**III - Programme détaillé par matière**

(1 fiche détaillée par matière)

**Intitulé du Master : ENERGETIQUE et ENERGIES RENOUVELABLES**

**Semestre *: S1***

**Intitulé de l’UE UEF1 (O/P) : fondamentales**

**Intitulé de la matière : Mécanique des fluides Approfondie**

**Crédits : 4**

**Coefficients : 2**

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

*L'objectif de ce cours est de présenter un certain nombre de bases de la mécanique des fluides de façon à assurer un socle de connaissances permettant d'aborder les autres cours du Master où l'on étudie un certain nombre d'applications liées à la mécanique des fluides.*

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

*Pas de prérequis particulier autre que des connaissances générales de physique de niveau licence.*

**Contenu de la matière** *(indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel et du travail personnel)*

**MECANIQUE DES FLUIDES APPROFONDIE**

**I- Quelques concepts fondamentaux en mécanique des fluides.**

- Ecoulement Unidimensionnel

- Equation de Continuité (Conservation de Masse)

- Equation de Mouvement (Conservation de Quantités de Mouvement)

- Résumé des Principes et Equations en Thermodynamique

- Entropie

**II-** **Ecoulement unidimensionnel adiabatique stationnaire d'un fluide compressible**.

- Vitesse du Son

- Conditions de Stagnation

- Différentes Formes de l'Equation d'Energie

- Coefficient de Pression

- Ecoulement Stationnaire, Isentropique à Travers une Conduite à Section Variable

- Tuyère Convergente-Divergente

- Résumé des Equations

III- **Ecoulement de Prandtl-Meyer.**

-Lignes de Mach et Quelques Relations linéaires en Ecoulement Bidimensionnel

- Concept des Processus de Compression et d'Expansion de Prandtl-Meyer

- Analyse de l'Ecoulement de Prandtl-Meyer

- Résumé des Equations

IV- **Onde de choc normale.**

- Concept et Analyse

- Résumé des Equations

V- **Ecoulement de Fanno.**

- Concept et Analyse d'un Ecoulement Adiabatique dans une Conduite à Section Constante avec frottement

- Ligne de Fanno

- Résumé des Equations

VI- **Ecoulement de Rayleigh.**

- Concept et Analyse d'un Ecoulement sans Frottement dans une Conduite à Section Constante avec transfert de Chaleur

- Ligne de Rayleigh

- Résumé des Equations

- Représentation Graphique des Processus d'un Ecoulement d'Air, stationnaire et unidimensionnel

**Mode d’évaluation :***Contrôle continu, examen, etc… (La pondération est laissée à l’appréciation de l’équipe de formation)*

CONTINU

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

* E. Guyon, J.P. Hulin, L. Petit : Hydrodynamique Physique Inter Editions CNRS
* S. CANDEL Mécanique des Fluides Cours Editions Dunod-2006

**Intitulé du Master : ENERGETIQUE et ENERGIES RENOUVELABLES**

**Semestre : S1**

**Intitulé de l’UE UEF1 (O/P) : FONDAMENTALES**

**Intitulé de la matière : THERMODYNAMIQUE APPROFONDIE**

**Crédits : 4**

**Coefficients : 2**

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

*Dans cette unité est abordée les principes de la thermodynamique, les différentes transformations et diagrammes thermodynamiques. Différent machines thermiques (turbine à gaz et vapeur, …) sont étudiés. Une présentation générale d'une centrale énergétique est faite.*

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

*Pas de prérequis*

**Contenu de la matière** *(indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel et du travail personnel)*

**THERMODYNAMIQUE APPROFONDIE**

**CHAPITRE 1 : PRINCIPES FONDAMENTAUX.**

I. Etat thermodynamique d'un système.

I.1. Température thermodynamique.

I.2. Pression.

II. Le principe zéro de la thermodynamique.

II.1. L'équilibre stable.

II.2. L'équilibre thermique.

II.3. Enoncé du principe zéro.

III. Le premier principe de la thermodynamique : l'énergie.

III. 1. Le principe d'équivalence (1842).

III. 2. L'énergie interne (1845).

IV. Le second principe : l'entropie (1850).

IV. 1. Enoncé de Carnot (1824).

IV. 2. Causes de l'irréversibilité.

IV. 3. Enoncé de Clausius (1850).

IV. 4. Signification qualitative du concept d ‘ entropie.

V. Le troisième principe de la thermodynamique (1906).

V. 1. Le refroidissement entre 0 et 1 K.

V. 2. Propriétés des corps aux basses températures.

**CHAPITRE 2 : THERMODYNAMIQUE DES SYSTEMES OUVERTS.**

I. Expression du premier principe pour les systèmes ouverts.

I. 1. L'énoncé général du premier principe : l'enthalpie (1859).

I. 2. Application sur le cycle de travail d ‘ un compresseur à piston.

II. Expression du second principe pour les systèmes ouverts.

III. L'exergie (1889).

III. 1. Bilan d'exergie pour un système fermé.

III. 2. L'exergie des systèmes ouverts.

III. 3. Application sur la détente isotherme, d ‘ un gaz parfait, dans une turbine.

**CHAPITRE 3 : LES FONCTIONS THERMODYNAMIQUES.**

**I**. Variables énergétiques conjuguées aux variables extensives.

I. 1. Représentation entropique.

I. 2. Représentation énergétique.

II. Les fonctions thermodynamiques.

II. 1. L ‘ énergie interne, première fonction énergétique de la thermodynamique.

II. 2. Transformations de Legendre sur des systèmes bivariants.

II. 3. Les relations de Helmholtz.

II. 4. Transformations de Legendre pour les systèmes multivariants.

III Les coefficients calorimétriques.

III. 1.Définition de ces coefficients.

III. 2. Détermination des coefficients calorimétriques pour un corps pur homogène.

**Mode d’évaluation :***Contrôle continu, examen, etc… (La pondération est laissée à l’appréciation de l’équipe de formation)*

**CONTINU**

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

* + D. E. Winterbone, Advanced Thermodynamics for Engineers, Butterworth-Heinemann (1996)
	+ José-Philippe Perez and Anne-Marie Romulus, Thermodynamique, fondements et applications, DUNOD, 2001.
	+ Kalyan Annamalai, Ishwar K. Puri, "Advanced Thermodynamics Engineering", CRC; 1 edition (August 31, 2001)

**Intitulé du Master : ENERGETIQUE et ENERGIES RENOUVELABLES**

**Semestre : S1**

**Intitulé de l’UE UEF2 (O/P) : FONDAMENTALES**

**Intitulé de la matière : TRANSFERTS THERMIQUES**

**Crédits : 4**

**Coefficients : 2**

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

*Les transferts de chaleur et de masse ont pour but d’étudier les différents modes de transfert de chaleur par convection, conduction, rayonnement et transfert de masse, et les méthodes de dimensionnement des échangeurs thermiques.*

*Connaitre les grandeurs thermiques : température, flux, et conductivité.*

*Connaitre les grandeurs thermiques relatives aux surfaces émettrices et réceptrices de rayonnement*

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

*Pas de prérequis*

**Contenu de la matière** *(indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel et du travail personnel)*

**TRANSFERTS THERMIQUES**

**PARTIE A : TRANSFERTS CONDUCTIFS**

**I- Introduction.**

I.1- Les étapes d'un calcul en transferts thermiques.

 I.2- Définitions des transferts conductifs.

**II- Densité de flux de chaleur.**

**III- Equations de la chaleur.**

**IV- Conditions aux limites.**

**V- Ecriture du modèle.**

**VI- Méthodes de résolution.**

VI.1- Méthodes de résolutions analytiques.

 VI.2- Analogie électrique.

 VI.3- Méthodes numériques.

**PARTIE B : LES ECHANGES PAR CONVECTION**

**I- Représentation des domaines déformables en mouvement.**

**II- Etablissement des équations de conservation.**

**III- Les équations de Navier-Stockes.**

**IV- La convection naturelle laminaire.**

**V- Convection naturelle en cavité.**

**VI- Convection forcée.**

VI.1- Le régime laminaire.

 VI.2- Le régime turbulent.

 VI.3- Les corrélations empiriques.

**PARTIE C : LE RAYONNEMENT**

I- Echanges de chaleur par rayonnement entre les corps noirs.

II- Echanges radiatifs entre corps réels.

III- Matrice radiosité.

**PARTIE D : APPLICATIONS**

-Transferts combinés.

**Mode d’évaluation :***Contrôle continu, examen, etc…(La pondération est laissée à l’appréciation de l’équipe de formation)*

**CONTINU**

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

* Handbook of Heat Transfer, Warren M. Rohsenow, James P. Hartnett, Young I. Cho , McGraw-Hill Professional, 1998.
* Transferts thermiques: Résumé de cours, problèmes corrigés, B. Cheron, Ellipses, 1999.
* Heat and Mass Transfer 2006-05, Hans D. Baehr Karl Stephan, Springer 2006.

**Intitulé du Master : ENERGETIQUE et ENERGIES RENOUVELABLES**

**Semestre : S1**

**Intitulé de l’UE UEF2 (O/P) : FONDAMENTALES**

**Intitulé de la matière : Gisement solaire**

**Crédits : 2**

**Coefficients : 1**

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

- Il s’agit de familiariser les étudiants avec les données de la durée d'ensoleillement et de l'irradiation solaire et ses diverses composantes, ainsi que les différents paramètres climatiques, température, humidité relative, …).

- Mesure et calcul de l’irradiation solaire incidente sur une surface horizontale et d'orientation quelconque, hors atmosphère et au sol.

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

*Pas de prérequis particulier autre que des connaissances générales de physique de niveau licence.*

**Contenu de la matière** *(indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel et du travail personnel)*

**GISEMENT SOLAIRE**

**I. Rayonnement solaire hors atmosphère**

1. Le soleil

2. Mouvement de la terre autour du soleil

3. Rotation de la terre autour de l'axe polaire

4. Angle horaire, temps solaire, temps légal

5. Flux et de l'irradiation solaire sur une surface horizontale

6. Flux et de l'irradiation solaire sur une surface d'orientation quelconque

II. Effets de l'atmosphère sur le rayonnement solaire

1. Coefficients d'extinction

2. Nombre de masse atmosphérique

3. La diffusion moléculaire

4. L'absorption moléculaire

5. Effets des aérosols

**III. Calcul du rayonnement solaire au sol**

1. Flux direct reçu sur surface horizontale

2. Flux diffusé reçu sur surface horizontale

3. Modèles simplifiés pour l'atmosphère (modèle de Cole, Barbaro et al, …)

4. Modèles statistiques (moyennes mensuelles, journalières, horaires).

5. Effets des nuages

6. Irradiation solaire par ciel variable

**VI. Mesures du rayonnement solaire**

1. Mesure de la durée d’ensoleillement ; héliographes

2. Mesures du rayonnement direct ; pyrheliometres

3. Mesure du rayonnement global ; pyranometres

**Mode d’évaluation :***Contrôle continu, examen, etc…(La pondération est laissée à l’appréciation de l’équipe de formation)*

**contINU**

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

1. Gisement solaire C. DEULORME édition LAVOISIER 2005

2. D. LAPLAZE, Le rayonnement solaire estimation et mesures, éditions européennes ERASME, 1990.

3. R. Bernard, G. Menguy, M. Schwarts, le rayonnement solaire, techniques et documentation, Lavoisier (Paris 1980).

4. A. A. Sfeir, G. Guarracino: ingénierie des systèmes solaires. Technique et documentation, Lavoisier. (Paris 1981)

**Intitulé du Master : ENERGETIQUE et ENERGIES RENOUVELABLES**

**Semestre : S1**

**Intitulé de l’UE UEF2 (O/P) : FONDAMENTALES**

**Intitulé de la matière : SEMI-CONDUCTEURS-I**

**Crédits : 4**

**Coefficients : 2**

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

*L’objectif principal de cet enseignement est la connaissance des dispositifs à semi-conducteurs, éléments de base de l’industrie électronique et photovoltaïque. Il permet la connaissance des propriétés des électrons dans les cristaux et passe par l’étude des propriétés de la matière.*

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

*Pas de prérequis particulier autre que des connaissances générales de physique de niveau licence.*

**Contenu de la matière** *(indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel et du travail personnel)*

**SEMI-CONDUCTEUR I :**

**- Structure cristalline : Liaison cristalline**

- Géométrie du réseau cristallin

- Systèmes cristallins

- Réseau réciproque et zones de Brillouin

- Théorème de Floquet-Bloch

- Cristal de dimensions finies.

**- Théorie des bandes dans les solides et liaison chimique dans les cristaux :**

- Fonctions propres électroniques et structure de bandes

- Orbitales atomiques et moléculaires et cristal covalent à liaisons tétraédriques

**- Cristaux semi-conducteurs :**

- Bandes d’énergie d’un cristal soumis à un potentiel extérieur et masse effective d’un électron dans le cristal

- Défauts ponctuels dans les semi-conducteurs

- Bande d’impuretés et rôle des impuretés

- Peuplement des niveaux d’énergie à l’équilibre

- Peuplement des bandes d’énergie

- Peuplement des défauts. Influence de la température sur la concentration en porteurs libres.

**- Conduction : Conductivité électrique :**

- Courant de diffusion et relation d’Einstein

- Effet Hall

- Jonction p-n, diodes et transistors

- Transistors a effet de champ composants de puissance Interaction Matière

**- Rayonnement :**

- Interaction rayonnement semi-conducteur:

- Absorption et émission de photons

- Semi-conducteur à gap direct et semi-conducteur à gap indirect

- Photodétecteurs et émetteurs de rayonnement à semi-conducteur.

**Mode d’évaluation :***Contrôle continu, examen, etc…(La pondération est laissée à l’appréciation de l’équipe de formation)*

**CONTINU**

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

1- Simon M. Sze Kwok K. Ng, Physics of Semiconductor Devices, Wiley-Interscience – 2006

2- W. Ashcroft and N. D. Mermin, Solid state physics, Holt- Saunders, New York, 1976.

3- C. Kittel, “Introduction to Solid State Physics”, 8th Edition, Wiley, 2005.

4- C.M. Chaikin et T.C. Lubensky, Principles of condensed matter physics, Cambridge

University Press, 1997.

5- S. Elliott, The Physics and Chemistry of Solids, John Wiley & Sons, 1998.

**Intitulé du Master : ENERGETIQUE et ENERGIES RENOUVELABLES**

**Semestre : S1**

**Intitulé de l’UE UEM1 (O/P) : FONDAMENTALES**

**Intitulé de la matière : METHODES NUMERIQUES -I**

**Crédits : 4**

**Coefficients : 2**

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

*L'UE est consacrée à l'approximation de la solution des équations différentielles ordinaires, d’équations différentielles aux dérivées partielles et certaines méthodes statistiques. Celles-ci ont plusieurs applications en énergie solaire et éolienne ainsi que le transfert de chaleur.*

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

*Pas de prérequis particulier autre que des connaissances générales de physique de niveau licence.*

**Contenu de la matière** *(indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel et du travail personnel)*

**METHODES NUMERIQUES**

**1. RAPPELS DES METHODES NUMERIQUES**

1.1. Interpolation et extrapolation.

1.2. Intégration numérique.

1.3. Evaluation et approximation des fonctions.

1.4. Solution des systèmes d’équations linéaires.

1.5. Solution des équations non linéaires.

1.6. Minimisation et maximisation des fonctions.

1.7. Les problèmes à valeurs propres.

**2. LA METHODE DES VOLUMES FINIS**

2.1. Introduction à la méthode des volumes finis.

2.2. Discrétisation des équations différentielles aux dérivées partielles linéaires

2.3. Discrétisation des équations différentielles aux dérivées partielles non linéaires

2.4. Formes discrétisées linéaires des sources non linéaires.

2.5. Les règles des coefficients des équations de discrétisation assurant la stabilité numérique

2.6. Le traitement des cas des coefficients de diffusion variables

2.7. La discrétisation dans les coordonnées cylindriques et sphériques

2.8. La discrétisation linéarisée des équations de Navier-Stokes

2.9. La discrétisation de l’équation d’énergie

**3. SOLUTIONS NUMERIQUES DES PROBLEMES DE PHENOMENES DE TRANSFERTS PAR LA METHODE DES VOLUMES FINIS.**

3.1 Les écoulements visqueux laminaires et turbulents dans les conduits

3.2 La convection naturelle laminaire et turbulente dans les enceintes et les cavités

3.3 Le transfert de matière laminaire et turbulent dans les conduits et les enceintes

**Mode d’évaluation :***Contrôle continu, examen, etc…(La pondération est laissée à l’appréciation de l’équipe de formation)*

**CONTINUE**

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

* + A. Gourdin & M. Boumahrat ; "Méthodes numériques appliquées" ; éditions Techniques et Documentations Lavoisier, 1989.
	+ A. Ralston & P. Rabinowitz; "A first course in numerical analysis" ; éditions Presses Universitaires de Grenoble, 1991.
	+ M. Sibony & J. Cl. Mardon ; "Ananlyse numérique I : Systèmes linéaires et non linéaires"; éditions Herman, 1982.
	+ M. Sibony ; "Ananlyse numérique III : Itérations et approximations" ; éditions Herman, 1988.
	+ M. Schatzman ; "Analyse numérique : cours et exercices pour la licence" ; Inter éditions, 1991.

**Intitulé du Master : ENERGETIQUE et ENERGIES RENOUVELABLES**

**Semestre : S1**

**Intitulé de l’UE UEM2 (O/P) : FONDAMENTALES**

**Intitulé de la matière : PROGRAMMATION- I**

**Crédits : 2**

**Coefficients : 1**

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

*La spécialité du master a pour objectif de former des cadres de niveau ingénieur et des chercheurs dans le domaine de l'énergétique, en vue de concevoir, modéliser, optimiser et gérer des systèmes thermiques (industriels ou/et liés à l'habitat) en tenant compte des contraintes économiques et environnementales.*

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

*Pas de prérequis particulier autre que des connaissances générales de physique de niveau licence.*

**Contenu de la matière** *(indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel et du travail personnel)*

**Résolution des systèmes linéaires**

* Méthode d’élimination de Gauss
* Résolution d’un système triangulaire
* Méthode de Gauss
* Factorisation
* Remarque sur le Pivot
* Méthodes numériques avec exercices.
* Les tableaux multidimensionnels
* Une classe matrice
* Une classe abstraite de système linéaire
* Les classes systèmes linéaires triangulaires
* La classe systèmes linéaires général implémentant la factorisation LU

**Mode d’évaluation :***Contrôle continu, examen, etc…(La pondération est laissée à l’appréciation de l’équipe de formation)*

**EXAMEN**

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

* *Curnier. M´ethodes Num´eriques en M´ecanique des Solides. Presses Polytechniques et
Universitaires Romanes, 1993.*
* *M. G´eradin and D. Rixen. Application `a la dynamique des structures. Masson, 1993.*
* *R.J. Gibert. Vibrations des Structures. Eyrolles, 1988.*
* *T. Gmur. Dynamique des Structures — Analyse Modale Num´erique. Presses Polytechniques et Universitaires Romanes, 1997.*
* *J.F. Imbert. Analyse des structures par El´ements Finis - 3`eme ´edition´ . CEPADUES
Editions, 1997.*
* *O.C. Zienkiewicz and R.L. Taylor. The Finite Element Method, Basic Formulations and
Linear Problems, 4th edition. Mac Graw Hill, 1994. (existe en fran¸cais).*

**Intitulé du Master : ENERGETIQUE et ENERGIES RENOUVELABLES**

**Semestre : S1**

**Intitulé de l’UE UEF2 (O/P) : FONDAMENTALES**

**Intitulé de la matière : CONVERSION PHOTOVOLTAÏQUE-I**

**Crédits : 2**

**Coefficients : 1**

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

*Dans cette unité est abordée les principes de fonctionnements d'une cellule solaire, ses caractéristiques, l'effet de la température et de l'illumination sur ses caractéristiques, les différents facteurs limitant son rendement et Les différents groupements seront étudiés. Les différentes technologies des cellules solaires seront exposées.*

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

*Pas de prérequis particulier autre que des connaissances générales de physique de niveau licence.*

**Contenu de la matière** *(indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel et du travail personnel)*

**CONVERSION PHOTOVOLTAÏQUE I**

* L'effet photovoltaïque
* Caractéristiques I-V d'une cellule solaire.
* Paramètres fondamentaux d'une cellule solaire
* Influence de la température sur la caractéristique I-V
* Les principaux facteurs limitant le rendement
* Les différents types de cellules solaires
* Les systèmes photovoltaïques

**Mode d’évaluation :***Contrôle continu, examen, etc… (La pondération est laissée à l’appréciation de l’équipe de formation)* **EXAMEN**

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

*1. Renewable Energy, Bent Sorensen, Academic Press, 1997.*

*2. Practical Handbook of Photovoltaics: Fundamentals and Applications, T. Markvart, Elsevier science, 2003.*

*3. Solar Cells: Materials, Manufacture and Operation, Tom Markvart, Luis Castaner, Elsevier Science, 2005.*

*4. Handbook of Photovoltaic Science and Engineering, Antonio Luque, Steven Hegedus , Wiley, 2003.*

**Intitulé du Master : ENERGETIQUE et ENERGIES RENOUVELABLES**

**Semestre : S1**

**Intitulé de l’UE UED1 (O/P) : DECOUVERTE**

**Intitulé de la matière : GEOTHERMIE**

**Crédits : 2**

**Coefficients : 1**

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

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

*Pas de prérequis particulier autre que des connaissances générales de physique de niveau licence.*

**Contenu de la matière** *(indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel et du travail personnel)*

**GEOTHERMIE**

* Les transferts thermiques
* Différents types de géothermie utilisables par l’Homme
* Les métiers liés aux géosciences
* Généralités, aspects historiques
* Atlas des ressources géothermales
* La Géothermie basse et très basse énergie
* La Géothermie Haute Energie
* Géothermie des Roches Chaudes Fracturées.
* Bases géologiques de la géothermie
* Principaux concepts d’exploitation
* Chauffage
* Espaces de séjour et de travail. (Habitat, école, bureau, hôpital, etc.)
* Piscines, thermalisme.
* Serres agricoles.
* Piscicultures.
* Chaussées routières et aéroportuaires.
* Tabliers de ponts.
* Refroidissement, Espaces de séjour et de travail.
* Séchage
* Applications dans l’agriculture et l’industrie.
* Production d’électricité
* Potentiel d’énergie urbaine

**Mode d’évaluation :***Contrôle continu, examen, etc… (La pondération est laissée à l’appréciation de l’équipe de formation)*

**CONTINU**

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

* *Collectif BRGM-ADEME Orléans, Angers, La géothermie, Éditions BRGM, ADEME Éditions, 2004 ; Coll.*
* *"Les Enjeux des Géosciences"; ISBN : 2-7159-0952-7 Jean-Michel Coudent et Florence Jaudin, La géothermie : du Geyzer au radiateur, Éditions du BRGM 1989*
* *Ian Graham, Les énergies en questions : géothermie et bioénergie, Éditions Gamma 1999 Larroque C., Virieux J, Physique de la Terre solide. Observations et théories. Chapitre 5 : La géothermie,*
* *Gordon and Breach Science Publisher, Collection Geosciences, ISBN 2-84703-002-6*
* *Raymond Ferrades, La chaleur de la terre : De l'origine de la chaleur à l'exploitation des gisements géothermiques, Paris : ADEME Editions, 1998 ;*
* *Jean Lemale, Florence Jaudin, La géothermie : une énergie d'avenir « réalité en Ile-de-France », Paris : ARENE, 1998, ISBN 2-911533-11-9*
* *H. Christopher H. Armstead, La Géothermie : exploration, forage, exploitation, (traduit de l'anglais par le Service Traduction du Bureau de recherches géologiques et minières... ; introduction et commentaires de Jacques Varet), Orléans : Éditions BRGM, 1981 ; 380 p. ; ISBN : 2-281-00009-5.*
* *Cataldi, Raffaele; Hodgson, Susan F; Lund, John W, Stories from a heated earth; our geothermal heritage, USA : Special Report, Geothermal Resources Council, vol.19 1999 ; 569 p.; ISBN : 0-934412-19-7*
* *Blue book on geothermal resources, Union européenne. Commission européenne, Luxembourg : Office for official publications of the european communities, 1999 ; 561 p; ISBN : 92-828-5803-0*
* *Atlas des resources geothermal Hurter, Suzanne; Haenel, Ralph, Atlas of geothermal resources in Europe, - Brussels, Belgium (BEL) : Publisher Commission of the European Communities, 2002; ISSN 1018-5593 ; ISBN 9282809994.*
* *La Géothermie basse et très basse énergie Jacques Varet, Géothermie basse énergie : usage direct de la chaleur, Paris ; New York ; Barcelone : Masson - 1982 :*
* *Jean-Michel Coudent et Florence Jaudin, La géothermie : du Geyzer au radiateur, Éditions du BRGM 1989*
* *La Géothermie Haute Energie John W Lund, 100 Years Of Geothermal Power Production, Geo-Heat Center Bulletin, Vol.25, n°3,Septembre 2004 ; ISSN 0276-1084.*

**Intitulé du Master : ENERGETIQUE et ENERGIES RENOUVELABLES**

**Semestre : S1**

**Intitulé de l’UE UET1 (O/P): TRANSVERSALES**

**Intitulé de la matière : LANGUES**

**Crédits : 2**

**Coefficients : 1**

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

L’objectif de cet enseignement transversal est de compléter la formation de l’étudiant doctorant acquise aux niveaux licence et master par l’introduction d’éléments nécessaires à l’apprentissage de la langue anglaise technique et de le préparer simultanément à la recherche scientifique.

Il faut donc un approfondissement des structures de la langue et un entraînement à la compréhension et à l’expression orale. En outre, un apprentissage de techniques de lecture rapide (la vulgarisation scientifique) et une acquisition d’une pratique de la langue anglaise sont indispensables pour présenter des résultats scientifiques à l’écrit (rédaction d’articles) et à l’oral (présentation d’un travail de recherche)

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

*Pas de prérequis particulier autre que des connaissances générales de physique de niveau licence.*

**Contenu de la matière** *(indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel et du travail personnel)*

Remise à niveau sur le plan grammatical et la reprise succincte des règles de grammaires de la langue anglaise et de la prononciation ;

Evoquer un dialogue avec des expressions anglaises se rapportant à la physique énergétique et à la physique solaire.

A ce stade, il faut donner à l’étudiant (e) les éléments nécessaires à la rédaction scientifique. C’est du « savoir rédiger ». Pour cela l’étudiant devra être disposé aux tâches suivantes :

(i) Dissertation en anglais sur des sujets se rapportant aux énergies renouvelables. (ii) Entrainement à la compréhension de documents écrit relatifs au domaine de la physique ou de la chimie. On tentera le plus possible d’associer l’enseignement des langues à la formation scientifique.

**Mode d’évaluation :***Contrôle continu, examen, etc… (La pondération est laissée à l’appréciation de l’équipe de formation)*

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

**Intitulé du Master : ENERGETIQUE et ENERGIES RENOUVELABLES**

**Semestre *: S2***

**Intitulé de l’UE UEF1 (O/P) : fondamentales**

**Intitulé de la matière : Mécanique des fluides Appliquee**

**Crédits : 4**

**Coefficients : 2**

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

L'objectif de ce cours est de présenter un certain nombre de bases de la mécanique des fluides de façon à assurer un socle de connaissances permettant d'aborder les autres cours du Master où l'on étudie un certain nombre d'applications liées à la mécanique des fluides

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

*Pas de prérequis particulier autre que des connaissances générales de physique de niveau licence.*

**Contenu de la matière** *(indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel et du travail personnel)*

**MECANIQUE DES FLUIDES APPLIQUEE**

.

**I- FORMULATION A GRANDE ET PETITE ECHELLE.**

**II- ECOULEMENT DANS LES CONDUITES.**

**III- PERTES DE CHARGES REGULIERES ET SINGULIERES.**

- Pertes de charges régulières (influence de la rugosité)

- Pertes de charges singulières (orifices et ajutages).

**IV- ECOULEMENTS A SURFACE LIBRE.**

**V- ECOULEMENTS DANS LES MILIEUX POREUX.**

- Définitions de base (porosité. etc.)

- Equations générales des écoulements unidimensionnels.

- Cas bidimensionnel.

- Etude de quelques cas particuliers**.**

**VI - ECOULEMENTS POLYPHASIQUES**

- Propriétés générales ( les différents types d’écoulements diphasiques).

- Ecoulements à phases séparées.

- Applications.

**VI- TECHNIQUES EXPERIMENTALES.**

**VII- LES TURBOMACHINES.**

- Généralités.

- Equations de base- triangles des vitesses.

- Turbomachines et turbosoufflantes.

**Mode d’évaluation :***Contrôle continu, examen, etc… (La pondération est laissée à l’appréciation de l’équipe de formation)*

**CONTINU**

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

- E. Guyon, J.P. Hulin, L. Petit : Hydrodynamique Physique Inter Editions CNRS-2005

- S. CANDEL Mécanique des Fluides Cours Editions Dunod-2004

**Intitulé du Master : ENERGETIQUE et ENERGIES RENOUVELABLES**

**Semestre : S2**

**Intitulé de l’UE UEF1 (O/P) : FONDAMENTALES**

**Intitulé de la matière : THERMODYNAMIQUE APPLIQUEE**

**Crédits : 4**

**Coefficients : 2**

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

*- Dans cette unité est abordée les principes de la thermodynamique, les différentes transformations et diagrammes thermodynamiques. Différent machines thermiques (turbine à gaz et vapeur, …) sont étudiés. Une présentation générale d'une centrale énergétique est faite.*

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

*Pas de prérequis particulier autre que des connaissances générales de physique de niveau licence.*

**Contenu de la matière** *(indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel et du travail personnel)*

**THERMODYNAMIQUE**  **APPLIQUEE**

**CHAPITRE 1 : POTENTIELS THERMODYNAMIQUES.**

**I. Evolution et équilibre des systèmes thermodynamiques.**

I.1. Evolution et équilibre stable d'un système mécanique conservatif.

I. 2. Evolution et équilibre thermodynamique d ‘ un système isolé.

I. 3. Evolution et équilibre d'un système à volume et entropie constants.

I. 4. Evolution et équilibre d'un système à pression et entropie constantes.

I. 5. Evolution et équilibre d'un système à température et volume constants.

II. Stabilité de l'équilibre thermique.

**CHAPITRE 2 : ASPECTS MECANIQUE ET THERMODYNAMIQUE DE LA TENSION SUPERFICIELLE.**

**I. Nature et caractéristiques des forces de tension superficielle.**

I. 1. Mise en évidence.

I. 2. Origine microscopique.

I. 3. Caractéristiques des forces de tension superficielle.

I. 4. Travail et énergie de surface.

**II. Formule de Laplace et loi de Jurin.**

II. 1. Surpression dans une bulle de savon.

II. 2. Formule générale de Laplace.

II. 3. Angle de mouillage d'une goutte.

II. 4. Condition d'Young.

II. 5. Ascension capillaire. Loi de Jurin.

III. Etude thermodynamique des phénomènes de surface.

III. 1. Lame mince.

III. 2. Adsorption.

III. 3. Rôle des phénomènes de surface dans les transitions de phase.

**CHAPITRE 3 : COUPLAGE LINEAIRE DE PHENOMENES IRREVERSIBLES . EFFETS THERMOELECTRIQUES.**

**I. Forces Thermodynamiques.**

I. 1. Définition.

I. 2. Expression de la force thermodynamique d'origine thermique.

I. 3. Expression de la force thermodynamique d'origine électrique.

I. 4. Expression de la force thermodynamique de diffusion.

**II. Théorie d'Onsager.**

II. 1. Relations entre courants volumiques et forces.

II. 2. Expression de la production d'entropie.

II. 3. Relations de réciprocité d'Onsager.

II. 4. Exemple de la thermodiffusion.

III. Effets thermoélectriques.

III. 1. Relations entre les différents coefficients.

III. 2. Courants volumiques thermique et électrique.

III. 3. Effet Seebeck.

III. 4. Effet Peltier.

III. 5. Effet Thomson**.**

**Mode d’évaluation :***Contrôle continu, examen, etc… (La pondération est laissée à l’appréciation de l’équipe de formation)*

**CONTINU**

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

- Van Wylen; Sonntag; Desrochers "Thermodynamique appliquée" , Editions Du Renouveau Pédagogique Inc. (1981)

- José-Philippe Perez and Anne-Marie Romulus, Thermodynamique, fondements et applications, DUNOD, 2001.

- Kalyan Annamalai , Ishwar K. Puri, "Advanced Thermodynamics Engineering", CRC; 1 edition (August 31, 2001)

**Intitulé du Master : ENERGETIQUE et ENERGIES RENOUVELABLES**

**Semestre : S2**

**Intitulé de l’UE UEF2 (O/P) : FONDAMENTALES**

**Intitulé de la matière : MODELES DE CONDUCTIVITES THERMIQUES**

**Crédits : 4**

**Coefficients : 2**

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

*Dans la partie transfert de chaleur et de masse II, l'étudiant aura la possibilité de :*

*- effectuer le bilan thermique d'un corps à l'équilibre.*

*- déterminer la répartition des températures et des flux les canalisations en régime permanent.*

*- connaitre les principes des régimes variables*

*- appliquer les dispositions constructives relatives aux transferts de masse.*

*- connaitre les méthodes de dimensionnement des échangeurs thermiques, afin de déterminer comment améliorer ou limiter le transfert à l’intérieur d’un échangeur industriel.*

*- Acquérir des connaissances concernant le fonctionnement des échangeurs thermiques afin de déterminer leur efficacité et choisir le type d’échangeur adapté au type de procédé industriel.*

*- connaitre les différentes approches et modèles qui régissent les phénomènes diffusifs afin d’appliquer celle qui correspond au mieux au problème pratique étudié.*

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

*Prérequis : TRANSFERTS THERMIQUES*

**Contenu de la matière** *(indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel et du travail personnel)*

**MODELES DE CONDUCTIVITES THERMIQUES**

**ECRITURE DU MODELE**

**UTILISATION DU THEOREME DE DUHAMEL**

**EXTENSION DE LA NOTION DE RESISTANCE**

**FONCTIONS DE TRANSFERTS**

Notions de fonctions de transferts

Groupement de fonctions de transferts

Quadripôles d’un mur

Utilisations des fonctions de transferts

Extension de la notion de transfert

**REGIME PERIODIQUE**

**SEPARATION DE VARIABLES**

**MILIEUX COMPOSITES 1-D**

Modèles

Solutions

Exemples

**SIGNE COUNT METHOD**

Régime permanent transferts 2-D

Régime variable transferts 2-D

Régime périodique établi transferts 2-D

**UTILISATIONS DES FONCTIONS DE GREEN**

**UTILISATIONS DES TRANSFORMATIONS INTEGRALES**

**RESISTANCES THERMIQUES DE CONTACT**

Origine physique

Mesure des résistances de contact

Influence de la charge et du temps

Influence du milieu interstitiel

Influence de l’état des surfaces

**Mode d’évaluation :***Contrôle continu, examen, etc…(La pondération est laissée à l’appréciation de l’équipe de formation)*

**CONTINU**

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

* Handbook of Heat Transfer, Warren M. Rohsenow, James P. Hartnett, Young I. Cho , McGraw-Hill Professional, 1998.
* Transferts thermiques: Résumé de cours, problèmes corrigés, B. Cheron, Ellipses, 1999.
* Heat and Mass Transfer 2006, Hans D. Baehr Karl Stephan, Springer 2006.

**Intitulé du Master : ENERGETIQUE et ENERGIES RENOUVELABLES**

**Semestre : S2**

**Intitulé de l’UE UEF2 (O/P) : FONDAMENTALES**

**Intitulé de la matière : ENERGIES RENOUVELABLES**

**Crédits : 2**

**Coefficients : 1**

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

Dans le présent module, l'étudiant aura la possibilité de se familiariser avec de nouvelles sources d’énergie : le solaire, biomasse, l'énergie éolienne, l'énergie géothermique et l'énergie hydroélectrique. Il connaitra les différent modes et systèmes de conversion de ces formes d'énergie en énergie électrique, thermique ou mécanique.

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

*Pas de prérequis particulier autre que des connaissances générales de physique de niveau licence.*

**Contenu de la matière** *(indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel et du travail personnel)*

**ENERGIES RENOUVELABLES**

**I. L'ENERGIE EOLIENNE**

- Le vent: Causes, Caractéristique, Variation de la vitesse du vent avec l’altitude, Energie du vent récupérable.

- Les différents types d'éoliennes.

- Caractéristiques d'une éolienne.

- Les différentes applications de l’énergie éolienne; pompage, production d'électricité.

- Le gisement éolien en Algérie.

- L’énergie **éolienne et l’environnement.**

**II. L'ENERGIE GEOTHERMIQUE**

- Définition de la géothermie.

- Structure de la terre.

- gradient de température et flux de chaleur.

- Classifications des zones.

- La géothermie haute, moyenne et basse énergie.

- Applications de la géothermie, chauffage, agriculture et industrie.

- Considérations économiques.

- La géothermie en Algérie.

 **III. L'ENERGIE HYDRAULIQUE**

- Généralités

- Les différents types d'ouvrages hydrauliques

- Production de l'énergie hydro-électrique

**IV. L'ENERGIE SOLAIRE**

* Le soleil
* Utilisation de l’énergie solaire :
* Conservation des aliments, le séchage et l’extraction du sel de l’eau de mer (distillation).
* Les technologies solaires thermiques (chauffe-eau, cuisinières, distillateurs, séchoirs solaires) qui utilisent directement le rayonnement solaire.
* Les cellules solaires photovoltaïques (conversion de l’énergie solaire en électricité)
* Utilisation :
* pompage de l’eau
* alimenter de petits réseaux électriques**.**

**V. L'ENERGIE BIOMASSE**

**Combustion**

* Procédé traditionnel = combustion sur grille
* Lits fixes, fluidisés, flux entraîné
* Mode d’introduction de la biomasse
* Air primaire, secondaire, tertiaire
* Extraction des cendres

**Méthanisatio**n

* En décharge
* En méthaniseur : différentes ressources et différentes tailles
* À la ferme
* Industriel
* Paramètres : température, humidité, composition
* Fermentation alcoolique
* À partir de sucres
* Après hydrolyse chimique
* Voies du futur : biochimie et synthèse biologique

**Mode d’évaluation :***Contrôle continu, examen, etc…(La pondération est laissée à l’appréciation de l’équipe de formation)*

**contINU**

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

* Renewable Energy, Bent Sorensen, Academic Press, 1997.
* Renewable Energy: Technology, Economics and Environment, Martin Kaltschmitt, Wolfgang Streicher, Andreas Wiese, Springer, 2007
* Wind and Solar Power Systems, Mukund R. Patel, CRC press, 1999
* Wind Energy Handbook , Tony Burton, David Sharpe, Nick Jenkins, Ervin Bossanyi, Wiley, 2001
* Wind Energy Systems, Gary L. Johnson, Prentice Hall, 1994.
* Wind Energy: Fundamentals, Resource Analysis and Economics, Sathyajith Mathew Springer, 2006
* Geothermal Energy: An Alternative Resource for the 21st Century, Harsh K. Gupta, Sukanta Roy, Elsevier science 2006.

**Intitulé du Master : ENERGETIQUE et ENERGIES RENOUVELABLES**

**Semestre : S2**

**Intitulé de l’UE UEF2 (O/P) : FONDAMENTALES**

**Intitulé de la matière : SEMI-CONDUCTEURS-II**

**Crédits : 4**

**Coefficients : 2**

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

*- Dans cette unité est abordée les Méthodes d'analyse et de caractérisation des matériaux, à savoir La spectroscopie d’absorption IR, UV Visible, l'Ellipsométrie optique, la radio diffraction des RX à incidence rasante, ma microscopie optique, ect.*

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

*Prérequis SEMI-CONDUCTEURS-I*

**Contenu de la matière** *(indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel et du travail personnel)*

**SEMI-CONDUCTEURS-II**

**METHODE D’ANALYSE ET DE CARACTERISATION DES COUCHES MINCES.**

**-**La spectroscopie d’absorption IR, UV-Visible

-Ellipsométrie optique

-Radio diffraction des RX à incidence rasante

-Microscopie optique

-Microscopie électronique à balayage

-Microscopie électronique à transmission

-Microscopie à force atomique

-Microscopie à effet tunnel

-microscopie Auger

-Méthodes d’analyse de propriétés électriques et magnétiques

-EDX

-Les cellules photovoltaïques à base de Si

-Les cellules photovoltaïques nanocristallines à base de colorant

-Les cellules solaires à bases de couches minces

**Mode d’évaluation :***Contrôle continu, examen, etc…(La pondération est laissée à l’appréciation de l’équipe de formation)*

**CONTINU**

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

* Fundamentals of Light Microscopy and Electronic Imaging, Douglas B. Murphy, Wiley-Liss , 2001
* X-Ray Topography, David R. Black, Gabrielle G. Long, Materials Science and Engineering Laboratory, 2004

**Intitulé du Master : ENERGETIQUE et ENERGIES RENOUVELABLES**

**Semestre : S2**

**Intitulé de l’UE UEM1 (O/P) : FONDAMENTALES**

**Intitulé de la matière : METHODES NUMERIQUES -II**

**Crédits : 4**

**Coefficients : 2**

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

*Etude des méthodes des différences finies, Les méthodes des volumes finis, Les méthodes des éléments finis et quelques méthodes asymptotiques.*

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

*Pas de prérequis particulier autre que des connaissances générales de physique de niveau licence.*

**Contenu de la matière** *(indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel et du travail personnel)*

**METHODES NUMERIQUES –II**

**1. LES ELEMENTS FINIS**

1.1 Méthodes des éléments finis

Introduction à la méthode des éléments finis

1.2 Définitions des éléments et des fonctions d’interpolation

1.3. Discrétisation des équations différentielles par l’approche du calcul des variations

1.4. Discrétisation des équations différentielles par l’approche de Galerkin.

 1.5. Elargissement et assemblage des matrices élémentaires.

 1.6. Modification de la matrice globale par les conditions aux limites.

 1.7. Solution des systèmes linéaires et non linéaires d’équations de discrétisation.

**2. TYPES D’ELEMENTS ET DETERMINATION DES FONCTIONS D’INTERPOLATION**

2.1. Les éléments triangulaires et leurs fonctions d’interpolations

 2.2. Les éléments rectangulaires et leurs fonctions d’interpolations

 2.3. Les éléments iso-paramétriques bidimensionnels et leurs fonctions d’interpolations

 2.4. Les éléments tridimensionnels aux faces planes et leurs fonctions d’interpolations

 2.5. Les éléments tridimensionnels iso-paramétriques et leurs fonctions d’interpolations

 2.6. Les conditions de complétude et de compatibilité

 2.7. La nécessité de l’isotropie géométrique

**3. APPLICATION DE LA METHODE DES ELEMENTS FINIS**

3.1 Conduction de chaleur dans les domaines à géométrie complexe

3.2 La déformation élastique des corps solides.

3.3 L’écoulement potentiel d’un fluide sur des obstacles solides

**Mode d’évaluation :***Contrôle continu, examen, etc…(La pondération est laissée à l’appréciation de l’équipe de formation)*

**CONTINUE**

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

* J. Baranger ; "Introduction à l'analyse numérique" ; éditions Herman, 1993.
* J.P. Demailly ; "Analyse numérique et équations différentielles" ; éditions Mc Graw-Hill, 2ème édition, 1978.
* J. Stoer & R. Bulirsch ; "Introduction to numerical analysis" ; éditions Springer-Verlag, 1980.
* P. Lascaux & R. Theodor ; "Ananlyse numérique matricielle appliquée à l'art de l'ingénieur : Méthodes directes"; Tome 1 ; éditions Masson, 2ème édition, 1993.

**Intitulé du Master : ENERGETIQUE et ENERGIES RENOUVELABLES**

**Semestre : S2**

**Intitulé de l’UE UEM2 (O/P) : FONDAMENTALES**

**Intitulé de la matière : PROGRAMMATION- II**

**Crédits : 2**

**Coefficients : 1**

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

*.*

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

*Pas de prérequis particulier autre que des connaissances générales de physique de niveau licence.*

**Contenu de la matière** *(indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel et du travail personnel)*

**PROGRAMMATION- II**

 APPLICATION DE LA METHODE DES ELEMENTS FINIS

* Conduction de chaleur dans les domaines à géométrie complexe
* La déformation élastique des corps solides.
* L’écoulement potentiel d’un fluide sur des obstacles solides

PROGRAMMATION

* Fluent
* Matlab

**Mode d’évaluation :***Contrôle continu, examen, etc… (La pondération est laissée à l’appréciation de l’équipe de formation)*

**EXAMEN**

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

* J.C. Vaissière & J.P. Nougier ; "Programmes et exercices sur les méthodes numériques" ; éditions Masson, 1990.
* J.P. Nougier ; "Méthodes de calcul numérique" ; éditions Masson, 3ème édition, 1993.

**Intitulé du Master : ENERGETIQUE et ENERGIES RENOUVELABLES**

**Semestre : S2**

**Intitulé de l’UE UEF2 (O/P) : FONDAMENTALES**

**Intitulé de la matière : BIOMASSE**

**Crédits : 2**

**Coefficients : 1**

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

La biomasse est la source énergie la plus ancienne utilisée par l’humanité. Il s’agit de toute matière organique, végétale ou issue des êtres vivants. Le terme de biomasse recouvre un champ très large de matières : bois, déchets des industries de transformation du bois, déchets agricoles (pailles, lisiers, etc.) et toute autre sorte de déchets organiques.

La biomasse est la 2ème énergie renouvelable dans le monde. Elle permet de produire de

L’électricité, de la chaleur via la combustion de déchets et de résidus de matières organiques végétales ou animales. Elle est très utilisée, notamment 10% de l’énergie primaire mondiale et souvent dans les circuits non commerciaux. Pour environ 2.6 milliards d’habitants, elle représente quasiment la seule source d’énergie.

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

*Pas de prérequis particulier autre que des connaissances générales de physique de niveau licence.*

**Contenu de la matière** *(indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel et du travail personnel)*

**BIOMASSE**

**I. Définition**

1- Les voies de conversion thermochimique

 • La combustion

 • La pyrolyse

 • La gazéification

 2- Les voies de conversion biologique

 • La digestion anaérobie

 • La fermentation alcoolique

 • Les biocarburants

**II. La méthanisation et la Biomasse**

1) La biomasse

2) La méthanisation

**III. Les freins à l’installation d’unités**

1. Comparaison avec d’autres sources d’énergies.
2. Gisement pétrolier
3. Gisement de gaz
4. Centrales nucléaires
5. Energie hydraulique
6. éolienne
7. énergie photovoltaïques
8. Les contraintes d’installation
9. Coût d’installation du méthaniseur

**IV. Le devenir de la biomasse et de la méthanisation. Améliorations et développements**

1. Le chauffage par la biomasse
2. Production combinée de chaleur et d'électricité (cogénération) Biogaz
3. Production d'électricité.

**Mode d’évaluation :***Contrôle continu, examen, etc… (La pondération est laissée à l’appréciation de l’équipe de formation)*

**EXAMEN**

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

* *Ecrin(France).DL 2007.Energies alternatives. Omniscience.*
* *Moletta,René. Le traitement de déchets. DL 2009.ED. Tec & doc.*
* *Moletta,René. La méthanisation. DL 2011.ED. Tec & doc.*
* *Ballernii,Daniel. Les biocarburants : états des lieux, perspectives et enjeux*
* *du développement. DL 2006.Ed technip.*
* *Biomass for Renewable Energy, Fuels, and Chemicals, Donald L. Klass, Academic press, 1998.*
* *Offshore Wind Energy: Research on Environmental Impacts, Julia K, Springer, 2006.*
* *Energy from Biomass: A Review of Combustion and Gasification Technologies, Peter Quaak World Bank Publications, 1999.*

**Intitulé du Master : ENERGETIQUE et ENERGIES RENOUVELABLES**

**Semestre : S2**

**Intitulé de l’UE UED1 (O/P) : DECOUVERTE**

**Intitulé de la matière : ENERGIE HYDROLYQUE**

**Crédits : 2**

**Coefficients : 1**

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

Les centrales hydrauliques sont une solution mise en œuvre dans la production d’électricité car elle utilise une énergie renouvelable, et est, par ailleurs, considérée comme une énergie propre.

A partir de là, une question est soulevée : comment peut-on l’utiliser comme une source de l’avenir ?

Pour répondre à cela, nous allons, à l’aide de la création d’une microcentrale hydraulique, présenter le fonctionnement des centrales hydrauliques. Dans un second temps, nous étudierons les pertes d’énergie engendrées qui peuvent être minimisées, puis nous parlerons de l’avenir de cette énergie.

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

*Pas de prérequis particulier autre que des connaissances générales de physique de niveau licence.*

**Contenu de la matière** *(indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel et du travail personnel)*

**ENERGIE HYDROLYQUE**

**Introduction**

**I. Fonctionnement**

* + L’eau, source d’énergie
	+ Groupe turbine/alternateur
	+ Maquette d’une centrale hydroélectrique

**II. Les pertes d’énergie**

* Les pertes de la chute d’eau
* Les pertes de la turbine

**III. Quel avenir pour l’énergie hydraulique ?**

* + Des inconvénients sociaux
	+ Une énergie de pointe nécessaire
	+ Une énergie durable

**Mode d’évaluation :***Contrôle continu, examen, etc… (La pondération est laissée à l’appréciation de l’équipe de formation)*

**CONTINU**

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

* *Alain Schrambach, Roues hydrauliques, Ed. FFAM, 2009, 160 pages FFAM Route d'Avenay Cidex 22 - 14210 Evrecy,*
* *Michel Heschung, Guide pour la réhabilitation des moulins hydrauliques en vue de la production d'électricité, 2007, FFAM, 112 pages. FFAM Route d'Avenay Cidex 22 - 14210 Evrecy*
* *Collectif, Images économiques du monde. Panorama annuel 2006, Paris, Armand Colin, 2005, (ISBN 2200269617), page 367*

[*http://energie.edf.com*](http://energie.edf.com)

[*http://www.developpement-durable.gouv.fr/*](http://www.developpement-durable.gouv.fr/)

[*http://medias.edf.com*](http://medias.edf.com)

[*http://www.ecosources.info*](http://www.ecosources.info)

[*http://services-techniques.met.wallonie.be*](http://services-techniques.met.wallonie.be)

**Intitulé du Master : ENERGETIQUE et ENERGIES RENOUVELABLES**

**Semestre : S2**

**Intitulé de l’UE UET1 (O/P) : TRANSVERSALES**

**Intitulé de la matière : LANGUES**

**Crédits : 2**

**Coefficients : 1**

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

Acquisition d’une pratique de la langue anglaise indispensable pour présenter des résultats scientifiques à l’écrit (rédaction d’articles) et à l’oral (présentation d’un travail de recherche)

Entraînement à une compréhension orale et écrite plus nuancées à partir de documents audio-vidéo, multimédia, et écrits sur des thèmes généraux mais à caractère scientifiques, autour des thèmes de l’environnement et de la place de la science dans la société.

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

*Pas de prérequis particulier autre que des connaissances générales de physique de niveau licence.*

**Contenu de la matière** *(indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel et du travail personnel)*

Le vocabulaire spécifique aux équipements et matériels des installations utilisées en énergie renouvelable ainsi que celui utilisé dans les logiciels de traitement assisté par ordinateur est d’une grande importance.

Des cours seront prodigués en Anglais sur :

* La conception d’un rapport technique : en incluant la structure de base, les composantes d’introduction et de discussion
* L’écriture du rapport : en incluant l’arrangement, l’édition et les aides visuelles
* La présentation orale et communications : sur la base d’un sommaire où l’objectif doit être clairement formulé

**Mode d’évaluation :***Contrôle continu, examen, etc… (La pondération est laissée à l’appréciation de l’équipe de formation)*

**EXAMEN**

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

**Intitulé du Master : ENERGETIQUE et ENERGIES RENOUVELABLES**

**Semestre *: S3***

**Intitulé de l’UE UEF1 (O/P) : fondamentales**

**Intitulé de la matière : CONVERSION PHOTOVOLTAIQUE**

**Crédits : 6**

**Coefficients : 3**

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

Dans cette unité est abordée les principes de fonctionnements d'une cellule solaire, ses caractéristiques, l'effet de la température et de l'illumination sur ses caractéristiques, les différents facteurs limitant son rendement et Les différents groupements seront étudiés. Les différentes technologies des cellules solaires seront exposées.

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

*Prérequis : PHYSIQUE DES SEMI CONDUCTEURS- I ET II*

**Contenu de la matière** *(indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel et du travail personnel)*

**CONVERSION PHOTOVOLTAIQUE**.

1-Generalités

2- L'effet photovoltaïque

3- La cellule solaire

4- Le circuit équivalent d'une cellule solaire

5- Caractéristiques I-V d'une cellule solaire.

6- Paramètres fondamentaux d'une cellule solaire

7- Influence de l'illumination sur la caractéristique I-V

8-Influence de la température sur la caractéristique I-V

9- Les principaux facteurs limitant le rendement

10-Les différents types de cellules solaires

11-Les modules photovoltaïques

12-Desequilibres dans les groupements de modules

13-Les systèmes photovoltaïques

**Mode d’évaluation :***Contrôle continu, examen, etc… (La pondération est laissée à l’appréciation de l’équipe de formation)*

**CONTINU**

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

1. Renewable Energy, Bent Sorensen, Academic Press, 1997.

2. Practical Handbook of Photovoltaics: Fundamentals and Applications, T. Markvart, Elsevier science, 2003.

3. Solar Cells: Materials, Manufacture and Operation, Tom Markvart, Luis Castaner, Elsevier Science, 2005.

4. Handbook of Photovoltaic Science and Engineering, Antonio Luque, Steven Hegedus , Wiley, 2003.

**Intitulé du Master : ENERGETIQUE et ENERGIES RENOUVELABLES**

**Semestre : S3**

**Intitulé de l’UE UEF1 (O/P) : FONDAMENTALES**

**Intitulé de la matière : CONVERSION PHOTOTHERMIQUE**

**Crédits : 6**

**Coefficients : 3**

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

*Dans cette unité est abordée les problèmes généraux posés par la conversion thermique de l'énergie solaire. Des applications à basse température (sans concentration) à moyenne et haute température sont étudiées. Les principaux matériaux utilisés en thermique solaires sont étudiés.*

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

*Prérequis : TRANSFERT DE THERMIQUE I ET II, THERMODYNAMIQUE APPLIQUEE*

**Contenu de la matière** *(indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel et du travail personnel)*

**CONVERSION PHOTOTHERMIQUE**

* Effet de serre et surfaces sélectives.
* Fluides caloporteurs et échangeurs.
* Capteurs photo thermiques.
* Convertisseurs basse température
* Convertisseurs moyenne température
* Convertisseur haute température
* Applications : chauffage, froid, distillation, moteurs, pompage, industrie.

**Mode d’évaluation :***Contrôle continu, examen, etc… (La pondération est laissée à l’appréciation de l’équipe de formation)*

**CONTINU**

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

* Jean-Michel Chasseriaux, "Conversion thermique du rayonnement solaire", Dunod (1984)
* R, Bernad, G. Menguy, et Schwartz, Le rayonnement solaire : conversion thermique et applications, Lavoisier, 1983.

**Intitulé du Master : ENERGETIQUE et ENERGIES RENOUVELABLES**

**Semestre : S3**

**Intitulé de l’UE UEF2 (O/P) : FONDAMENTALES**

**Intitulé de la matière : SYSTHEMES HYBRIDES**

**Crédits : 6**

**Coefficients : 3**

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

Le problème avec la puissance variable et non garantie produite par les sources d’énergie renouvelables, peut être résolu par un couplage des sources d’approvisionnement et la formation d’un système dit hybride (SH). Un système hybride à sources d'énergie renouvelables (SHSER) est un système électrique, comprenant plus d'une source d’énergie, parmi lesquelles une au moins est renouvelable (Lazarov et al, 2005).

Le système hybride peut comprendre un dispositif de stockage.

D’un point de vue plus global, le système énergétique d'un pays donné peut être considéré comme un système hybride.

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

*Pas de prérequis particulier autre que des connaissances générales de physique de niveau licence.*

**Contenu de la matière** *(indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel et du travail personnel)*

**SYSTHEMES HYBRIDES**

* 1. Systèmes hybrides
		1. Définition
		2. Classification
1. Le régime du fonctionnement
2. La structure du système hybride
	* 1. Etudes des systèmes hybrides
3. Critères d’optimisation et logiciel de dimensionnement
4. Critères d’optimisation du système hybride
5. Logiciels pour l’étude des systèmes hybrides
6. Etudes des structures de systèmes hybrides
	1. Systèmes hybrides avec source d’énergie conventionnelle
7. Systèmes photovoltaïque/source conventionnelle
8. Systèmes éolien/source conventionnelle
9. Systèmes photovoltaïque/éolien/diesel
10. Systèmes hybrides sans source conventionnelle
11. Systèmes hybrides photovoltaïque/stockage
12. Système hybride éolien/stockage
13. Système hybride photovoltaïque/éolien/stockage
14. Systèmes hybrides photovoltaïque/éolien sans stockage
	1. Modélisation des éléments du système
15. Modèles de l’installation photovoltaïque.
16. Modèles des éoliennes électroniques

**Mode d’évaluation :***Contrôle continu, examen, etc… (La pondération est laissée à l’appréciation de l’équipe de formation)*

**CONTINU**

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

* van Hertem, D., (2009). The use of power flow controlling devices in the liberalized market.
* Catholic university of Leuven report, ISBN 978-94-6018-024-8, January 2009.
* Schoenung, S.M., Hassenzahl, W.V., (2003). Long-vs. Short-term energy storage technologies
* analysis. A life-cycle cost study. A study for the DOE energy storage systems program. Sandia
* Report, SAND2003-2783, August 2003.
* Robyns, B., Davigny, A., Saudemont, C., Ansel, A., Courtecuisse, V., Francois, B., Plumel, S.,
* Deuse, J., (2006). Impact de l’éolien sur le réseau de transport et la qualité de l’énergie. J3eA, vol. 5,
* 2006.
* Klein, S. A., Beckman, W. A., Mitchell, J. W., Duffie, J. A., Duffie, N. A., Freeman, T. L., et al.
* (2009). TRNSYS Manual, a transient simulation program, Version 17. Madison: Solar
* Engineering Laboratory. University of Wisconsin-Madison.
* Soe, N., Han Yee T., Aung S. Dynamic Modeling and Simulation of Threephase Small Power
* Induction Motor. World Academy of Science, Engineering and Technology 2008, 42.
* Lazarov V., Notton G., Stoyanov L. Grid connected multi-source system sizing, Electromotion
* 2009, Lille, France, juillet 2009.

**Intitulé du Master : ENERGETIQUE et ENERGIES RENOUVELABLES**

**Semestre : S3**

**Intitulé de l’UE UEF2 (O/P) : FONDAMENTALES**

**Intitulé de la matière : RECHERCHE ET OUTILS DE CALCUL SCIENTIFIQUE**

**Crédits : 6**

**Coefficients : 3**

**Objectifs de l’enseignement** (*Décrire ce que l’étudiant est censé avoir acquis comme*

Concevoir un nouvel équilibre entre les énergies fossiles, l'énergie nucléaire et les énergies renouvelables nécessite la définition d'objectifs précis dans le cadre d'une politique énergétique rationnelle inscrite dans le temps, en s'appuyant sur les technologies existantes et sur les innovations rendues possibles par la recherche scientifique et technologique. La transition souhaitée vers une réduction des énergies fossiles et vers une plus grande insertion des énergies renouvelables fera apparaître des difficultés considérables qu'il faudra envisager avec réalisme. On ne pourra pas se contenter d'approximations pour assurer l'équilibre entre la demande et la production et il faudra réussir à faire comprendre que cet équilibre ne pourra être atteint sans la résolution de problèmes scientifiques et techniques majeurs.

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

*Pas de prérequis particulier autre que des connaissances générales de physique de niveau licence.*

**Contenu de la matière** *(indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel et du travail personnel)*

**RECHERCHE ET OUTILS DE CALCUL SCIENTIFIQUE**

**TECPLOT 360**

* 1. Introduction
	2. Programmation
		1. Syntaxe du langage
		2. Vecteurs
		3. Matrices
		4. Exercices sur la syntaxe de base et les tableaux
	3. Fonctions ou macros (function)
		1. M-files functions
		2. Inline functions
		3. Fonctions outils
		4. Exercices sur les fonctions
	4. Représentation graphique
		1. Exemple de représentation graphique en dimension deux
		2. Autres types de représentation
	5. Applications.

 **Introduction à fluent**

1. Définition et manipulation des objets
2. Programmation de base
3. Fonctions d’entrée-sortie
4. Graphiques
5. Exemples d’applications

**Mode d’évaluation :***Contrôle continu, examen, etc… (La pondération est laissée à l’appréciation de l’équipe de formation)*

**examen**

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

<http://www.tecplot.com/>

<https://www.scc.kit.edu/downloads/sca/tpum.pdf>

<http://www.ansys.com/Products/Fluids/ANSYS-Fluent>

<http://www.fluentco.com/>

<http://orange.engr.ucdavis.edu/Documentation12.1/121/FLUENT/fltg.pdf>

<http://aerojet.engr.ucdavis.edu/fluenthelp/pdf/tg/fltg.pdf>

**Intitulé du Master : ENERGETIQUE et ENERGIES RENOUVELABLES**

**Semestre : S3**

**Intitulé de l’UE UEF2 (O/P) : FONDAMENTALES**

**Intitulé de la matière : PREPARATION DU PROJET**

**Crédits : 4**

**Coefficients : 2**

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

Le protocole de recherche est un outil permettant de planifier adéquatement le déroulement d’un projet de recherche. C’est à partir de ce document que le comité scientifique juge du bien-fondé scientifique de tout projet de recherche relevant de sa compétence (Audy, 2009).

Le protocole de recherche consiste à décrire de façon précise et claire ce que le chercheur entend mener comme projet de recherche et comment il sera réalisé. Il y a une diversité des paradigmes et des méthodes de recherche mais, dans le cadre de sa recherche, l’impétrant doit s’assurer de valider les éléments qui assurent le respect des critères de rigueur scientifique dans la phase de conception de la recherche propre à la méthode scientifique proposée. Ainsi, la recherche doit être satisfaisante soit sur le plan de la validité et de la valeur scientifiques pour les projets, soit sur le plan de la rigueur scientifique.

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

Pas de prérequis particulier autre que des connaissances générales de physique de niveau licence.

**Contenu de la matière** *(indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel et du travail personnel)*

**PREPARATION DU PROJET**

**Introduction**

1. Introduction du sujet et du thème de l’étude.
2. Décrire de façon générale le domaine de la recherche et le contexte.
3. Présenter les visées générales de l’étude.

**Problématique**

1. Conceptualisation du problème de recherche : Consiste à définir le problème.
2. Identifier et définir le ou les principaux construits impliqués dans l’étude.
3. Formuler le problème à l’étude : faire ressortir l’importance du sujet, présenter l’objectif général de l’étude.

**Recension des écrits**

1. Un inventaire et un examen critique des publications en rapport au sujet d’étude (essai, mémoire, thèse).
2. Discuter des lacunes méthodologiques, des limites et forces des conclusions des différents articles si pertinents.
3. Les buts de la recension consistent à déterminer ce qui a été écrit sur un sujet et à mettre en lumière la façon dont il a été étudié.
4. Cadre de référence : On peut inclure un cadre conceptuel, ou un cadre théorique. Facultatif selon le type d’étude proposée.
5. Travaux préliminaires ou étude pilote : Démontrent la faisabilité de l’étude, la pertinence de la recherche et la compétence du chercheur à réaliser l’étude.
6. But général : objectifs et hypothèses (nécessaires principalement dans les devis expérimentaux).
7. Méthodologie : Éléments de la méthodologie.
8. Faisabilité
9. Considération éthiques
10. Diffusion(Interprétation) des résultats
11. Échéanciers : Pour chacun des objectifs, un échéancier de travail global doit être proposé.

**Mode d’évaluation :***Contrôle continu, examen, etc…(La pondération est laissée à l’appréciation de l’équipe de formation)*

**CONTINU**

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

1. Fortin MF. Fondements et étapes du processus de recherche : méthodes quantitatives et qualitatives. Montréal: Cheneliere Éducation; 2010.

2. Recueil de textes du cours SCL722 : Concepts méthodologiques en recherche clinique. Université de Sherbrooke.

3. Audy, S. Le bien-fondé scientifique : Ce qu’il importe de savoir aux fins d’une mise en pratique éclairée. Montréal : Comité de liaison en éthique de la recherche de l’Université de Montréal ; 2009.

4. <http://devhist.hypotheses.org/238>

**Intitulé du Master : ENERGETIQUE et ENERGIES RENOUVELABLES**

**Semestre : S2**

**Intitulé de l’UE UEM1 (O/P) : FONDAMENTALES**

**Intitulé de la matière : FORMATION A L'ENTREPRENEURIAT**

**Crédits : 2**

**Coefficients : 1**

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

*Écrire un projet de recherche est un exercice auquel l’étudiant sera confronté.*

*Le mémoire de master, ou projet de recherche dépendra ainsi de la nature de la recherche, du format imposé (nombre de pages, de signes, etc.) et, du lectorat auquel le projet s’adresse.*

*Ce cours a pour objectif de donner quelques conseils relatifs au contenu d’une formation à l'entrepreneuriat.*

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

*Pas de prérequis particulier autre que des connaissances générales de physique de niveau licence.*

**Contenu de la matière** *(indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel et du travail personnel)*

**FORMATION A L'ENTREPRENEURIAT**

**I - Qu’est-ce qu’une formation à l'entrepreneuriat**

1. Objectifs et enjeux d’une formation à l'entrepreneuriat
2. Démarche pédagogique d’une formation à l'entrepreneuriat
3. Public visé

**II - Préparation du projet d’école**

1. Organisation d’une formation à l'entrepreneuriat
2. Rôle des différents acteurs

**III - Constitution du dossier**

**IV - Financement et organisation logistique**

1. Financement
2. Logistique

**V - Procédures et calendrier de sélection des projets**

**VI - Communication sur les formations à l'entrepreneuriat**

**VII - Evaluations**

**VIII – Annexes**

1. Liste des Chargés de Mission Formation des Instituts
2. Déclaration d’intention (pièce 0)
3. Fiche synthétique (pièce 1)
4. Description du projet d’Ecole (pièce 2)
5. Budget prévisionnel (pièce3)

**Mode d’évaluation :***Contrôle continu, examen, etc…(La pondération est laissée à l’appréciation de l’équipe de formation)*

**EXAMEN**

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

<http://aix1.uottawa.ca/~fgingras/text/projet.html>

<http://aix1.uottawa.ca/~fgingras/text/projet.html>

**V- Accords ou conventions**

**Oui**

**NON**

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

**LETTRE D’INTENTION TYPE**

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

**(Papier officiel à l’entête de l’établissement universitaire concerné)**

Objet : Approbation du coparrainage du master intitulé :

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

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

- Donnant son point de vue dans l’élaboration et à la mise à jour des programmes d’enseignement,

- Participant à des séminaires organisés à cet effet,

- En participant aux jurys de soutenance,

- En œuvrant à la mutualisation des moyens humains et matériels.

SIGNATURE de la personne légalement autorisée :

FONCTION :

Date :

**LETTRE D’INTENTION TYPE**

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

**(Papier officiel à l’entête de l’entreprise)**

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

Dispensé à :

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

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

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

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

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

SIGNATURE de la personne légalement autorisée :

**FONCTION :**

**Date :**

**CACHET OFFICIEL ou SCEAU DE L’ENTREPRISE**