 4	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Méthodes numériques	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 2.2.3 Crédits : 4 Coefficients : 2	Résistance des matériaux	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 2.2 Crédits : 9 Coefficients : 5	Dessin Assisté par Ordinateur	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP Mécanique des fluides	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP Méthodes numériques	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP Résistance des matériaux	1	1			1h00	15h00	10h00	100%	
	TP Fabrication Mécanique	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
UE Découverte Code : UED 2.2 Crédits : 2 Coefficients : 2	Electricité industrielle	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
	Sciences des Matériaux	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
UE Transversale Code : UET 2.2 Crédits : 1 Coefficients : 1	Techniques d'expression et de communication	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
Total semestre 4		30	17	12h00	6h00	7h00	375h00	375h00		

Semestre 5

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 3.1.1 Crédits : 10 Coefficients : 5	Mécanique des fluides 2	6	3	3h00	1h30		67h30	82h30	40%	60%
	Transfert de chaleur 1	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 3.1.2 Crédits : 8 Coefficients : 4	Turbomachines 1	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Conversion d'énergie	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 3.1 Crédits : 9 Coefficients : 5	TP Transfert de chaleur	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP Turbomachines 1	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP Conversion d'énergie	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	Mesure et instrumentation	3	2	1h30		1h00	37h30	37h30	40%	60%
UE Découverte Code : UED 3.1 Crédits : 2 Coefficients : 2	Eléments de machines	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
	Régulation et asservissement	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
UE Transversale Code : UET 3.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	Environnement et développement durable	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
Total semestre 5		30	17	13h30	6h00	5h30	375h00	375h00		

Semestre 6

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 3.2.1 Crédits : 10 Coefficients : 5	Turbomachines 2	6	3	3h00	1h30		67h30	82h30	40%	100%
	Moteurs à combustion interne	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	100%
UE Fondamentale Code : UEF 3.2.2 Crédits : 8 Coefficients : 4	Machines Frigorifiques et pompes à chaleur	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	100%
	Transfert de chaleur 2	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	100%
UE Méthodologique Code : UEM 3.2 Crédits : 9 Coefficients : 5	Projet de Fin de Cycle	4	2			3h00	45h00	55h00	100%	
	TP Machines Frigorifiques et pompes à chaleur	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP Moteurs à combustion interne	1	1			1h00	15h00	10h00	100%	
	TP régulation et asservissement	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
UE Découverte Code : UED 3.2 Crédits : 2 Coefficients : 2	Energies renouvelables	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
	Cryogénie	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
UE Transversale Code : UET 3.2 Crédits : 1 Coefficients : 1	Projet Professionnel et Pédagogique	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
Total semestre 6		30	17	12h00	6h00	7h00	375h00	375h00		

Les modes d'évaluation présentés dans ces tableaux, ne sont données qu'à titre indicatif, l'équipe de formation de l'établissement peut proposer d'autres pondérations.

Récapitulatif global de la formation :

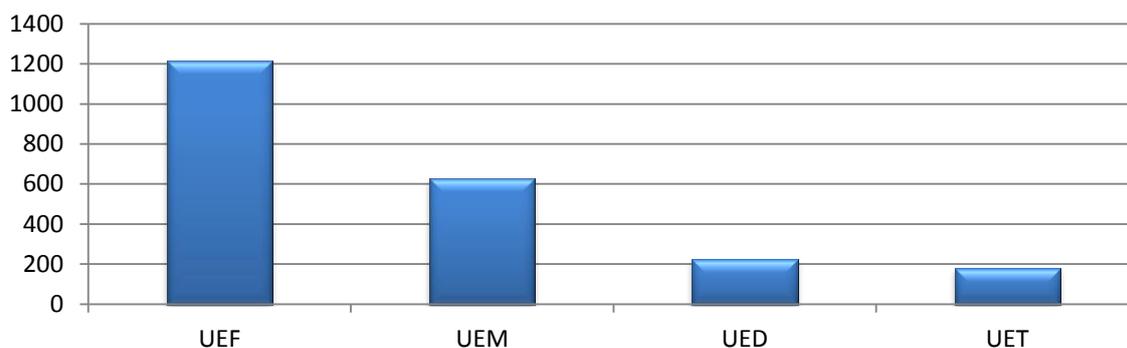
VH \ UE	UE	UEF	UEM	UED	UET	Total
Cours		720h00	120h00	225h00	180h00	1245h00
TD		495h00	22h30	---	---	517h30
TP		---	487h30	---	---	487h30
Travail personnel		1485h00	720h00	25h00	20h00	2250h00
Autre (préciser)		---	---	---	---	---
Total		2700h00	1350h00	250h00	200h00	4500h00
Crédits		108	54	10	8	180
% en crédits pour chaque UE		60 %	30 %	10 %		100 %

Crédits des unités d'enseignement

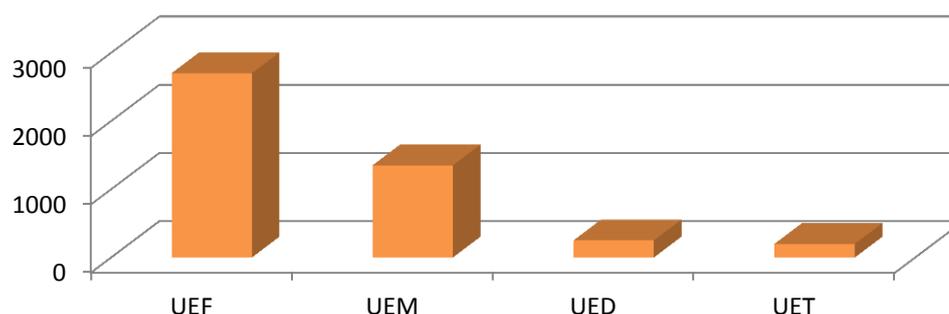


- Unités Fondamentales 60%
- Unités méthodologiques 30%
- Unités de découverte et transversales 10%

Volume horaire présentiel



Volume horaire global



III - Programme détaillé par matière des semestres S5 et S6

Semestre : 5

Unité d'enseignement : UEF 5.1.1

Matière : Mécanique des fluides 2 (MDF2)

VHS: 67h00 (cours: 3h00, TD: 1h30)

Crédits : 6

Coefficient : 3

Objectifs de l'enseignement:

cette matière constitue une suite à la mécanique des fluides 1, elle s'intéresse à la cinématique des fluides, à la théorie des couches limite et à l'analyse dimensionnelle et similitude.

Connaissances préalables recommandées:

MDF 1, Thermodynamique, Physique 1 et 2

Contenu de la matière :

Chapitre 1. Cinématique des fluides

(6 semaines)

- Systèmes de référence
- Equation de continuité : forme différentielle
- Notions de débit volumique et de débit massique
- Ecoulements rotationnels et irrotationnels
- Circulation et vorticité
- Ecoulements irrotationnels ou à potentiel de vitesse
- Ecoulements Plans
- Ecoulements potentiels élémentaires
- Superposition d'écoulements simples
- Méthode de superposition graphique
-  l ments de la théorie potentielle complexe
- Ecoulements potentiels élémentaires exprimés sous forme complexe
- Méthode des transformations conformes

Chapitre 2. Théorie de la couche limite

(5 semaines)

- Introduction
- Echelles et paramètres caractéristiques de la couche limite
- Etude de la couche limite laminaire
- Transition vers la turbulence
- Etude de la couche limite turbulente
- Application : développement de la couche limite dans un tube circulaire

Chapitre 3. Analyse dimensionnelle et similitude

(4 semaines)

- Introduction
- Analyse dimensionnelle
- Similitude
- Applications

Mode d'évaluation : Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

Références bibliographiques :

1. R. Comolet, *Mécanique expérimentale des fluides*, Editeur Masson, 1976, Tomes I, II et III.
2. R. B. Bird, W. E. Stewart, E. N. Lightfoot, *Transport Phenomena*, Wiley editor, 1960
3. Rjucsh K. Kundu, I. M. Cohen, *Fluid Mechanics, 2nd Edition*, Academic Press, 2002
4. D. P. Kessler and R. A. Greenkorn, *Momentum, Heat, and Mass transfer: Fundamentals*, M. Dekker, 1999.
5. T. C. Papanastasiou, G. C. Georgiou and A. N. Alexandrou, *Viscous fluid flow*, CRC Press LLC, 2000.
6. G. Emanuel, *Analytical Fluid, Dynamics*, 2nd edition, CRC Press, 2000.
7. R. W. Fox, A. T. Mc Donald and P. J. Pritchard, *Introduction to fluid mechanics*, sixth edition, Wiley and sons editor, 2003
8. G. K. Batchelor, FRS, *An Introduction to fluid dynamics*, Cambridge University Press.

Semestre : 5

Unité d'enseignement : UEF 3.1.1

Matière : Transfert de chaleur 1

VHS: 45h00 (cours: 1h30, TD: 1h30)

Crédits : 4

Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement:

Apprécier les pouvoirs conducteurs de la chaleur des matériaux usuels, évaluer les taux de transfert de chaleur par conduction en régime stationnaire pour des géométries courantes. Appliquer aux ailettes rectangulaires. Connaître les mécanismes des transferts de chaleur entre un fluide et une surface solide.

Connaissances préalables recommandées:

Thermodynamique, MDF, Mathématique

Contenu de la matière :

Chapitre 1. Introduction des transferts thermiques et position vis-à-vis de la thermodynamique. (1 semaines)

Chapitre 2. Lois de base des transferts de chaleur. (2 semaines)

Chapitre 3. Conduction de la chaleur (7 semaines)

- Loi de Fourier.
- Conductivité thermique et ordres de grandeur pour les matériaux usuels. Discussion des paramètres dont dépend la conductivité thermique.
- Equation de l'énergie, les hypothèses simplificatrices, et les différentes formes. Les conditions aux limites spatiales et initiales. Les quatre conditions linéaires et leur signification pratique. Dans quelles conditions peut-on les réaliser ?
- Quelques solutions de l'équation de la chaleur, en coordonnées cartésiennes, cylindriques et sphériques avec les conditions linéaires.
- Cas des systèmes conductifs avec sources de chaleur.
- L'analogie électrique en stationnaire.
- Le problème de l'ailette rectangulaire longitudinale : Equation de l'ailette. Résolution. Calcul du rendement et de l'efficacité de l'ailette. Généralisation du concept d'ailette. Application à l'ailette radiale de profil uniforme.

4. Transfert de chaleur par convection (5 semaines)

- Mécanismes des transferts de chaleur par convection. Paramètres intervenant dans les transferts convectifs.

- Mise en évidence des différents types de transfert par convection : Convection forcée, naturelle et mixte. Citer des exemples courants. Discerner entre transfert convectif laminaire et turbulent dans les deux modes forcé et naturel.
- Méthodes de résolution d'un problème de convection (Analyse dimensionnelle et expériences, méthodes intégrales pour les équations approchées de couche limite, résolution des équations représentant la convection et analogie avec des phénomènes similaire comme les transferts de masse.)
- Analyse dimensionnelle alliée aux expériences : Théorème Pi, faire apparaître les nombres sans dimensions les plus utilisés en convection (Reynolds, Prandtl, Grashoff, Rayleigh, Peclet et Nusselt) forcée et naturelle. Expliquer la signification de ces nombres.

Mode d'évaluation : Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

Références bibliographiques :

1. J. F. Sacadura coordonnateur, *Transfert thermiques : Initiation et approfondissement*, Lavoisier 2015.
2. Kreith, F.; Boehm, R.F.; et. al., *Heat and Mass Transfer, Mechanical Engineering Handbook* Ed. Frank Kreith, CRC Press LLC, 1999.
3. Bejan and A. Kraus, *Heat Handbook Handbook*, J. Wiley and sons 2003.
4. F. Kreith and M. S. Bohn. *Principles of Heat Transfer*. 6th ed. Pacific Grove, CA: Brooks/Cole, 2001.
5. Y. A. Cengel, *Heat and Mass Transfer*, Mc Graw Hill
6. H. D. Baehr and K. Stephan, *Heat and Mass transfer, 2nd revised edition*, Springer Verlag editor, 2006.
7. J. L. Battaglia, A. Kuzik et J. R. Puiggali, *Introduction aux transferts thermiques*, Dunod 2010
8. De Giovanni B. Bedat, *Transfert de chaleur*, Cépaduès, 2012
9. J. P. Holman. *Heat Transfer*. 9th ed. New York: McGraw-Hill, 2002.
10. F. P. Incropera and D. P. DeWitt. *Introduction to Heat Transfer*. 4th ed. New York: John Wiley & Sons, 2002.
11. J. Taine, J. P. Petit, *Transfert de chaleur et mécanique des fluides anisothermes*, Dunod, 1988.
12. N. V. Suryanaraya. *Engineering Heat Transfer*. St. Paul, Minn.: West, 1995.
13. H. D. Baehr and K. Stephan, *Heat and Mass transfer, 2nd revised edition*, Springer Verlag

Semestre : 5

Unité d'enseignement : UEF 3.1.1

Matière : Turbomachines 1

VHS: 45h00 (cours: 1h30, TD: 1h30)

Crédits : 4

Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement:

Appliquer la mécanique des fluides à des systèmes techniques comme les pompes et les turbines hydrauliques. Savoir dimensionner et installer des pompes. Connaître l'origine de la défaillance des pompes. Calculer, sélectionner et installer selon la demande différents types de turbines hydrauliques.

Connaissances préalables recommandées:

MDF1, Thermodynamique

Contenu de la matière :

Chapitre 1. Définitions et théorie générale des turbomachines. (4 semaines)

- Classifications des turbomachines,
- Théorie générales, théorème d'Euler
- Diagramme de vitesse
- Hauteur, puissance
- Rendement des turbomachines
- Composante de l'énergie transférée
- Degré de réaction, variation de charge, degré de réaction,

Chapitre 2. Similitudes dans les turbomachines (3 semaines)

- Relations générales,
- Invariants de Rateau
- Autres coefficients
- Machines en fonctionnement semblables
- Généralisation
- Vitesse spécifique

Chapitre 3. Les Pompes (3 semaines)

- Relations générales
- Pompes centrifuges et pompes axiales
- Descriptions, triangles des vitesses, rendements

Chapitre 4. Cavitation dans les pompes**(2 semaines)**

- Origine et critères de la cavitation,
- Manifestation,
- Influence de différents facteurs,
- Similitude de cavitation.

Chapitre 5. Turbines hydrauliques**(3 semaines)**

- La turbine Pelton
- La turbine à réaction
- La turbine Francis
- La turbine Kaplan

Mode d'évaluation : Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

Références bibliographiques :

1. P. HENRY, *Turbomachines hydrauliques*, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes 1992.
2. M. Sedille, *Turbomachines Hydrauliques et thermiques*, Masson 1970.
3. P. Henry, *Turbomachines hydrauliques*, 1992W.
4. Peng, *Fundamentals of Turbomachinery*, Wiley and Sons 2008.
5. M. Pluiose, *Ingénierie des turbomachines, Circuits, vibrations, effets instationnaires et des exercices résolus, génie énergétique*, Ellipses 2003.
6. P. Chambadal, *La turbine à gaz*, 1997
7. R. Bidard et J. Bonnin, *Energétique et turbomachines*, Eyrolles 1979.
8. L. Vivier, *Turbines à vapeur et à gaz*, 1965
9. M. Pluiose, *Conversion d'énergie par Turbomachines*, 2009
10. J. Krysinski, *Turbomachines, théorie générale*, OPU, Alger 1986.
11. R. Bidard, J. Bonnin, *Energétique et Turbomachines*, Eyrolles, Paris 1979.
- A. Jaumotte, *Turbopompes centrifuges*, P.U. Bruxelles 1979.
12. Jaumotte, *Turbomachines : ventilateurs, soufflantes et compresseurs centrifuges*, P.U. de Bruxelles 1979.
13. Adam Troskolanski, *Les Turbopompes (Théorie Tracé et Construction)*, Eyrolles 1977.

Semestre : 5

Unité d'enseignement : UEF 3.1.1

Matière : Conversion d'énergie

VHS: 45h00 (cours: 1h30, TD: 1h30)

Crédits : 4

Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement:

Appliquer les concepts de la thermodynamique acquise durant les années précédentes à diverse machines productrices ou consommatrices de l'énergie. Rechercher par l'analyse exergetique les possibilités d'amélioration ou les défaillances des systèmes thermodynamiques réels. Analyse énergétique des systèmes mettant en œuvre la combustion.

Connaissances préalables recommandées:

Thermodynamique

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Les cycles de puissance à une seule phase : (4 semaines)

Définitions. Cycle de Carnot. Cycle d'Otto. Cycle Diesel. Cycle mixte. Cycle de Joule - Brayton. Cycle d'Ericsson. Cycle de Stirling. - Cycle à préchauffe ou à régénérateur- Cycle multi étagé avec régénérateur, refroidissement et réchauffe intermédiaire. Différents composants d'une centrale thermique à gaz.

Chapitre 1 : Les cycles de puissance à deux phases: (4 semaines)

Rappels sur le changement de phase. Cycle de Rankine. Cycle de Hirn. Cycle à resurchauffe. Cycle à un ou plusieurs soutirages de vapeur. Cycle mixte (gaz-capteur). Centrales thermiques à vapeur. Installations hybrides (solaire-gaz). Installations à cogénération. Notion sur les centrales nucléaires.

Chapitre 1 : L'exergie et l'analyse exergetique des systèmes thermodynamiques (3 semaines)

Application au centrales thermiques à gaz et aux centrales thermiques à vapeur.

Chapitre 1 : Thermodynamique de la combustion (3 semaines)

Propriétés des mélanges, combustion stœchiométrique, chaleur de formation et pouvoirs calorifiques, température de flamme adiabatique. Cinétique chimique : Réactions élémentaires, les réactions en chaîne et la production de radicaux libres, les recombinaisons, constantes d'équilibre, taux de réaction. Modèles simplifiés de combustion, dépendance par rapport à la pression, équilibre partiel et états quasi-stationnaire. Autoallumage, et allumage spontané, effet de la pression sur la température d'autoallumage, allumage commandé, flux de chaleur critique pour l'allumage.

Mode d'évaluation : Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

Références bibliographiques :

1. R. E. Sonntag and J. G. Van Wylen, *Fundamentals of classical thermodynamics*, Ed. J. Wiley & Sons, 1978
2. Kaster, *Thermodynamique 6ème édition*, Masson 1968
3. R. kling, *Thermodynamique et application*, Edition Technip.
4. M. Bertin, J. P. Faroux et J. Renault, *Thermodynamique*, Dunod Université, 1981.
5. M. W. Zemansky and R.H. Dittmann, *Heat and Thermodynamic*; 7th edition, Mc Graw Hill 1981.
6. J. P. Perez, *Thermodynamique, Fondements et applications, seconde édition*, Masson 1997.
7. S. Mc Allister, Jyh-Yuan Chen and A. Carlos Fernandez-Pello, *Fundamentals of Combustion Processes*, Springer editor, 2011.
8. T. Poinot and D. Veynante, *Theoretical and Numerical Combustion*, Edwards editor, 2005

Semestre : 5

Unité d'enseignement : UEM 3.1

Matière : TP Transfert de chaleur

VHS: 22h30 (TP: 1h30)

Crédits : 2

Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement:

Connaissances préalables recommandées:

Transfert de chaleur, thermodynamique

Contenu de la matière :

Prévoir quelques expériences en relation avec le *Transfert de chaleur* selon les moyens disponibles.

Mode d'évaluation : Contrôle continu 100%.

Références bibliographiques :

Semestre : 5

Unité d'enseignement : UEM 3.1

Matière : TP Turbomachines 1

VHS: 22h30 (TP: 1h30)

Crédits : 2

Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement:

Illustrer pratiquement le comportement de turbomachines de type hydraulique, pompes et turbines hydrauliques.

Connaissances préalables recommandées:

Turbomachines

Contenu de la matière :

Prévoir quelques expériences en relation avec *les turbomachines* selon les moyens disponibles.

Mode d'évaluation : Contrôle continu 100%.

Références bibliographiques :

Semestre : 5

Unité d'enseignement : UEM 3.1

Matière : TP Conversion d'énergie

VHS: 22h30 (TP: 1h30)

Crédits : 4

Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement:

Mettre en pratique sur des machines énergétiques les principes de conversion d'énergie

Connaissances préalables recommandées:

Conversion d'énergie

Contenu de la matière :

Prévoir quelques expériences en relation avec la conversion d'énergie selon les moyens disponibles.

Mode d'évaluation : Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

Références bibliographiques :

Mode d'évaluation : Contrôle continu 100%.

Semestre : 5

Unité d'enseignement : UEF 3.1.1

Matière : Mesure et instrumentation

VHS: 34h00 (cours: 1h30, TD: 1h00)

Crédits : 3

Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement:

Acquérir les différentes techniques expérimentales et de mesure particulièrement celles utilisées en énergétique. Apprendre à choisir les bons instruments et les bons capteurs pour monter ses propres expériences. Etre capable d'apprécier les erreurs.

Connaissances préalables recommandées:

Thermodynamique, MDF, Transfert de chaleur, électricité...

Contenu de la matière :

Chapitre 1. Mesures des épaisseurs et des longueurs (5 semaines)

- Les instruments mécaniques
- Les instruments pneumatiques
- Les instruments optiques
- L'appréciation des erreurs

Chapitre 2. Mesures de température (5 semaines)

- Thermocouples, thermistances, détecteurs infra-rouges, pyromètres.
- L'étalonnage des capteurs thermiques
- Les erreurs liées aux capteurs thermiques. Le choix des capteurs.
- L'acquisition automatique des mesures et les cartes d'acquisition.

Chapitre 3. Mesures des débits, des vitesses et des pressions (5 semaines)

- Les différents débitmètres
- Le choix et les erreurs liées à chaque type
- Les tubes de Pitot, Präsil et Prandtl
- Les anémomètres à fils chauds et films chauds, anémomètres laser Doppler, PIV
- Mesures de pression : Capteurs mécaniques, capteurs piezo-électriques
- Mesures électriques
- Le traitement du signal
- L'interprétation des résultats
- La mise au point des expériences

Mode d'évaluation : Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

Références bibliographiques :

1. R.J. Goldstein, *Fluid Mechanics Measurements*, 1983
2. J.O. Hinze, *Turbulence*, Mc Graw-Hill Book Cie, Inc, 1975
3. C.G. Lomas, *Fundamentals of hot wire anemometry*, Cambridge Univ. Press. 1986
4. E. Guyon, J.P. Hulin et L. Petit, *Hydrodynamique physique*, CNRS Ed. 2001

Semestre : 5

Unité d'enseignement : UED 3.1

Matière : Eléments de machines

VHS: 22h30 (cours: 1h30)

Crédits : 1

Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement:

Fournir aux étudiants une formation scientifique et technologique dans le domaine de la construction mécanique et cela par la connaissance des éléments et pièces de machines standards, utilisés dans la construction des structures mécaniques, leur normalisation ainsi que la transmission mécanique de puissance.

Connaissances préalables recommandées:

Dessin Industriel, RDM, Fabrication mécanique.

Contenu de la matière :

Chapitre 1: introduction **(2 semaines)**

Généralité (la Construction mécanique, Etude de la conception, Coefficient de sécurité, Normes, Economie, Fiabilité)

Chapitre 2 : Les assemblages filetés **(3 semaines)**

Vis, Boulons, goujons, calcul de résistance (Cisaillement, matage, flexion, serrage d'un système hyperstatique...

Chapitre 3: Engrenages **(3 semaines)**

- Engrenage cylindrique (dentures droite et hélicoïdale), Engrenage conique (denture droite et hélicoïdale), vis sans fin.
- Etude dynamique (Pression superficielle, Résistance à la rupture)

Chapitre 4 : Arbres et axes **(2 semaines)**

- Calcul du diamètre préalable des axes et arbres,
- Vérification des arbres et axes à la fatigue

Chapitre 5 : Transmission de mouvement (calcul et dimensionnement) **(3 semaines)**

- Paliers et butées lisses,
- Paliers et butées à roulements,
- Roues de friction, Courroies
- Chaînes....

Chapitre 5 : Accouplements, embrayages et freins**(2 semaines)****Mode d'évaluation :** Examen final : 100%**Références bibliographiques :**

1. Buchet Jean David Morvan. *Les engrenages* Ed. : Delcourt G. Productions 01/2004
2. Georges Henriot. *Les engrenages* Ed. : Dunod
3. Alain Pouget , Thierry Berthomieu , Yves Boutron, Emmanuel Cuenot. *Structures et mécanismes - Activités de construction mécanique* Ed. Hachette Technique
4. R. Quatremer, J-P Trotignon, M. Dejans, H. Lehu. *Précis de Construction Mécanique, Tome 1, Projets-études, composants, normalisation*, AFNOR, NATHAN 2001.
5. R. Quatremer, J-P Trotignon, M. Dejans, H. Lehu. *Précis de Construction Mécanique, Tome 3, Projets-calculs, dimensionnement, normalisation*, AFNOR, NATHAN 1997.
6. Youde Xiong, Y. Qian, Z. Xiong, D. Picard. *Formulaire de mécanique, Pièces de construction*, EYROLLES, 2007.
7. Jean-Louis FANCHON. *Guide de Mécanique*, NATHAN, 2008.
8. Francis ESNAULT. *Construction mécanique, Transmission de puissance, Tome 1, Principes et Ecoconception*, DUNOD, 2009.
9. Francis ESNAULT. *Construction mécanique, Transmission de puissance, Tome 2, Applications*, DUNOD, 2001.
10. Francis ESNAULT, DUNOD. *Construction mécanique, Transmission de puissance, Tome 3, Transmission de puissance par liens flexibles*, 1999.
11. Bawin, V. et Delforge, C., *Construction mécanique* , Edition originale : G. Thome, Liège, 1986.
12. M. Szwarcman. *Eléments de machines*, édition Lavoisier 1983
13. W. L. Cleghorn. *Mechanics of machines*, Oxford University Press, 2008.

Semestre : 5

Unité d'enseignement : UED 3.1

Matière : Régulation et asservissement

VHS: 22h30 (cours: 1h30)

Crédits : 1

Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement:

Reconnaître les principales techniques de régulation des systèmes mécanique et les composants mis en œuvre

Connaissances préalables recommandées:

Mathématiques, méthodes numériques

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Terminologie des systèmes de commande (1 semaines)

- Schéma fonctionnel d'un système asservi
- Éléments constitutifs d'un schéma fonctionnel d'un système asservi

Chapitre 2: Transformation de Laplace (2 semaines)

Définitions et propriétés

Chapitre 3 : Fonctions de Transfert (2 semaines)

- Algèbre des schémas fonctionnels et fonction de transfert des systèmes

Chapitre 4 : Etude d'un système asservi du premier ordre (3 semaines)

- Définition et fonction de transfert
- Réponse du système aux différents signaux d'entrée

Chapitre 5 : Etude d'un système asservi du second ordre (3 semaines)

- Définition et fonction de transfert
- Réponse du système aux différents signaux d'entrée
- Représentation du système dans le plan complexe

Chapitre 6 : Diagramme de BODE et de Nyquist des systèmes asservis (2 semaines)

Chapitre 7 : Etude de stabilité des systèmes asservis (2 semaines)

- Critères analytiques de stabilité d'après Routh et Hurwitz
- Critère géométrique d'après Nyquist

Mode d'évaluation : Examen final : 100%.

Références bibliographiques :

- 1- Henri Bourles *systèmes linéaires de la modélisation à la commande*. Lavoisier 2006, Paris.
- 2- Jean Marie Flans *la régulation industrielle*. Hermès 1994 ; Paris.
- 3- Philippe de Larminat *Automatique commande des systèmes linéaires*. Hermès 1996 ; Paris.
- 4- E. Godoy, *Régulation industrielle Collection: Technique et Ingénierie*, Dunod, L'Usine Nouvelle 2007
- 5- J-M. Flaus, *La régulation industrielle: Régulateurs PID, prédictifs et flous*, Hermes Sciences 1994

Semestre : 5

Unité d'enseignement : UET 3.1

Matière : Environnement et développement durable

VHS: 22h30 (cours: 1h30)

Crédits : 1

Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement:

Sensibiliser à la relation entre énergie, environnement et développement durable et maîtriser les sources de pollution ; les réduire afin de garantir un développement durable.

Connaissances préalables recommandées:

Mécanique des fluides, thermodynamique Fondamentale, transferts thermiques, et caractéristiques de l'environnement.

Contenu de la matière :

Chapitre I : Introduction à la notion d'environnement (2 semaines)

Définition de l'environnement, Définition générale, Définition juridique, Bref historique, L'homme et l'environnement, Comment l'homme a modifié son environnement, La démographie bouc émissaire.

Chapitre II : La notion de développement durable (2 semaines)

Définition, Bref historique, Les principes fondamentaux du développement durable, Le principe éthique, Le principe de précaution, Le principe de prévention, Les objectifs du développement durable, les enjeux environnementaux du développement durable

Chapitre III : Environnement et ressources naturelles (4 semaines)

Introduction, Les ressources, L'eau, L'air, Les énergies fossiles (le pétrole, le gaz naturel, le charbon,...), Les autres énergies (solaire, Eolien, hydraulique, géothermie, biomasse,...), Les éléments minerais, La biodiversité, Les sols, Les ressources alimentaires

Chapitre IV : Les substances (4 semaines)

Les différents types de polluants, Les polluants réglementés, Les composés organiques, Les métaux lourds, Les particules, Les chlorofluorocarbones, Les effets de différentes substances sur l'environnement, Effet de serre et changement climatique, Destruction de la couche d'ozone, Acidification, eutrophisation et photochimie, Les pluies acides. Les pics d'ozone ; Effets sur les matériaux ; Effets sur les écosystèmes : forêt, réserve d'eau douce, Effets sur la santé. Les différents types d'émetteurs, La nomenclature Corinair.

Chapitre V : Préservation de l'environnement (3 semaines)

Introduction de nouveaux matériaux, Réserve du pétrole aux usages nobles, Amélioration de l'efficacité énergétique, Le recyclage, Les mécanismes économiques, juridiques et réglementaires de préservation de l'environnement, Le rôle des pouvoirs publics dans la résolution des problèmes environnementaux, L'option envisageable des solutions privées, Les politiques environnementales actuelles, Le principe de pollueur-payeur, La fiscalité écologique: les écotaxes, Le marché des permis d'émission négociables.

Mode d'évaluation : Examen : 100 %.

Références bibliographiques :

- 1- De Jouvenel, B., 1970, *Le thème de l'environnement , Analyse et prévision*, 10, pp. 517533.
- 2- Faucheux S., Noël J-F, *Economie des ressources naturelles et de l'environnement* , Armand Collin, Paris.
- 3- Reed D. (Ed.), 1999, *Ajustement structurel, environnement et développement durable* , l'Harmattan, Paris, 1995.
- 4- Vivien F.-D, *Histoire d'un mot, histoire d'une idée : le développement durable à l'épreuve du temps* , Ed. scientifiques et médicales Elsevier ASA, pp. 19-60, 2001.
- 5- Boutaud, Aurélien. ; Gondran, Natasha, *L'empreinte écologique* , Paris : La Découverte, 2009. - 128 p.
- 6- Lazzeri, Yvette (Dir.); préface de Gérard Guillaumin, *Développement durable, entreprises et territoires: vers un renouveau des pratiques et des outils* , Paris: L'Harmattan, 2008. - 284

Semestre : 6

Unité d'enseignement : UEF 3.2.1

Matière : Machines frigorifiques et pompes à chaleur

VHS: 45h00 (cours: 01h30 , TD: 01h30)

Crédits : 4

Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement:

Apprendre les techniques de production du froid et des principaux éléments techniques utilisés dans ce vaste domaine.

Connaissances préalables recommandées:

Thermodynamique, turbomachines, régulation, éléments de machines

Contenu de la matière :

Chapitre1. Généralités (2 semaines)

- Historique du froid
- Cycle frigorifique de Carnot
- Coefficient de performance du cycle de Carnot

Chapitre2. Cycle thermodynamique d'une machine frigorifique à compression de vapeur (3 semaines)

- Représentation du cycle thermodynamique de base (sur un diagramme T-s et P-h)
- Représentation du cycle thermodynamique pratique (sur un diagramme T-s et P-h)
- Bilan thermique du cycle thermodynamique
- Notion de Fluides frigorigènes
- Etude des performances (COP,...)
- Applications industrielles du froid
-

Chapitre3. Composants d'une machine frigorifique à compression de vapeur (3 semaines)

- Compresseurs
- Evaporateurs
- Condenseurs
- Organes de détente

Chapitre4. Autre types de machines frigorifiques (3 semaines)

- Principe de fonctionnement d'une machine frigorifique à absorption
- Cycle frigorifique à air

Chapitre5. Cycle thermodynamique d'une Pompe à Chaleur (3 semaines)

- Schéma fluidique
- Vanne d'inversion du cycle
- Etude des performances (saison été et saison hiver)
- Différentes types de pompes à chaleur (géothermique, etc.)

Mode d'évaluation : Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

Références bibliographiques :

1. H. Recknagel, E-R. Schramek, E. Sprenger, *Génie climatique*, Dunod 2013
2. W. Maake, H.-J. Eckert, J-L. Cauchepin, Le Pohlmann - Manuel technique du froid, PYC Livres.
3. J. Desmons, *Aide-mémoire de l'ingénieur : Génie climatique*, Dunod
4. F. Meunier, D. Mugnier, *La climatisation solaire. Thermique ou photovoltaïque*, DUNOD 2013.
5. F. Meunier, P. Rivet, M-F. Terrier, *Froid industriel - 2ème édition*, DUNOD 2010
6. Horst Herr, *Génie énergétique et climatique Chauffage, froid, climatisation*, Dunod Tech 2014

Semestre : 6

Unité d'enseignement : UEF 3.2.1

Matière : Transfert de Chaleur 2

VHS: 45h00 (cours: 01h30, TD: 01h30)

Crédits : 4

Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement:

Evaluer les flux convectés ou rayonnés dans différentes situations. Etre capable de modéliser un problème thermique et de le résoudre dans des cas stationnaires et géométries simples. Etre capable de faire le bon choix des matériaux pour toute application thermique.

Connaissances préalables recommandées:

Thermodynamique et mathématique de L1 et L2.

Contenu de la matière :

Chapitre 1. Suite des transferts par convection du premier semestre (5 semaines)

- Résolution approchée des équations de la couche limite : Méthodes intégrales. Traiter complètement les cas de la plaque plane horizontale en convection forcée et celui de la plaque plane verticale en convection naturelle. Déduire les relations $Nu=f(Re, Pr)$ et $Nu=f(Gr, Pr)$.
- Solution exacte de la convection forcée laminaire sur une plaque plane horizontale et plaque plane verticale en convection naturelle. Déduire les relations $Nu=f(Re, Pr)$ et $Nu=f(Gr, Pr)$, comparer avec l'analyse approchée.
- Convection laminaire dans un cylindre. Hypothèses et résolution du problème. Déduction du Nusselt avec température imposée et flux imposé.

Chapitre 2. Transfert de chaleur par rayonnement (6 semaines)

- Introduction : Notions d'angle solides.
- Mécanisme du transfert radiatif de surface et de volume.
- Définitions et lois générales (Luminance, éclairement, intensité, émittance..)
- Formule de Bouguer, loi de Kirchhoff et loi de Draper
- Le corps noir (CN). La loi de Planck. Flux émis par le CN dans une bande spectrale. La loi de Stefan-Boltzmann.
- Propriétés radiatives des surfaces et relations entre elles.
- Echanges radiatifs entre deux plans parallèles infiniment étendus séparés par un milieu transparent. Notions d'écran.
- Echange radiatif entre deux surfaces concaves noires. Notions de facteurs de forme. Relations de réciprocités. Règle de sommation. Règle de superposition. Règle de symétrie. Facteurs de forme entre surfaces infiniment longues. La méthode des cordes croisées.

- Flux perdu par une surface concave.
- Echanges radiatifs entre n surfaces quelconques formant une enceinte. Règles de l'enceinte pour les facteurs de forme. Méthode des éclaircissements-radiosité pour évaluer les flux échangés.
- Analogie électrique en transfert radiatif.
- Echange radiatif entre surfaces séparées par un milieu semi-transparent (MST) émettant et absorbant, méthode simplifiée ne faisant pas intervenir l'équation de transfert radiatif. Propriétés radiatives des MST, calotte sphérique de Hottel. Emissivités et absorptivités des mélanges des MST gazeux.

Chapitre 3. Echangeurs de chaleur et Chaudières :

(4 semaines)

- **Notions sur les échangeurs :** Classification – Différentes types–Utilisations industrielles–Evolution des températures dans les échangeurs–Flux échangé–Coefficient global d'échange– Méthodes de calcul des échangeurs– Méthode de la différence de température logarithmique moyenne DTLM - Méthode du nombre d'unités de transfert NUT- Comparaison des deux méthodes.
- **Chaudières :** Différents types de chaudières - Etude des pertes - Efficacité.

Mode d'évaluation : Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

Références bibliographiques :

1. J. F. Sacadura coordonnateur, *Transfert thermiques : Initiation et approfondissement*, Lavoisier 2015.
2. Kreith, F.; Boehm, R.F.; et. al., *Heat and Mass Transfer, Mechanical Engineering Handbook* Ed. Frank Kreith, CRC Press LLC, 1999.
- A. Bejan and A. Kraus, *Heat Handbook Handbook*, J. Wiley and sons 2003.
3. F. Kreith and M. S. Bohn. *Principles of Heat Transfer*. 6th ed. Pacific Grove, CA: Brooks/Cole, 2001.
4. Y. A. Cengel, *Heat transfer, a practical approach*, Mc Graw Hill, 2002
5. Y. A. Cengel, *Heat and Mass Transfer*, Mc Graw Hill
6. H. D. Baehr and K. Stephan, *Heat and Mass transfer, 2nd revised edition*, Springer Verlag editor, 2006.
7. J. L. Battaglia, A. Kuzik et J. R. Puiggali, *Introduction aux transferts thermiques*, Dunod 2010
8. De Giovanni B. Bedat, *Transfert de chaleur*, Cépaduès, 2012
9. J. P. Holman. *Heat Transfer*. 9th ed. New York: McGraw-Hill, 2002.
10. F. P. Incropera and D. P. DeWitt. *Introduction to Heat Transfer*. 4th ed. New York: John Wiley & Sons, 2002.
11. J. Taine, J. P. Petit, *Transfert de chaleur et mécanique des fluides anisothermes*, Dunod, 1988.
12. M. F. Modest. *Radiative Heat Transfer*. New York: McGraw-Hill, 2014
13. R. Siegel and J. R. Howell. *Thermal Radiation Heat Transfer*. 3rd ed. Washington, D.C.: Hemisphere, 2003.
14. N. V. Suryanaraya. *Engineering Heat Transfer*. St. Paul, Minn.: West, 1995.
15. H. D. Baehr and K. Stephan, *Heat and Mass transfer, 2nd revised edition*, Springer Verlag

Semestre : 6

Unité d'enseignement : UEF 3.2.2

Matière : Turbomachines 2

VHS: 67h00 (cours: 3h00, TD: 1h30)

Crédits : 6

Coefficient : 3

Objectifs de l'enseignement:

Appliquer les lois de la mécanique des fluides et de la thermodynamique aux machines productrices d'énergie et consommatrices d'énergie mécanique utilisant des fluides compressibles. Connaître les problèmes liés à ce type de machines durant leurs exploitations.

Connaissances préalables recommandées:

Thermodynamique et mécanique des fluides.

Contenu de la matière :

Chapitre 1. Présentation d'une turbine axiale : (semaine)

Notions d'aérodynamique des profils portants, portance et traînée, angle de pertes.

Chapitre 2. Grandeurs thermodynamiques statiques et totales: (semaine)

définition de l'état total et représentation graphique sur le diagramme (h,s).

Chapitre 3. Equations générales des turbomachines : (semaine)

Conservation d'enthalpie totale en canal fixe, conservation de la rothalpie en canal mobile.

Chapitre 4. Etude des tuyères (tuyère simple et tuyère de Laval): (semaine)

Différents régimes de fonctionnement (subsonique, sonique, supersonique), Blocage sonique, Ondes de choc à front droit.

Chapitre 5. Théorie de la turbine à action monocellulaire : (semaine)

Principe et définition, expressions du travail massique, triangles des vitesses, rôle du canal fixe et de canal mobile, représentation thermodynamique du fonctionnement réel sur le diagramme (h,s), pertes dans le stator, pertes dans le rotor, pertes par vitesse restante, notion de chute disponible, rendement aérodynamique.

**Chapitre 6. Etude de la roue Curtis. Turbines multicellulaires. –
Turbines à réaction : (semaine)**

principe et définition, représentation du fonctionnement réel sur le diagramme (h,s), Rendement aérodynamique.

Chapitre 7. Les compresseurs : (semaine)

Triangle des vitesses, Evolution thermodynamique du fluide dans le cas d'une machine de compression, Calcul du travail massique et de la puissance, rendements, phénomène de pompage dans les compresseurs.

Chapitre 8. Les ventilateurs. (semaine)

Rôle des turbomachines dans les Installations industrielles, aspects technologiques.

Mode d'évaluation : Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

Références bibliographiques :

1. P. HENRY, *Turbomachines hydrauliques*, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes 1992.
2. M. Sedille, *Turbomachines Hydrauliques et thermiques*, Masson 1970.
3. P. Henry, *Turbomachines hydrauliques*, 1992W.
4. Peng, *Fundamentals of Turbomachinery*, Wiley and Sons 2008.
5. M. Pluviose, *Ingénierie des turbomachines, Circuits, vibrations, effets instationnaires et des exercices résolus, génie énergétique*, Ellipses 2003.
6. P. Chambadal, *La turbine à gaz*, 1997
7. R. Bidard et J. Bonnin, *Energétique et turbomachines*, Eyrolles 1979.
8. L. Vivier, *Turbines à vapeur et à gaz*, 1965
9. M. Pluviose, *Conversion d'énergie par Turbomachines*, 2009
10. J. Krysinski, *Turbomachines, théorie générale*, OPU, Alger 1986.
11. R. Bidard, J. Bonnin, *Energétique et Turbomachines*, Eyrolles, Paris 1979.
12. Jaumotte, *Turbopompes centrifuges*, P.U. Bruxelles 1979.
13. Jaumotte, *Turbomachines : ventilateurs, soufflantes et compresseurs centrifuges*, P.U. de Bruxelles 1979.
14. Adam Trokolanski, *Les Turbopompes (Théorie Tracé et Construction)*, Eyrolles 1977.

Semestre : 6

Unité d'enseignement : UEF 3.2.2

Matière : Moteurs à combustion interne

VHS: 45h00 (cours: 01h30 , TD: 01h30)

Crédits : 4

Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement:

Connaître le fonctionnement des différents types de moteurs à combustion interne tant sur le plan thermodynamique que sur le plan mécanique.

Connaissances préalables recommandées:

Thermodynamique et mathématiques de L1 et L2.

Contenu de la matière :

Chapitre 1. Généralités (2 semaines)

- Principe de fonctionnement et classification des moteurs thermiques
- Carburants des moteurs à combustion interne

Chapitre 2. La thermodynamique des cycles moteurs (4 semaines)

- Le cycle Beau de Rochas
- Le cycle Diesel
- Le cycle Sabathé
- Les cycles réels et les rendements
- Bilan énergétique
- Alimentation en carburant pour les moteurs à essence
- Système d'allumage pour les moteurs à essence
- Combustion

Chapitre 3. Cycle réel d'un moteur à combustion interne: (4 semaines)

Admission, Compression; Combustion; Détente; Echappement; Les paramètres indiqués; Les paramètres effectifs; Construction du diagramme indiquée théorique.

Chapitre 4. Dynamique des moteurs alternatifs (3 semaines)

- Système bielle manivelle : Etude cinématique – Etude dynamique
- Système de distribution : Etude cinématique – Etude dynamique
- Equilibrage
-

Chapitre 5 Performances et caractéristiques des moteurs alternatifs (2 semaines)

- Paramètres de performances
- Normes
- Caractéristiques : Pleine charge- charges partielles -universelles

Mode d'évaluation : Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

Références bibliographiques :

1. J. B. Heywood, *Internal Combustion Fundamentals*, McGraw Hill Higher Education 1989
2. P. Arquès, *Conception et construction des moteurs alternatifs*, Ellipse 2000
3. J-C. Guibet, *Carburants et moteurs*, 1997
4. P. Arquès, *Moteurs alternatifs à combustion interne (Technologie)*, Masson édition 1987.
5. U.Y. FAMIN GORBAN, A.I., DOBROVOLSKY V.V, LUKIN A.I. et al., *Moteurs marins à combustion interne*, Leningrad: Sudostrojenij, 1989, 344p.
6. W. Diamant, *Moteurs à combustion interne*, ECAM, 1984.
7. M. Desbois, R. Armao, *Le moteur diesel*, Edition Foucher, Paris 1974.
8. M. Menardon, D. Jolivet, *Les moteurs*, Edition Chotard, Paris 1986.
9. M. Desbois, *L'automobile : T1 : les moteurs à 4 temps et à deux temps. T2 : Les organes de transmission et d'utilisation*, Edition Chotard 1989.
10. P. Arquès, *La combustion*, Ellipses Paris 1987.
11. H. Memetau, *Techniques fonctionnelles de l'automobile : Le Moteur et ses auxiliaires*, Dunod Paris 2002.

Semestre : 6

Unité d'enseignement : UEM 3.2

Matière : TP Moteurs à combustion interne

VHS: 15h00 (TP : 01h00)

Crédits : 1

Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement:

Mettre en pratique les connaissances apprises en cours pour évaluer les performances des moteurs à combustion interne.

Connaissances préalables recommandées:

Cours moteurs à combustion interne

Contenu de la matière :

Prévoir quelques expériences en relation avec Moteurs à combustion interne selon la disponibilité des moyens

Mode d'évaluation : Contrôle continu : 100%

Références bibliographiques :

Semestre : 6

Unité d'enseignement : UEM 3.2

Matière : TP machines frigorifiques et pompes à chaleur

VHS: 22h30 (TP : 1h30)

Crédits : 2

Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement:

Connaître le comportement des machines frigorifiques sur le plan pratique, leurs performances et leurs limites.

Connaissances préalables recommandées:

Contenu de la matière :

Prévoir quelques expériences en relation avec les machines frigorifiques et pompes à chaleur selon la disponibilité des moyens.

Mode d'évaluation : Contrôle continu : 100%

Références bibliographiques :

Semestre : 6

Unité d'enseignement : UEM 3.2

Matière : Projet de Fin de Cycle

VHS: 45h00 (TP: 3h00)

Crédits : 4

Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement :

Assimiler de manière globale et complémentaire les connaissances des différentes matières. Mettre en pratique de manière concrète les concepts inculqués pendant la formation. Encourager le sens de l'autonomie et l'esprit de l'initiative chez l'étudiant. Lui apprendre à travailler dans un cadre collaboratif en suscitant chez lui la curiosité intellectuelle.

Connaissances préalables recommandées :

Tout le programme de la Licence.

Contenu de la matière :

Le thème du Projet de Fin de Cycle doit provenir d'un choix concerté entre l'enseignant tuteur et un étudiant (ou un groupe d'étudiants : binôme voire trinôme). Le fond du sujet doit obligatoirement cadrer avec les objectifs de la formation et les aptitudes réelles de l'étudiant (niveau Licence). Il est par ailleurs préférable que ce thème tienne en compte l'environnement social et économique de l'établissement. Lorsque la nature du projet le nécessite, il peut être subdivisé en plusieurs parties.

Remarque :

Durant les semaines pendant lesquelles les étudiants sont en train de s'imprégner de la finalité de leur projet et de sa faisabilité (recherche bibliographique, recherche de logiciels ou de matériels nécessaires à la conduite du projet, révision et consolidation d'un enseignement ayant un lien direct avec le sujet, ...), le responsable de la matière doit mettre à profit ce temps présentiel pour rappeler aux étudiants l'essentiel du contenu des deux matières "Méthodologie de la rédaction" et " Méthodologie de la présentation" abordées durant les deux premiers semestres du socle commun.

A l'issue de cette étude, l'étudiant doit rendre un rapport écrit dans lequel il doit exposer de la manière la plus explicite possible :

- La présentation détaillée du thème d'étude en insistant sur son intérêt dans son environnement socio-économique.
- Les moyens mis en œuvre : outils méthodologiques, références bibliographiques, contacts avec des professionnels, etc.
- L'analyse des résultats obtenus et leur comparaison avec les objectifs initiaux.
- La critique des écarts constatés et présentation éventuelle d'autres détails additionnels.
- Identification des difficultés rencontrées en soulignant les limites du travail effectué et les suites à donner au travail réalisé.

L'étudiant ou le groupe d'étudiants présentent enfin leur travail (sous la forme d'un exposé oral succinct ou sur un poster) devant leur enseignant tuteur et un enseignant examinateur qui peuvent poser des questions et évaluer ainsi le travail accompli sur le plan technique et sur celui de l'exposé.

Mode d'évaluation : Contrôle continu : 100%

Références bibliographiques :

Semestre : 6

Unité d'enseignement : UEM 3.2

Matière : TP régulation et asservissement

VHS: 22h30 (TP: 01h00)

Crédits : 2

Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement:

Montrer sur des systèmes énergétiques des exemples types de régulation et d'asservissement. Par exemple régulation de température ou de pression sur des machines frigorifiques, régulation de débits sur des échangeurs, de niveaux sur des chaudières, de vitesse de rotation sur des turbomachines...

Connaissances préalables recommandées:

Cours de régulation et les matières d'énergétique appliquées.

Contenu de la matière :

Prévoir quelques expériences en relation avec la régulation et l'asservissement.

Mode d'évaluation : Contrôle continu : 100%

Références bibliographiques :

Semestre : 6

Unité d'enseignement : UED 3.2

Matière : Energies renouvelables

VHS: 22h30 (cours: 01h30)

Crédits : 1

Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement:

Faire découvrir à l'étudiant les projections possibles de travail dans le domaine des énergies renouvelables comme les installation de production d'eau chaude sanitaire ou les installations de séchage, la production d'électricité en zones aride et zones non desservies par le réseau électrique, la notion de service rendu, l'utilisation du vent de la biomasse et de la géothermie...

Connaissances préalables recommandées:

Thermodynamique transfert de chaleur, turbomachines...

Contenu de la matière :

Chapitre 1. L'astronomie solaire (2 semaines)

Chapitre 2. Gisements solaire algérien (2 semaines)

Chapitre 3. Conversion thermique de l'énergie solaire (4 semaines)

- Les capteurs solaires plans
- La concentration solaire : Cylindrique, cylindro-parabolique-paraboloïde, héliostats
- Les applications de la conversion thermique solaire
- Le stockage de la chaleur solaire

Chapitre 4. Conversion photovoltaïque (4 semaines)

- Physique des cellules photovoltaïques
- Les différents types de cellules à conversion directe
- L'utilisation des panneaux à conversion directe et la notion de service rendu

Chapitre 5. L'énergie éolienne (3 semaines)

- Gisements éolien
- Les différents types d'éoliennes
- L'utilisation des éoliennes
- 6 La géothermie : Gisement en Algérie et utilisation
- 7 La biomasse : L'utilisation des déchets

Mode d'évaluation : Examen final : 100%.

Références bibliographiques :

1. B. EQUER, J. PERCEBOIS, *Énergie solaire photovoltaïque, 1 : Physique et technologie de la conversion photovoltaïque*, Ellipses 1993
2. P. Gipe, *Wind power : Renewable energy for home, farm, and business*, Chelsea green publishing co, 2004
3. Alain Filloux. *Intégrer les énergies renouvelables* 2014
4. Jacques Vernier. *Les énergies renouvelables* 2014
5. Bernard Wiesenfeld. *Promesses et réalités des énergies renouvelables* 2013
6. Corinne Dubois. *Le guide de l'éolien, techniques et pratiques*. Eyrolles 2009
7. Désiré Le Gourières. *Les éoliennes Théorie, conception et calcul pratique* . Editions du Moulin Cadiou 2008
8. Alain Damien. *La biomasse énergie Définitions, ressources et modes de transformation* 2013
9. Jean Lemale. *La géothermie*. Dunod 2012
10. Philippe Van de Maele, Jean-François Rocchi. *La géothermie et les réseaux de chaleur* Editeur(s) : ADEME, BRGM 2003
11. R. H. Charlier et Charles W. Finkl *Ocean Energy: Tide and Tidal Power* 2008
12. Michael E. McCormick. *Ocean Wave Energy Conversion* 2007
13. Bernard Multon. *Marine Renewable Energy Handbook* 2011
14. Patrick Prouzet et André Monaco. *Development of Marine Resources* 2014

Semestre : 6

Unité d'enseignement : UED 3.2

Matière : Cryogénie

VHS: 22h30 (cours: 01h30)

Crédits : 1

Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement:

Connaître les différents procédés de production des très basses températures. Techniques de liquéfaction du gaz naturel et production des composés liquides de l'air.

Connaissances préalables recommandées:

Thermodynamique et transfert de chaleur

Contenu de la matière :

Chapitre 1 . Rappels thermodynamiques

Chapitre 2. Cycles a gaz (Brayton) - étude du turboréacteur

Chapitre 3. Cycles a changement de phase (Rankine)

Etude des cycles de turbine à vapeur à compression et détente

Chapitre 4. Principales méthodes industrielles d'obtention des basses températures

Chapitre 5. Cycles idéaux de liquéfaction et travail minimal

Chapitre 6 Cycles réels de liquéfaction

Chapitre 7 Séparation des gaz - aspects descriptifs de quelques procédés d'obtention des gaz industriels

Mode d'évaluation : Examen final : 60%.

Références bibliographiques :

1. R.B. Scott, *Cryogenic engineering*, Van Nostrand, Princeton (1959).
2. R.R. Conte, *Eléments de cryogénie*, Masson, Paris (1970).
3. G.G. Haselden, *Cryogenic fundamentals*, Academic Press, London (1971).
4. R.A. Barron, *Cryogenic systems*, Oxford University Press, New York (1985).
5. B.A. Hands, *Cryogenic engineering*, Academic Press, London (1986).
6. S.W. Van Sciver, *Helium cryogenics*, Plenum Press, New York (1989).
7. K.D. Timmerhaus and T.M. Flynn, *Cryogenic process engineering*, Plenum Press, New York (1989).

Semestre : 6

Unité d'enseignement : UET 3.2

Matière : Projet professionnel et gestion d'entreprise

VHS: 22h30 (cours: 01h30)

Crédits : 1

Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement :

Se préparer à l'insertion professionnelle en fin d'études. Mettre en œuvre un projet post-licence (poursuite d'études ou recherche d'emploi). Maîtriser les outils méthodologiques nécessaires à la définition d'un projet post-licence. Etre sensibilisé à l'entrepreneuriat.

Connaissances préalables recommandées :

Connaissances de base + Langues.

Contenu de la matière :

Rédaction d'une lettre de motivation, rédaction de CV, Recherche documentaire sur les métiers de la filière, Conduite d'interview avec les professionnels du métier, Simulation d'entretiens d'embauches, Exposé et discussion individuels et/ou en groupe, Mettre en projet une idée, une recherche collective pour donner du sens au parcours individuel.

Séquence 1. Séance plénière :

Inventaire des sources d'informations disponibles sur les métiers et les études, Remise d'une fiche individuelle à compléter sur le secteur et le métier choisi.

Séquence 2. Préparation du travail en groupe :

Constitution des groupes de travail (4 étudiants/groupe), Remise des consignes pour la recherche documentaire, Etablissement d'un plan d'actions pour réaliser les interviews auprès de professionnels, Présentation d'un questionnaire-type.

Séquence 3. Recherche documentaire et interviews sur le terrain :

Chaque étudiant fournit une attestation signée par un professionnel.

Séquence 4. Mise en commun en groupe :

Présentation individuelle et échange des résultats en groupe, Préparation d'une synthèse de groupe à annexer au rapport final de chaque étudiant.

Séquence 5. Préparation à la recherche d'emploi :

Rédaction d'un CV et des lettres de motivation, Exemples d'épreuves de recrutement (interviews, tests).

Séquence 6. Focus sur la création d'activités :

Présentation des éléments de gestion liés à l'entrepreneuriat, Créer son activité, depuis la conception jusqu'à la mise en œuvre (le métier d'entrepreneur, la définition du projet, l'analyse du marché et de la concurrence, les outils pour élaborer un projet de business plan, les démarches administratives à l'installation, un aperçu des grands principes de management, etc.)

Séquence 7. Elaboration du projet individuel post-licence :

Présentation du canevas du rapport final individuel.

Mode d'évaluation : Contrôle continu : 100 %.