

REPUBLIQUE TUNISIENNE
Ministère de l'Enseignement Supérieur,
de la Recherche Scientifique et
de la Technologie

REFORME LMD

SCIENCES APPLIQUEES & TECHNOLOGIES

PROGRAMMES ET CONTENUS DE LA LICENCE APPLIQUEE
EN ENERGETIQUE

PROPOSEES PAR LA COMMISSION NATIONALE SECTORIELLE EN
SCIENCES APPLIQUEES & TECHNOLOGIES

Janvier 2009

Table des Matières

<i>I - Programmes de la Licence Appliquée en Energétique</i> _____	3
LA ENERGETIQUE - Semestre 1 _____	3
LA ENERGETIQUE - Semestre 2 _____	4
LA ENERGETIQUE - Semestre 3 _____	5
LA ENERGETIQUE - Semestre 4 _____	6
LA ENERGETIQUE - Semestre 5 _____	7
LA ENERGETIQUE - Semestre 6 _____	8
<i>II- Contenus des programmes de la Licence Appliquée en Energétique</i> _____	9
LA ENERGETIQUE - Semestre 1 _____	9
LA ENERGETIQUE - Semestre 2 _____	12
LA ENERGETIQUE - Semestre 3 _____	15
LA ENERGETIQUE - Semestre 4 _____	17
LA ENERGETIQUE - Semestre 5 _____	20
LA ENERGETIQUE - Semestre 6 _____	22

I - Programmes de la Licence Appliquée en Energétique

Université :	Etablissement :	Licence	Appliquée	X
			Fondamentale	
Domaine de formation : Sciences Appliquées et Technologies		Mention	Energétique	

LA ENERGETIQUE - SEMESTRE 1

N°	Unité d'enseignement	Nature de l'UE	Elément constitutif d'UE (ECUE)	Volume horaire semestriel (14 semaines)				Crédits		Coefficients		Régime d'examen	
				Cours	TD	TP	Autres	ECUE	UE	ECUE	UE	Contrôle continu	Régime mixte
1	Mathématiques 1	UEF	<i>Analyse 1</i>	21	10.5	0	0	2	4	3	6		x
			<i>Algèbre 1</i>	21	10.5	0	0	2		3			x
2	Physique 1	UEF	<i>Electrostatique & Magnétostatique</i>	10.5	10.5	0	0	2	5	2	6		x
			<i>Introduction à la thermodynamique</i>	10.5	10.5	0	0	2		2		x	
			<i>Atelier de Physique 1</i>	0	0	21	0	1		2		x	
3	Informatique 1	UEF	<i>Algorithmique et programmation</i>	10.5	10.5	0	0	2	5	2	6		x
			<i>Architecture</i>	10.5	10.5	0	0	2		2		x	
			<i>Atelier d'informatique 1</i>	0	0	21	0	1		2		x	
4	Thermodynamique appliquée	UEF	<i>Thermodynamique appliquée</i>	21	21	0	0	4	5	2	6		x
			<i>Atelier de Thermodynamique appliquée</i>	0	0	21	0	1		2		x	
5	U.E. Transversales 1	UET	<i>Anglais 1</i>	21	0	0	0	2	6	2	6	x	
			<i>C2I-1</i>	21	0	0	0	2		2		x	
			<i>Droits de l'Hommes 1</i>	21	0	0	0	2		2		x	
6	U.E. Optionnelles 1	UEO		63					5		6		
Total				378					30		36		

LA ENERGETIQUE - SEMESTRE 2

N°	Unité d'enseignement	Nature de l'UE (Fondamentale / Transversale / Optionnelle)	Élément constitutif d'UE (ECUE)	Volume horaire semestriel (14 semaines)				Crédits		Coefficients		Régime d'examen	
				Cours	TD	TP	Autres	ECUE (le cas échéant)	UE	ECUE (le cas échéant)	UE	Contrôle continu	Régime mixte
1	Mathématiques 2	Fondamentale	<i>Analyse 2</i>	21	10.5	0	0	2	4	3	6		x
			<i>Algèbre 2</i>	21	10.5	0	0	2		3		x	
2	Physique 2	Fondamentale	<i>Electromagnétisme & Optique</i>	10.5	10.5	0	0	2	5	2	6		x
			<i>Mécanique générale</i>	10.5	10.5	0	0	2		2		x	
			<i>Atelier de Physique 2</i>	0	0	21	0	1		2		x	
3	Transfert de chaleur	Fondamentale	<i>Conduction & Convection</i>	10.5	10.5	0	0	2	5	2	6		x
			<i>Rayonnement</i>	10.5	10.5	0	0	2		2		x	
			<i>Atelier de Transfert de chaleur</i>	0	0	21	0	1		2		x	
4	Mécanique des fluides	Fondamentale	<i>Statique & Cinématique des fluides</i>	10.5	10.5	0	0	2	5	2	6		x
			<i>Dynamique des fluides</i>	10.5	10.5	0	0	2		2		x	
			<i>Atelier de Mécanique des fluides</i>	0	0	21	0	1		2		x	
5	U.E. Transversales 2	Transversale	<i>Anglais 2</i>	21	0	0	0	2	6	2	6	x	
			<i>C2I-2</i>	21	0	0	0	2		2		x	
			<i>Droits de l'Hommes 2</i>	21	0	0	0	2		2		x	
6	U.E. Optionnelles 2	Optionnelle		63					5		6		
Total				378					30		36		

LA ENERGETIQUE - SEMESTRE 3

N°	Unité d'enseignement	Nature de l'UE (Fondamentale / Transversale / Optionnelle)	Elément constitutif d'UE (ECUE)	Volume horaire semestriel (14 semaines)				Crédits		Coefficients	Régime d'examen		
				Cours	TD	TP	Autres	ECUE (le cas échéant)	UE	ECUE (le cas échéant)	UE	Contrôle continu	Régime mixte
1	Mesure et Instrumentation	Fondamentale	<i>Théorie de la mesure et Traitement informatique</i>	10.5	10.5	0	0	1.5	5	2	6		x
			<i>Les capteurs</i>	10.5	10.5	0	0	2.5		2			x
			<i>Atelier de Mesures et Instrumentation</i>	0	0	21	0	1		2		x	
2	Matériaux	Fondamentale	<i>Polymères et Composites</i>	10.5	10.5	0	0	2	5	2	6		x
			<i>Semi-conducteurs</i>	10.5	10.5	0	0	2		2			x
			<i>Ateliers de Matériaux</i>	0	0	21	0	1		2		x	
3	Electrotechnique	Fondamentale	<i>Circuits Electriques</i>	10.5	10.5	0	0	2	5	2	6		x
			<i>Machines électriques</i>	10.5	10.5	0	0	2		2			x
			<i>Atelier d'Electrotechnique</i>	0	0	21	0	1		2		x	
4	Combustion et impact sur l'Environnement	Fondamentale	<i>Thermochimie de la combustion</i>	21	10.5	0	0	2.5	5	3	6		x
			<i>Impact sur l'Environnement et traitement</i>	21	10.5	0	0	2.5		3			x
5	UE Unités transversales 3	Transversale	<i>Anglais 3</i>	21	0	0	0	2	5	2	6	x	
			<i>Tech.Com : Français 1</i>	21	0	0	0	1		2		x	
			<i>Culture d'entreprises 1</i>	21	0	0	0	2		2		x	
6	UE Unités optionnelles	Optionnelle		63					5		6		
Total				378					30		36		

LA ENERGETIQUE - SEMESTRE 4

N°	Unité d'enseignement	Nature de l'UE (Fondamentale / Transversale / Optionnelle)	Elément constitutif d'UE (ECUE)	Volume horaire semestriel (14 semaines)				Crédits		Coefficients		Régime d'examen	
				Cours	TD	TP	Autres	ECUE (le cas échéant)	UE	ECUE (le cas échéant)	UE	Contrôle continu	Régime mixte
1	Technologie de Conception	Fondamentale	<i>Dessin Technique</i>	10.5	10.5	0	0	2	5	2	6		x
			<i>Analyse Fonctionnelle</i>	10.5	10.5	0	0	2		2		x	
			<i>Atelier de DAO</i>	0	0	21		1		2			
2	Electronique de Puissance et Asservissement	Fondamentale	<i>Electronique de Puissance</i>	10.5	10.5	0	0	2	5	2	6		x
			<i>Asservissement</i>	10.5	10.5	0	0	2		2		x	
			<i>Atelier d'Electronique de Puissance et d'Asservissement</i>	0	0	21	0	1		2		x	
3	Chaudières Brûleurs et Echangeurs	Fondamentale	<i>Chaudières et Brûleurs</i>	10.5	10.5	0	0	2	5	2	6		x
			<i>Echangeurs</i>	10.5	10.5	0	0	2		2		x	
			<i>Atelier de Chaudières Brûleurs et Echangeurs</i>	0	0	21	0	1		2		x	
4	UE Unités transversales 4	Transversale	<i>Anglais 4</i>	21	0	0	0	2	5	2	6	x	
			<i>Tech.Com :Français 2</i>	21	0	0	0	1		2		x	
			<i>Culture d'entreprises 2</i>	21	0	0	0	2		2		x	
5	U Travaux personnalisés	Fondamentale		63					5		6		
6	UE Unités optionnelles	Optionnelle		63					5		6		
Total				378					30		36		

LA ENERGETIQUE - SEMESTRE 5

N°	Unité d'enseignement	Nature de l'UE Fondamentale / Transversale / Optionnelle)	Elément constitutif d'UE (ECUE)	Volume horaire semestriel (14 semaines)				Crédits		Coefficients		Régime d'examen	
				Cours	TD	TP	Autres	ECUE (le cas échéant)	UE	ECUE (le cas échéant)	UE	Contrôle continu	Régime mixte
1	Systèmes Energétiques	Fondamentale	<i>Machines thermiques</i>	10.5	10.5	0	0	2	5	2	6		x
			<i>Equipements Fluidiques</i>	10.5	10.5	0	0	2		2		x	
			<i>Atelier de Systèmes Energétiques</i>	0	0	21		1		2			
2	Production du Froid	Fondamentale	<i>Fluides Frigorigènes et Impact sur l'Environnement</i>	10.5	0	0	0	1	5	1	6		x
			<i>Machines Frigorifiques</i>	21	10.5	0	0	3		3		x	
			<i>Atelier de Machines électriques</i>	0	0	21	0	1		2		x	
3	UE Unités transversales 5	Transversale	<i>Anglais 5</i>	21	0	0	0	2	5	2	6	x	
			<i>Tech.Com : Français 3</i>	21	0	0	0	1		2		x	
			<i>Culture d'entreprises 3</i>	21	0	0	0	2		2		x	
4	UE Unités optionnelles	Optionnelle		63					5		6		
5	UE Unités optionnelles	Optionnelle		63					5		6		
6	UE Unités optionnelles	Optionnelle		63					5		6		
Total				378					30		36		

LA ENERGETIQUE - SEMESTRE 6

N°	Unité D'enseignement	Nature de l'UE	Elément constitutif d'UE (ECUE)	Volume horaire semestriel (14 semaines)				Crédits		Coefficients		Régime d'examen	
				Cours	TD	TP	Autres	ECUE (le cas échéant)	UE	ECUE (le cas échéant)	UE	Contrôle continu	Régime mixte
25	Activité pratique de fin d'Etudes	UEF	Activité pratique de fin d'Etudes				X		30			Soutenance	
TOTAL									30				

II- Contenus des programmes de la Licence Appliquée en Energétique

LA ENERGETIQUE - SEMESTRE 1

Analyse 1 (LA, S1, Mathématiques 1) (C : 21H, TD : 10.5H) 2 crédits

Pré-requis :

Objectifs : Donner à l'étudiant les connaissances nécessaires sur les sujets et les outils Mathématiques utiles pour les différentes unités d'enseignement du cursus suivi.

Contenu : Fonctions numériques d'une variable réelle, Théorème des accroissements finis, formules de Taylor, Développements limités et Applications, Intégration dans \mathbb{R} , Equations différentielles linéaires du 1^{er} et 2^{ème} ordre, Généralités sur les fonctions à plusieurs variables, Intégrales doubles, Intégrales triples et Intégrales curvilignes, Exemples et applications.

Algèbre 1 (LA, S1, Mathématiques 1) (C : 21H, TD : 10.5H) 2 crédits

Pré-requis :

Objectifs : Donner à l'étudiant les connaissances nécessaires sur les sujets et les outils Mathématiques utiles pour les différentes unités d'enseignement du cursus suivi.

Contenu : Nombres complexes, Polynômes à coefficients réels ou complexes : $\mathbb{R}[X]$, $\mathbb{C}[X]$, Fractions rationnelles et décomposition en éléments simples dans $\mathbb{R}(X)$, $\mathbb{C}(X)$, Notions d'espaces vectoriels et d'espaces normés, Applications linéaires, Espaces Euclidiens (cas de \mathbb{R}^2 et \mathbb{R}^3).

Electrostatique & Magnétostatique (LA, Energétique, S1, PHYSIQUE 1)

(C : 10.5, TD : 10.5) 2 crédits

Pré-requis : Programme du bac

Objectifs : Assimiler les notions importantes de l'électrostatique et de la magnétostatique : champ, potentiel, énergie, ...

Contenu : Charge électrique et loi de Coulomb, Distributions de charge, Champ électrique, Symétrie, Potentiel électrostatique, Energie potentielle, Théorème de Gauss, Conducteur, Condensateur, Dipôle électrostatique. Distributions de courant, Symétrie et antisymétrie, Champ magnétique, Loi de Biot et Savart pour des circuits filiformes, Flux de B , Circulation de B , Théorème d'ampère, Exemples de calcul du champ magnétique, Dipôle magnétique.

Introduction à la thermodynamique (LA, Energétique, S1, PHYSIQUE 1)

(C : 10.5, TD : 10.5) 2 crédits

Pré-requis : Programme du bac

Objectifs : Il s'agit d'acquérir et d'assimiler les notions élémentaires de la thermodynamique

Contenu : Modèle du gaz parfait, Définition cinétique de la pression et de la température, Equation d'état, Energie interne d'un gaz parfait, présentation qualitative des gaz réels, Eléments de statique des fluides, Bilan d'énergie, Transformations réversibles et irréversibles, Principes de la thermodynamique, Energie interne, Enthalpie, Entropie.

Atelier de physique 1 (LA, Energétique, S1, PHYSIQUE 1) (TP : 21), 1 crédit

Description : Mesure de la chaleur massique, Changement de phase, Lignes de champ et surfaces équipotentielles (simulation), ...

Algorithmique et programmation (LA, Energétique, S1, Informatique 1) (C : 10.5, TD : 10.5) 2 crédits

Pré-requis :

Objectifs : Apprendre les bases de l'algorithmique indépendamment de tout langage de programmation. Ecrire des programmes dans l'optique de pouvoir réutiliser les différents sous-programmes qui les composent pour résoudre d'autres problèmes.

Contenu : Notions de programmation structurée : Analyse descendante, Structures algorithmiques, Types de données simples et structurées, Organisation des données : traitement de file, actions paramétrées. Initiation au C : Schémas de traduction des structures algorithmiques, Sous-programmes, fichiers en-tête, Flux d'entrée /sortie

Architecture des ordinateurs (LA, Energétique, S1, Informatique 1) (C : 10,5, TD : 10,5) 2 crédits

Pré-requis :

Objectifs : Donner de solides notions de base sur l'architecture des ordinateurs (processeur, mémoire, entrées/sorties et unités de stockage).

Contenu : Histoire de l'ordinateur, Principe de fonctionnement, Représentation des informations, Mémoires (hiérarchie des mémoires, mémoire centrale, mémoire cache, mémoires auxiliaires...).Unité centrale de traitement (architecture, unité de commande, jeux d'instructions, registres CPU...), Entrées-Sorties (nouvelles architectures des ports, imprimantes, terminaux interactifs, architectures et procédures d'E/S, système d'interruption...).

Atelier Informatique 1 (LA, Energétique, S1, Informatique 1) (TP : 21) 1 crédit

Objectifs : Programmation de structures itératives (boucle « Tant que », boucle « Répéter », boucle « Pour »...), Recherche dans un tableau, Programmation de méthodes de tri.

Thermodynamique appliquée 1 (LA, Energétique, Sciences et Technologies de l'Environnement, S1, Thermodynamique Appliquée) (C : 10.5H, TD : 10.5H) 2 crédits

Pré-requis :

Objectifs : Il s'agit d'acquérir les outils de base de la thermodynamique qui sont nécessaires pour l'ensemble de la Mention Energétique, de posséder une méthode et une démarche rigoureuses de traitement des problèmes énergétiques.

Contenu : Introduction, définitions et rappels. Conservation de l'énergie. Notion d'énergie interne. Transformations des gaz parfaits. Propriétés physiques des substances pures. Bilans énergétiques des systèmes ouverts. Formulations du second principe. Notion d'entropie. Applications.

Thermodynamique appliquée 2 (LA, Energétique, Sciences et Technologies de l'Environnement, S1, Thermodynamique Appliquée) (C : 10,5H, TD : 10.5H) 2 crédits

Pré-requis : Thermodynamique Appliquée 1

Objectifs : Appliquer les outils de la thermodynamique sur les systèmes énergétiques.

Contenu : Cycles à gaz (Otto, Diesel, Effectif). Turbines à gaz (Brayton, à régénération, à refroidissement, à resurchauffe). Cycles à vapeur (Rankine, Hirn, à soutirage) Cycles combinés. Cycles frigorifiques à compression de vapeur.

Atelier de thermodynamique appliquée (LA, Energétique, Sciences et Technologies de l'Environnement, S1, Thermodynamique Appliquée) (TP : 21H) ; 1 crédit

Objectifs : Manipuler les systèmes énergétiques.

LA ENERGETIQUE - SEMESTRE 2

Analyse 2 (LA, S2, Mathématiques 2) (C : 21H, TD : 10.5H) 2 crédits

Pré-requis :

Objectifs : Acquérir sous la forme la plus simplifiée possible les outils mathématiques indispensables à la formation scientifique et technique et apprendre à les utiliser.

Contenu : Suites numériques (Définitions, limites, opérations sur les suites convergentes,...), Séries numériques (définitions, exemples, critères de convergences, séries numériques classiques,...), Séries entières et développement d'une fonction en série entière, Série de Fourier et développement d'une fonction en série de Fourier, Application du développement d'une fonction en série à la résolution des équations différentielles.

Algèbre 2 : (LA, S2, Mathématiques 2) (C : 21H, TD : 10.5H) 2 crédits

Pré-requis :

Objectifs : Acquérir sous la forme la plus simplifiée possible les outils mathématiques indispensables à la formation scientifique et technique et apprendre à les utiliser.

Contenu : Matrices et calculs matriciels, Formes linéaires et déterminants, Réduction des matrices (Changement de bases, valeurs propres, vecteurs propres, diagonalisation, triangularisation), Résolution des systèmes linéaires (Méthode des pivots, Application de la réduction des matrices), Résolution des systèmes différentiels linéaires.

Electromagnétisme & Optique (LA, Energétique, S2, PHYSIQUE 2)

(C : 10.5, TD : 10.5), 2 crédits

Objectifs : Décrire une onde électromagnétique, à l'aide des équations de Maxwell, dans différents milieux. Décrire la lumière en utilisant le modèle l'optique géométrique.

Pré-requis : Physique 1

Contenu : Equations de Maxwell, Propagation d'une onde électromagnétique dans le vide, Ondes planes dans les milieux LHI, Energie Electromagnétique, Rayonnement du dipôle oscillant, Le spectre de l'électromagnétisme, Réflexion et réfraction, Electromagnétisme dans la matière, Diffusion de la lumière, Introduction à l'optique non linéaire.

Approximation de l'optique géométrique, rayon lumineux, Réflexion et réfraction, objet et image, Miroirs sphériques, Lentilles minces.

Mécanique générale (LA, Energétique, S2, PHYSIQUE 2)

(C : 10.5, TD : 10.5), 2 crédits

Objectifs : acquérir les notions élémentaires de la mécanique : référentiel, PFD, Energie

...

Pré-requis : programmes du baccalauréat et Mathématique 1

Contenu : Espace et temps, Mouvement rectiligne, Mouvement circulaire, Changement de référentiel, Lois de composition des vitesses et des accélérations, Référentiels galiléens, Lois de Newton, Principe d'inertie, Principe fondamentale de la dynamique, principe des actions réciproques, Théorème du moment cinétique, Théorème de l'énergie cinétique, Champ de force conservative, Energie potentielle, Energie mécanique.

Atelier de physique 2 (LA, Energétique, S2, PHYSIQUE 2)

(TP : 21), 1 crédit

Description : Echographie, Spectroscopie à prisme, Technique de projection des images réelles, Microscope, Mouvement d'une particule chargée dans un champ électromagnétique, Effet Hall, ...

Conduction & Convection (LA, Energétique, S2, Transfert de Chaleur) (C : 21H, TD : 6H) 2 crédits

Pré-requis :

Objectifs : Comprendre les transferts de chaleur, donner les bases nécessaires à leur calcul et développer quelques cas particuliers essentiels (conduction en général et transferts convectifs).

Contenu : La conduction : Loi de Fourier. Equation de la conduction. Conductivité des matériaux. Conduction unidimensionnelle en régime permanent sans source de chaleur. Résistance thermique. Analogie électrique. Conduction unidimensionnelle en régime permanent avec source de chaleur. Etude des ailettes. Conduction en Régime variable.

La convection : Introduction aux modes de transferts par convection. Analyse dimensionnelle. Nombre sans dimensions. Convection forcée en régime laminaire et turbulent. Corrélations usitées. Convection naturelle en régime laminaire et turbulent.

Rayonnement (LA, Energétique, S2, Transfert de Chaleur) (C : 10.5 TD : 4.5H) 1.5 crédit

Pré-requis :

Objectifs : Comprendre les transferts de chaleur, donner les bases nécessaires à leur calcul et développer quelques cas particuliers essentiels de transferts radiatifs.

Contenu : Concept du corps noir. Lois de Planck, Wien, Stephan. Propriétés du rayonnement. Fonction du rayonnement. Surface grise. Emissivité. Loi de Kirchhoff. Echange entre les surfaces. Analogie électrique.

Atelier de transfert de chaleur (LA, Energétique, S2, Transfert de Chaleur) (TP : 21H) ; 1.5 crédit

Objectifs : Manipuler les systèmes thermiques.

Contenu : Mesure de la conductivité. Mesure de l'émissivité. Convection forcée. Convection libre. Echangeur de chaleur.

Statique & Cinématique des fluides (LA, Energétique, Sciences et Technologies de l'Environnement, S2, Mécanique des Fluides) (C : 21H, TD : 6H) 2 crédits

Pré-requis :

Objectifs : Acquérir les bases élémentaires de la mécanique des fluides et étudier la stabilité des corps flottants et des corps immergés.

Contenu : Concepts fondamentaux. Equations de la statique. Poussée d'Archimède, Barrages, Centre de poussée. Concept de particule fluide, trajectoire de particule, vitesse, accélération, ligne de courant, tube de courant.

Dynamique des fluides (LA, Energétique, Sciences et Technologies de l'Environnement, S2, Mécanique des Fluides) (C : 10.5H, TD : 4.5H) 1.5 crédits

Pré-requis :

Objectifs : Acquérir les bases élémentaires de la mécanique des fluides et analyser des écoulements de fluide, mesurer des vitesses, des pressions, des débits, calculer les pertes de charge.

Contenu : Ecoulement interne d'un fluide incompressible non visqueux. Equation de Bernoulli. Ecoulement interne d'un fluide incompressible visqueux. Ecoulement de Poiseuille.

Atelier de Mécanique des Fluides (LA, Energétique, Sciences et Technologies de l'Environnement, S2, Mécanique des Fluides) (TP : 21H) ; 1.5 crédit

Objectifs : Manipuler les systèmes fluidiques.

LA ENERGETIQUE - SEMESTRE 3

Théorie de la mesure et traitement informatique (LA, Energétique, S3, Mesure et Instrumentation) (C : 10,5H, TD : 10.5H) 2 crédits

Pré-requis : Physique générale

Objectifs : Initier l'étudiant aux traitements de la mesure

Contenu : Mesures et incertitudes (causes d'incertitudes, réduction des erreurs accidentelles, traitement statistique de la mesure, calcul de l'incertitude sur une mesure, traçage de la meilleure droite : méthode des moindres carrés). Acquisition informatique de la mesure (Echantillonnage, échantillonneur - bloquer, convertisseurs A/D et D/A).

Les capteurs (LA, Energétique, S3, Mesure et Instrumentation) (C : 10,5H, TD : 10.5H) 2 crédits

Pré-requis : Physique générale

Objectifs : Donner les caractéristiques métrologiques des capteurs ainsi que quelques applications de ceux-ci.

Contenu : Les capteurs : caractéristiques métrologiques d'un capteur, exemples de capteurs : capteurs de température (thermocouples, thermistances et pyromètre optique), capteurs de position et déplacement, capteurs de vitesse, débit et niveau de fluides. D'autres capteurs peuvent être étudiés.

Atelier de Mesure et Instrumentation (LA, Energétique, S3, Mesure et Instrumentation) (TP : 21H) ; 1 crédit

Objectifs : Manipuler les instruments et faire des mesures

Semi-conducteurs (LA, Energétique, S3, Matériaux) (C : 10,5H, TD : 10.5H) 2 crédits

Pré-requis : Physique générale

Objectifs : Fournir les concepts généraux des techniques de préparation des matériaux semiconducteurs.

Contenu : Domaine des matériaux semiconducteurs : Constitution chimique, état physique, Principales propriétés. Préparation et contrôle des cristaux semiconducteurs : Préparation des monocristaux par solidification, Préparation des monocristaux en phase vapeur, Croissance cristalline en couches minces, Contrôle de la qualité des matériaux semiconducteurs. Théorie de bandes et propriétés des semiconducteurs : Bande de conduction, bande de valence et énergie de gap, Dopage N et P et niveaux d'impuretés, Propriétés électriques et optiques des semiconducteurs. Application des matériaux semiconducteurs : Diodes et transistors, Thermistances et piézorésistors, Dispositifs photoélectriques, Lampes et lasers à semiconducteurs.

Polymères et Composites (LA, Energétique, S3, Matériaux) (C : 10,5H, TD : 10.5H) 2 crédits

Pré-requis :

Objectifs : caractériser les polymères et les composites

Contenu : Fibres et renforts, surfaces et interfaces. Comportement mécanique, Technologies de mise en forme. Généralités, définitions et domaine d'application. Fibres de renfort. Matrices organiques, métalliques, céramiques, carbonées. Propriétés et caractéristiques des matériaux composites, anisotropie. Comportement mécanique des composites. Mouillabilité, énergies de surface et interfaces. Adhésion et adhésivité. Traitements de surface, paramètres de mise en œuvre. Matériaux composites à base de fibres. Matériaux stratifiés ou sandwiches. Répartition des contraintes et conception optimale. Techniques de mise en œuvre.

Atelier de Matériaux (LA, Energétique, S3, Matériaux) (TP : 21H) ; 1 crédit

Objectifs : caractériser les matériaux.

Machines électriques (LA, Energétique, S3, Electrotechnique) (C : 10.5H, TD : 10.5H) 2 crédits

Pré-requis :

Objectifs : Comprendre le principe de fonctionnement des machines électriques.

Contenu : Champs magnétiques tournants. Enroulement tournant parcouru par un courant continu. Enroulement monophasé fixe parcouru par un courant sinusoïdal. Enroulement triphasé fixe (description, champ magnétique tournant, propriétés, enroulement triphasé multipolaire). Constitution et principe de fonctionnement de la machine à courant continu, de la machine asynchrone, de la machine synchrone

Circuits électriques (LA, Energétique, S3, Electrotechnique) (C : 10.5H, TD : 10.5H) 2 crédits

Pré-requis : Programme du Bac.

Objectifs : Acquérir les notions de base qui permettent l'étude des circuits électriques.

Contenu : Lois de Kirchhoff, Les Théorèmes généraux, Etude des circuits RLC, Réponse à un échelon, Notation complexe, Réponse à une sinusoïde, Relations énergétiques, Filtres passifs. Notions de circuits électriques monophasé et triphasé, Couplage magnétique (cas du transformateur). Fonctions numériques d'une variable réelle. Théorème des accroissements finis, formules de Taylor. Développement limités et Applications. Intégration dans R. Equations différentielles linéaires du 1^{er} et 2^{ème} ordre. Généralités sur les fonctions à plusieurs variables. Intégrales doubles, triples et curvilignes. Exemples et applications.

Atelier de Machines électriques (LA, Energétique, S3, Electrotechnique) (TP : 21H) 1 crédit

Objectifs : Permet aux étudiants la manipulation des machines électriques

LA ENERGETIQUE - SEMESTRE 4

Thermochimie de la combustion (LA, Energétique, S4, Combustion et impact sur l'environnement) (C : 21H, TD : 10.5H) 2.5 crédits

Pré-requis : Thermodynamique

Objectifs : Acquérir les principes de base pour améliorer les processus de combustion et d'en atténuer les effets négatifs.

Contenu : Introduction. Bases de la combustion. Combustibles. Réaction chimique de combustion. Energie interne et enthalpie de combustion. Pouvoirs calorifiques. Température de fin de combustion adiabatique. Mécanisme réactionnel. Explosions thermiques. Auto-inflammation des hydrocarbures. Domaine et délai d'auto-inflammation. Flamme laminaire, turbulente et de diffusion. Stabilité des flammes. Ondes de déflagration et de détonation. Applications aux moteurs, turbines à gaz et chaudières.

Impact sur l'environnement et traitement (LA, Energétique, S4, Combustion et impact sur l'environnement) (C : 21H, TD : 10.5H) 2.5 crédits

Pré-requis : Thermodynamique

Objectifs : Acquérir les principes de base pour atténuer les effets négatifs de la combustion.

Contenu : Notion d'environnement. La pollution atmosphérique et ses conséquences. Les sources de la pollution. Formation des polluants et normes d'émissions (SO_x, Particules, NO_x). La couche d'ozone stratosphérique. Effet de serre. Réduction de la pollution (choix de l'énergie et des équipements).

Dessin technique (LA, Energétique, S4, Technologie de Conception) (C : 10,5H, TD : 10.5H) 2 crédits

Pré-requis :

Objectifs : Lire un dessin de définition d'une pièce et un dessin d'ensemble d'un système mécanique.

Réaliser à l'aide d'un logiciel de DAO/CAO un dessin de définition d'une pièce et un dessin d'ensemble d'un système mécanique

Contenu : Projections orthogonales, Coupes, sections et vues particulières, Perspectives
Cotation géométrique, Cotation fonctionnelle, Tolérances, Ajustements, Spécifications géométriques

Eléments d'assemblage, Eléments élastiques, Roulements, Eléments d'étanchéité et de lubrification.

Lecture d'un dessin d'ensemble

Etude de cas : Solutions constructives des différentes liaisons normalisées

Analyse fonctionnelle (LA, Energétique, S4, Technologie de Conception) (C : 10,5H, TD : 10.5H) 2 crédits

Pré-requis :

Objectifs : Utiliser les techniques usuelles de représentations graphiques normalisées
Etudier et analyser un système technique automatisé.

Contenu : Définition d'un système technique

Représentation fonctionnelle d'un système technique

Méthodes d'analyse fonctionnelle : Méthode FAST, Méthode SADT
Etude et analyse des systèmes techniques automatisés
GRAFCET : point de vue système, point de vue conception, point de vue commande

Atelier de Technologie de Conception (LA, Energétique, S4, Technologie de Conception) (C : 10,5H, TD : 10.5H) 1 crédit

Contenu : Utilisation d'un logiciel de DAO/CAO

Modélisation géométrique des points, des courbes, des surfaces et des solides. Dessin de définition d'une pièce. Assemblage d'un système mécanique. Cotations fonctionnelles en dessin technique. Etude de cas

Electronique de Puissance : (LA, Energétique, S4, Electronique de Puissance et Asservissement) (C : 10.5H, TD : 10.5H) 2 crédits

Pré-requis : Circuits électriques.

Objectifs : Connaître le fonctionnement des structures de base des convertisseurs statiques.

Contenu : Interrupteurs électroniques de puissance : diode, thyristor, Transistors. Structures de conversion : Hacheur, Redresseur, Onduleur, Gradateur.

Asservissement : (LA, Energétique, S4, Electronique de Puissance et Asservissement) (C : 10.5H, TD : 10.5H) 2 crédits

Pré-requis :

Objectifs :

Contenu : Commande en boucle ouverte, commande en boucle fermée, systèmes linéaires continus, transformée de Laplace, fonction de transfert, graphe de fluence, réponse impulsionnelle, réponse indicielle, analyse fréquentielle, système de premier ordre, système de second ordre, système asservi, critère de Routh, critère de Nyquist, marge de gain, marge de phase, stabilité, précision statique, correcteur (P, PI, PD, PID).

Atelier de Electronique de Puissance et Asservissement : (LA, Energétique, S4, Electronique de Puissance et Asservissement) (TP: 21H) 1 crédit

Objectifs : Permet aux étudiants la manipulation des machines électriques et des convertisseurs statiques ainsi que leur association

Echangeurs (LA, Energétique, S4, Chaudières Brûleurs et Echangeurs) (C : 10.5H, TD : 10.5H) 2 crédits

Pré-requis : Thermodynamique et Transfert de Chaleur

Objectifs : Savoir calculer les coefficients d'échange en régime laminaire et turbulent et dimensionner les échangeurs de divers types.

Contenu : Description. Types d'échangeurs. Calcul des coefficients d'échange en régime laminaire et turbulent pour les écoulements internes et externes. Analyse des échangeurs à courants parallèles. Répartition des températures. Dimensionnement des échangeurs (méthode D.T.M.L et méthode du nombre d'unité de transfert N.U.T). Réseaux d'échangeurs.

**Chaudières et Brûleurs (LA, Energétique, S4, Chaudières Brûleurs et Echangeurs)
(C : 10.5H, TD : 10.5H) 2 crédits**

Pré-requis : Thermodynamique et Transfert de Chaleur

Objectifs : Pouvoir déterminer l'efficacité d'une chaudière.

Contenu : Les chaudières : Principe de fonctionnement. Transfert de chaleur. Circulation de la chaudière. Qualité de l'eau. Bilan massique. Bilan thermique. Calcul de l'efficacité. Facteurs influençant l'efficacité et la fiabilité. **Les brûleurs :** Caractérisation des brûleurs. Brûleurs au gaz. Brûleurs à l'huile. Allumage. Stabilisation de flamme

**Atelier de Chaudières Brûleurs et Echangeurs (LA, Energétique, S4, Chaudières
Brûleurs et Echangeurs) (TP : 21H) ; 1 crédit**

Objectifs : Manipuler les systèmes thermiques.

LA ENERGETIQUE - SEMESTRE 5

Machines Thermiques (LA, Energétique, S5, Systèmes Energétiques) (C : 10,5H, TD : 10.5H) 2 crédits

Pré-requis : Thermodynamique Appliquée

Objectifs : Fournir les concepts généraux des techniques de production et de conversion d'énergie

Contenu : Moteur à combustion interne (cycles théoriques et réels, rendement, puissance, charges thermiques, charges mécaniques, alimentation, combustion, échappement des gaz).

Turbines à gaz (cycle de la turbine à gaz, rendement, turboréacteurs, Turbopropulseurs, statoréacteurs)

Turbines à vapeur (cycle des turbines à vapeur, rendement, turbine à soutirage)

Cycles combinés, cogénération.

Equipements Fluidiques (LA, Energétique, S5, Systèmes Energétiques) (C : 10,5H, TD : 10.5H) 2 crédits

Pré-requis : Mécanique des Fluides

Objectifs : Découvrir les différentes machines et turbomachines utilisées dans l'industrie et leurs caractéristiques de fonctionnement.

Contenu : Machines volumétriques : Principe d'une machine volumétrique (analyse fonctionnelle, fluide véhiculé, courbes caractéristiques, rendements, domaines d'utilisation), Machines volumétriques à fluide incompressible (pompes à palettes, à pistons oscillants, à engrenages, moteurs hydrauliques), Machines volumétriques à fluide compressible (compresseurs à pistons alternatifs, à membranes, à palettes, ...)

Turbomachines : Principes d'une turbomachine (fonctionnement, fluide véhiculé, courbe caractéristique, rendements, similitude, domaines d'utilisation), Turbomachines à fluide incompressible (pompes et ventilateurs centrifuges et axiaux, Turbines hydrauliques),

Turbomachines à fluide compressible (soufflantes et compresseurs centrifuges et axiaux, turbines axiales et centripètes).

Atelier de Systèmes Energétiques (LA, Energétique, S5, Systèmes Energétiques) (TP : 21H) ; 1 crédit

Objectifs : Manipuler les systèmes énergétiques.

Machines Frigorifiques (LA, Energétique, S5, Production du Froid) (C : 21H, TD : 10.5H) 3 crédits

Pré-requis : Thermodynamique Appliquée

Objectifs : Fournir les concepts généraux des techniques de production du froid par compression de vapeur utilisées dans les différents secteurs d'application.

Contenu : Le cycle de Carnot à deux et trois températures, Le cycle de référence à compression mécanique de vapeur, Le cycle réel mono-étagé, Les cycles bi-étagés et à cascades, Les cycles à absorption, Les pompes à chaleur réversibles, Dimensionnement d'une machine frigorifique (compresseur, évaporateur, condenseur, organe de détente), Applications.

Fluides Frigorigènes et impact sur l'environnement (LA, Energétique, S5, Production du Froid) (C : 10,5H, TD : 10.5H) 1 crédit

Pré-requis : Thermodynamique Appliquée 1

Objectifs : Sélectionner les fluides frigorigènes et mesurer leur impact sur l'environnement suivant l'application désirée.

Contenu : HFC, fluides naturels, HC. Les couples « fluide frigorigène/absorbant », leurs propriétés et les diagrammes correspondant (Merckel), Impact environnemental, Réglementation.

Atelier de Production du Froid (LA, Energétique, S5, Production du Froid) (TP : 21H) ; 1 crédit

Objectifs : Manipuler les systèmes frigorifiques.

LA ENERGETIQUE - SEMESTRE 6

- **Stage ou autre activité pratique (LA, Energétique, S6) 30 crédits**
- **Préparation du rapport de l'activité pratique réalisée**
- **Soutenance**