

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

نموذج مطابقة و مواءمة

عرض تكوين ليسانس أكاديمي
2026 – 2025

التخصص	الشعبة	ميدان
فيزياء الطاقوية	الفيزياء	علوم المادة

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**Canevas de mise en conformité et
harmonisation
OFFRE DE FORMATION**

L.M.D. Licence ACADEMIQUE

2025 – 2026

Domaine	Filière	Spécialité
SCIENCES DE LA MATIERE	PHYSIQUE	PHYSIQUE ÉNERGÉTIQUE

II – Fiche d'organisation semestrielle des enseignements (S5 et S6)

Semestre 5 : * le calcul s'est fait sur la base d'une des variantes possibles

Unité d'Enseignement	Matières	VHS 15 semaines	V.H hebdomadaire			Autres	Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
	Intitulé		Cours	TD	TP				Continu	Examen
UE Fondamentale Code : UEF 5 Crédits : 18 Coefficient : 09	Transfert de chaleur 1	67h30	3h00	1h30		82h30	3	6	33%	67%
	Mécanique des fluides 1	67h30	3h00	1h30		82h30	3	6	33%	67%
	Thermodynamique approfondie	67h30	3h00	1h30		82h30	3	6	33%	67%
UE Méthodologie Code : UEM 5 Crédits : 9 Coefficient : 5	Méthodes numériques appliquées à l'énergétique 1	60h00	1h30	1h30	1h00	65h00	3	5	50%	50%
	Programmation Orientée Objet 2	22h30			1h30	27h30	1	2	50%	50%
	Une matière au choix									
	Physique statistique	22h30	1h30			27h30	1	2		100 %
	TP Thermodynamique				1h30				50%	50%
	Gisement solaire		1h30							100%
UE Découverte Code : UED 1 Crédits : 2 Coefficient : 2	Deux matières au choix									
	Capteurs	22h30	1h30		/	2h30	1	1		100%
	Energies									
	Physique des Semi-conducteurs	22h30	1h30		/	2h30	1	1		100%
	Procédés didactique									
UE Transversale Code : UET 5 Crédits : 1 Coefficient : 1	Logiciels libres et open source	22h30	1h30		/	2h30	1	1		100%
Total Semestre 5		375h00	15h00	6h00	4h00*	375h00	17	30		

Semestre 6 : * le calcul s'est fait sur la base d'une des variantes possibles

Unité d'Enseignement	Matières	VHS 15 semaines	V.H hebdomadaire			Autres	Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
	Intitulé		Cours	TD	TP				Continu	Examen
UE Fondamentale Code : UEF 6 Crédits : 18 Coefficient : 09	Transfert de chaleur 2	67h30	3h00	1h30		82h30	3	6	33%	67%
	Mécanique des fluides 2	67h30	3h00	1h30		82h30	3	6	33%	67%
	Thermodynamique appliquée	67h30	3h00	1h30		82h30	3	6	33%	67%
UE Méthodologie Code : UEM 6 Crédits : 9 Coefficient : 5	Méthodes numériques appliquées à l'énergétique 2	60h00	1h30	1h30	1h00	65h00	3	5	50%	50%
	Deux matières au choix									
	Rayonnement et matière	22h30	1h30			27h30	1	2	50%	50%
	TP Conversion et production d'énergie									
	TP Mécanique des fluides	22h30			1h30	27h30	1	2	50%	50%
	TP Transfert thermique									
UE Découverte Code : UED 6 Crédits : 2 Coefficient : 2	Deux matières au choix									
	Conversion d'énergie	22h30	1h30		/	2h30	1	1		100%
	Géothermie									
	Energie hydraulique	22h30	1h30		/	2h30	1	1		100%
	Biomasse									
UE Transversale Code : UET 6 Crédits : 1 Coefficient : 1	Entrepreneuriat	22h30	1h30		/	2h30	1	1		100%
Total Semestre 6		375h00	16h30	6h00	2h30*	375h00	17	30		

Programmes des Semestres

Adapter le programme des cours et travaux dirigés (TD) en fonction du volume horaire hebdomadaire présentiel (VHH présentiel) et du volume horaire hebdomadaire personnel (VHH personnel).

Semestre : 5

UE : Fondamentale

Matière : Transfert de chaleur 1

Objectifs de l'enseignement :

Comprendre les mécanismes fondamentaux du transfert de chaleur en régime stationnaire et variable, et maîtriser les outils analytiques pour modéliser et résoudre des situations thermiques élémentaires.

Connaissances préalables recommandées :

Thermodynamique.

Contenu de la matière :

1. Introduction à la conduction thermique (2 semaines)

- Bilan énergétique
- Loi de Fourier
- Propriétés thermophysiques
- Équation de diffusion de la chaleur
- Équation de la conduction en géométrie radiale
- Conditions initiales et aux limites

2. Conduction stationnaire monodimensionnelle (4 semaines)

- Conduction sans génération de puissance interne
- Mur plan
- Géométrie radiale
- Conduction avec génération de puissance interne
- Mur plan
- Cylindre plein
- Sphère pleine
- Ailettes
- Analyse thermique générale
- Performances d'une ailette

3. Conduction stationnaire bidimensionnelle (3 semaines)

- Méthodes de différences finies
- Schéma de différences finies
- Méthode du bilan énergétique
- Solution des équations de différences finies

4. Conduction en régime variable (3 semaines)

- Systèmes à résistance interne négligeable
- Méthode des abaques
- Méthode de séparation des variables
- Solutions tabulées
- Solide semi-infini et Transformée de Laplace

Références :

- [1] Heat transfer, Peter von Bockh Thomas Wetzel, Springer, New York, 2012
- [2] Theodore, Bergman, Adriene, Heat Mass Transfer, 7th edition, John Wiley and Sons, 2011
- [3] André Giovanni et Benoit Bédard. Transfert de chaleur. Cépaduès 2012
- [4] Jean Luc Battaglia, Andrzej KuKusiak et Jean Rodolphe Puiggali. Introduction aux transferts thermiques. Dunod 2014
- [5] J-François Sacadura. Transferts thermiques. Tec et Doc-Lavoisier 2015
- [6] Fundamentals of engineering heat and mass transfer, RC: Sachdeva, New age science, UK, 2009

Semestre : 5

UE : Fondamentale

Matière : Mécanique des fluides 1

Objectifs de l'enseignement :

Ce cours permet aux étudiants d'acquérir les bases nécessaires pour comprendre les principes de la mécanique des fluides. Il met l'accent sur les concepts fondamentaux, la statique et la dynamique des fluides parfaits et visqueux, avec des applications pratiques et industrielles.

Connaissances préalables recommandées :

Physique générale et notions de thermodynamique.

Contenu de la matière :

1. Généralités (1 semaine)

- Définition du milieu continu
- Caractéristique du milieu fluide
- Notion de particule fluide
- Forces de volume et de surface
- Fluide parfait, fluide visqueux

2. Statique des fluides (2 semaines)

- Équation générale de la statique des fluides
- Hydrostatique
- Force de poussée d'Archimède

3. Cinématique des fluides (3 semaines)

- Repérage d'une particule fluide
- Points de vue de Lagrange et d'Euler
- Dérivée particulaire
- Lignes de courant
- Tenseur des déformations
- Lois de comportement
- Fluide newtonien

4. Dynamique des fluides parfaits (3 semaines)

- Théorèmes généraux
- Équations fondamentales
- Équation de Bernoulli et applications
- Débitmètres

5. Dynamique des fluides visqueux (3 semaines)

- Équation intégrale et locale du mouvement
- Équation de Navier-Stokes
- Études de cas instationnaires

Références :

[1] S. Candel, Mécanique des Fluides (tomes 1 et 2), Dunod

[2] Yunus Cengel & John Cimbala, Mécanique des fluides, De Boeck

[3] Aniel Thouronde & Pascal Clavier, Mécanique des fluides, Ellipses

Semestre : 5

UE : Fondamentale

Matière : Thermodynamique approfondie

Objectifs de l'enseignement :

Approfondir les lois fondamentales de la thermodynamique et les appliquer à des systèmes ouverts et aux cycles thermodynamiques utilisés dans l'industrie.

Connaissances préalables recommandées :

Thermodynamique de base et cinétique chimique.

Contenu de la matière :

1. Rappels de thermodynamique (2 semaines)

- État thermodynamique
- Principe zéro
- Premier principe : énergie
- Deuxième principe : entropie
- Troisième principe

2. Cycles thermodynamiques (3 semaines)

- Cycle de Carnot
- Cycle d'Otto
- Cycle de Diesel
- Cycle de Brayton
- Cycles de Stirling et Ericsson
- Cycle avec changement de phase

3. Mélanges gazeux et air humide (3 semaines)

- Loi de Dalton
- Étude de l'air humide
- Humidité absolue et relative
- Température du thermomètre humide
- Diagramme psychrométrique

4. Combustion (3 semaines)

- Combustibles
- Enthalpies de réaction
- Équations chimiques
- Bilan énergétique d'une combustion

5. Vapeurs (4 semaines)

- Liquides et vapeurs
- Diagrammes thermodynamiques
- Fonctions énergétiques
- Vapeur saturée, humide et surchauffée
- Diagramme de la vapeur d'eau

Références :

[1] Thierry Meyer. La thermodynamique en prépa et à l'agrégation. Ellipses 2018

[2] George Conczi. Comprendre la thermodynamique. Ellipses 2018

[3] Jean Philippe Ansermet et Sylvain Béchet. Thermodynamique. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes 2016

[4] Yunus A. Cengel, Michael A. Boles. Thermodynamics: An Engineering Approach, McGraw-Hill Education, 2014

[5] Mamoru Ishii, Takashi Hibiki. Thermo-fluid dynamics of two-phase flow, Springer 2011

[6] Koller. Machines thermiques. Dunod, 2005

Semestre : 5

UE : Méthodologie

Matière : Méthodes numériques appliquées à l'énergétique 1

Objectifs de l'enseignement :

Initier les étudiants aux méthodes numériques fondamentales utilisées pour résoudre des équations appliquées en énergétique.

Connaissances préalables recommandées :

Mathématiques de base des semestres 1 à 4.

Contenu de la matière :

1. Recherche de racines (2 semaines)

- Méthode de Newton
- Méthode de la bisection

2. Intégration numérique (2 semaines)

- Méthode des trapèzes
- Méthode de Simpson

3. Interpolation polynomiale (2 semaines)

- Méthode de Lagrange
- Méthode de Newton

4. Résolution de systèmes linéaires (3 semaines)

- Méthode de Gauss
- Méthode de Gauss-Seidel
- Relaxation

5. Équations différentielles ordinaires (3 semaines)

- Problème de Cauchy
- Méthode d'Euler
- Méthode de Runge-Kutta

6. Applications (3 semaines)

- Applications à des problèmes de transfert de chaleur
- Applications en mécanique des fluides

Références :

- [1] Madhumangal Pal. Numerical analysis for scientists and engineers. Alpha Science UK, 2007
- [2] Anderson, Tannehill and Pletcher. Computational fluid mechanics and heat transfer. Hemisphere Publishing
- [3] Gerald C. F. Applied Numerical Analysis. Pearson
- [4] Chapra S.C. & Canale R.P. Numerical Methods for Engineers. McGraw-Hill
- [5] Burden & Faires. Numerical Analysis. Brooks/Cole
- [6] Isaacson & Keller. Analysis of Numerical Methods. Dover Publications

Semestre : 5

UE : Méthodologie

Matière : Programmation Orientée Objet 2

Objectifs de l'enseignement :

Approfondir les concepts de la programmation orientée objet et introduire les structures de données arborescentes en Python.

Connaissances préalables recommandées :

Notions de base en programmation orientée objet (héritage, classes, méthodes).

Contenu de la matière :

1. Concepts avancés de la POO (7 semaines)

- Héritage : classes mères et filles
- Utilisation de super()
- Polymorphisme
- Encapsulation
- Gestion de la visibilité

2. Structures de données arborescentes (8 semaines)

- Concepts et terminologie des arbres binaires
- Implémentation en Python
- Parcours en préordre, en ordre, en postordre

Références :

- [1] Luciano Ramalho. Fluent Python. O'Reilly
- [2] Robert Sedgewick, Kevin Wayne. Algorithms. Addison Wesley
- [3] Allen B. Downey. Think Python. O'Reilly
- [4] David Beazley. Python Cookbook. O'Reilly
- [5] Charles Severance. Python for Everybody. Open Book
- [6] Paul Barry. Head First Python. O'Reilly

Semestre : 5

UE : Méthodologie

Matière : Physique statistique

Objectifs de l'enseignement :

Introduire les fondements statistiques de la physique des systèmes à grand nombre de particules, en lien avec la thermodynamique.

Connaissances préalables recommandées :

Thermodynamique, mécanique classique.

Contenu de la matière :

1. Introduction et concepts de base (3 semaines)

- Marche au hasard
- Microétats et macroétats
- Particules discernables et indiscernables
- Espace des phases

2. Dynamique microscopique (3 semaines)

- Notion d'ensemble de Gibbs
- Hypothèse ergodique
- Postulats fondamentaux

3. Ensemble microcanonique (3 semaines)

- Fonction de partition
- Entropie
- Gaz parfait classique

4. Ensemble canonique (3 semaines)

- Contact avec un thermostat
- Équilibre thermique
- Exemples : gaz parfait, magnétisme

5. Ensemble grand-canonique (3 semaines)

- Contact avec un réservoir de particules
- Applications au gaz parfait

Références :

- [1] Daniel Blanc. Les rayonnements ionisants. Masson, 1997
- [2] J. Michel Hollas. Spectroscopie. Dunod, 1998
- [3] J.P. Hansen, I.R. McDonald. Theory of Simple Liquids, Academic Press
- [4] R. Kubo. Statistical Mechanics, North-Holland
- [5] Reif F. Fundamentals of Statistical and Thermal Physics, McGraw-Hill
- [6] Huang K. Statistical Mechanics, Wiley

Semestre : 5

UE : Méthodologie

Matière : TP Thermodynamique

Objectifs de l'enseignement :

Comprendre expérimentalement les principes de base de la thermodynamique à travers des expériences pratiques.

Connaissances préalables recommandées :

Thermodynamique générale.

Contenu de la matière :

La liste des TP n'est pas exhaustive et elle dépend de la disponibilité du matériel au niveau de l'établissement

1. Relations fondamentales

- Relation entre pression et volume à température constante
- Coefficient C_p/C_v

2. Chaleur et température

- Dilatation thermique
- Changement de phase

3. Machines thermiques

- Étude expérimentale d'un cycle thermique
- Notions de rendement

4. Systèmes fermés

- Bilan d'énergie dans une transformation
- Premier principe appliqué

5. TP avancés

- Utilisation d'équipements thermiques : calorimètre, banc thermique
- Simulation de transferts thermiques

Références :

- [1] Thierry Meyer. La thermodynamique en prépa. Ellipses, 2018
- [2] Jean-Philippe Ansermet. Thermodynamique. PPUR, 2016
- [3] Cengel Y.A. & Boles M.A. Thermodynamics, McGraw-Hill, 2014
- [4] Koller. Machines thermiques. Dunod, 2005
- [5] Feidt M. Thermodynamique appliquée. Dunod
- [6] Meunier. Froid industriel. Dunod, 2005

Semestre : 5

UE : Méthodologie

Matière : Gisement solaire

Objectifs de l'enseignement :

Permettre à l'étudiant d'estimer les grandeurs caractéristiques du rayonnement solaire pour une surface et un site donnés.

Connaissances préalables recommandées :

Thermodynamique, transfert thermique.

Contenu de la matière :

1. Photométrie et grandeurs radiatives (3 semaines)

- Variables spectrales et directionnelles
- Flux radiatif et luminance
- Emission, éclairage, intensité énergétique

2. Corps noir et lois du rayonnement (3 semaines)

- Définition du corps noir
- Lois de Planck, Wien, Stefan-Boltzmann
- Facteurs d'émission, de réflexion et de transmission

3. Données astronomiques Terre-Soleil (3 semaines)

- Rayonnement extraterrestre
- Spectre solaire
- Inclinaison et rayonnement reçu

4. Instruments de mesure (3 semaines)

- Pyranomètres
- Actinomètres
- Radiomètres

5. Modélisation du rayonnement solaire (3 semaines)

- Temps solaire, repérage du soleil
- Masse d'air, facteur de Linke
- Éclairement global – modèle de Capderou

Références :

- [1] Alain Ricaud. Le gisement solaire et transferts énergétiques. Université Cergy-Pontoise, 2011
- [2] Duffie & Beckman. Solar Engineering of Thermal Processes, Wiley
- [3] Solar Radiation and Daylight Models, Muneer
- [4] Kalogirou. Solar Energy Engineering, Academic Press
- [5] Goswami et al. Energy Conversion, CRC Press
- [6] Badescu V. Modeling Solar Radiation at the Earth's Surface, Springer

Semestre : 5

UE : Découverte

Matière : Capteurs

Objectifs de l'enseignement :

Présenter les différents types de capteurs et leur fonctionnement dans des systèmes de mesure.

Connaissances préalables recommandées :

Électricité, instrumentation de base.

Contenu de la matière :

1. Fonction et classification des capteurs (3 semaines)

- Définitions
- Capteurs passifs et actifs
- Fonctions de détection

2. Informations issues des capteurs (3 semaines)

- Grandeurs physiques mesurées
- Traitement du signal

3. Catégories de capteurs (3 semaines)

- Capteurs de température, pression, lumière, déplacement

4. Applications industrielles (3 semaines)

- Chaînes de mesure
- Automatisation et robotique

5. TP sur capteurs (3 semaines)

- Mesures pratiques avec capteurs
- Étalonnage et précision

Références :

- [1] D. Patranabis. Sensors and Transducers. PHI Learning
- [2] Jacob Fraden. Handbook of Modern Sensors. Springer
- [3] A. Boukabou. Instrumentation et capteurs. OPU
- [4] John Turner. Instrumentation for Engineers. Palgrave
- [5] Sabrie Soloman. Sensors Handbook. McGraw-Hill
- [6] Ristic L. Sensor Technology and Devices. Artech House

Semestre : 6

UE : Découverte

Matière : Énergies

Objectifs de l'enseignement :

Permettre à l'étudiant de comprendre les différentes formes, sources et unités d'énergie, leur transformation, ainsi que les données de production et consommation à l'échelle mondiale et nationale.

Connaissances préalables recommandées :

Thermodynamique, physique générale.

Contenu de la matière :

1. Généralités et concepts de base (2 semaines)

- Concept d'énergie (historique, travail, chaleur, etc.)
- Différentes formes de l'énergie
- Transformations d'une forme à une autre

2. Les différentes sources d'énergie (3 semaines)

- Définitions, sources et ressources énergétiques
- Système énergétique, énergies primaire, secondaire et finale
- Énergies renouvelables, nouvelles, de stock et de flux

3. Équivalences des unités énergétiques (2 semaines)

- Unités SI et unités professionnelles (TEP, TEC, BTU)

4. Productions et consommations mondiales d'énergie (2 semaines)

- Statistiques de production et de consommation par source

5. Les sources d'énergie en Algérie (3 semaines)

- Sources non renouvelables et renouvelables
- Production et consommation annuelle

Références :

- [1] Jancovici J.M. L'énergie et ses enjeux. Dunod, 2020.
- [2] IEA. World Energy Outlook. IEA Publications, 2023.
- [3] ADEME. Les fondamentaux de l'énergie. ADEME, 2021.
- [4] Rapport Sonatrach sur l'énergie en Algérie, 2022.
- [5] Rist A. Les sources d'énergie. Eyrolles, 2019.
- [6] Cours d'énergétique, USTHB, 2023.

Semestre : 5

UE : Découverte

Matière : Physique des semi-conducteurs

Objectifs de l'enseignement :

Comprendre la structure électronique des semi-conducteurs et leurs propriétés fondamentales.

Connaissances préalables recommandées :

Physique du solide, électromagnétisme.

Contenu de la matière :

1. Structure cristalline et bandes d'énergie (3 semaines)

- Structure des solides
- États électroniques
- Notion de bande interdite

2. Semi-conducteurs (3 semaines)

- Densité de porteurs
- Semi-conducteurs intrinsèques et extrinsèques

3. Génération et recombinaison (3 semaines)

- Porteurs libres
- Temps de vie
- Équilibre thermodynamique

4. Jonction PN (3 semaines)

- Formation de la jonction
- Courant de diffusion et de dérive
- Caractéristique I-V

5. Applications (3 semaines)

- Photodiodes
- Transistors
- Circuits intégrés

Références :

- [1] Ben G. Streetman. Solid State Electronic Devices. Pearson
- [2] S.M. Sze. Physics of Semiconductor Devices. Wiley
- [3] Kittel C. Introduction à la physique de l'état solide. Dunod
- [4] Neamen D. Semiconductor Physics and Devices. McGraw-Hill
- [5] Kadi-Hanafi. Physique des semiconducteurs. OPU
- [6] R. Pierret. Semiconductor Device Fundamentals. Addison Wesley

Semestre : 6

UE : Découverte

Matière : Procédés didactiques

Objectifs de l'enseignement :

Permettre à l'étudiant de se familiariser avec les concepts fondamentaux et les outils de la didactique de la physique. L'étudiant devrait être en mesure de traiter un sujet dans la didactique de la physique.

Connaissances préalables recommandées :

Notions de base en pédagogie et en physique générale.

Contenu de la matière :

1. Concepts fondamentaux (2 semaines)

- Le triangle didactique
- La transposition didactique

2. Représentations et conceptions (4 semaines)

- Définition et précisions terminologiques
- Intérêt des conceptions des apprenants
- Caractéristiques : contextualité, ténacité, transversalité, cohabitation mentale

3. Mise en œuvre (3 semaines)

- Les mécanismes de la transposition

4. Analyse et exposé (3 semaines)

- Traitement d'un sujet didactique

5. Synthèse et retour réflexif (3 semaines)

- Auto-évaluation et retour sur expérience

Références :

- [1] Astolfi J.P., La didactique des sciences. PUF, 1992.
- [2] Martinand J.L., La transposition didactique, PUF, 1986.
- [3] Vergnaud G., Psychologie du développement cognitif. Dunod, 1990.
- [4] Giordan A., Les origines du savoir. Delagrave, 1998.
- [5] Bachelard G., La formation de l'esprit scientifique. Vrin, 1938.
- [6] De Vecchi G., Enseigner les sciences autrement. Hachette, 2004.

Semestre : 6

UE : Transversale

Matière: Logiciels libres et open source

Objectifs de l'enseignement :

Ce cours a pour objectif de doter les étudiants de compétences numériques avancées à travers la maîtrise des outils libres et open source, aujourd'hui indispensables dans les environnements professionnels et académiques. Il s'articule autour d'une approche pratique visant à former les futurs chercheurs et professionnels à l'utilisation efficace de ces solutions pour résoudre des problématiques complexes.

Connaissances préalables recommandées :

Une maîtrise des outils informatiques de base (suites bureautiques, logiciels de gestion de projet et plateformes collaboratives) est recommandée pour suivre ce cours dans les meilleures conditions. Ces compétences permettront d'aborder plus efficacement les concepts avancés des logiciels libres et open source.

Contenu de la matière :

1. Introduction aux Logiciels Libres (3 semaines)

- Définitions clés : libre, open source, propriétaire
- Historique (Stallman, GNU, Linux)
- Les 4 libertés fondamentales

2. Panorama des Licences (3 semaines)

- Principales familles (GPL, MIT, Apache)
- Cas pratiques : choisir une licence pour son projet

3. Outils Open Source Essentiels (3 semaines)

- Comparatif : alternatives libres aux logiciels propriétaires
- Découverte de Linux (Ubuntu) et des suites bureautiques libres

4. Contribution aux Projets Libres (3 semaines)

- Fonctionnement des communautés open source
- Premiers pas sur GitHub/GitLab

5. Enjeux Contemporains (3 semaines)

- Sécurité et vie privée
- Logiciels libres en entreprise
- Tendances futures (IA open source, cloud)

Références:

- [1] Williams, Sam. Free as in Freedom: Richard Stallman's Crusade for Free Software. O'Reilly, 2002.
- [2] Stallman, Richard. Richard Stallman et la révolution du logiciel libre. Eyrolles, 2010.
- [3] Mouël, Françoise. L'économie du logiciel libre. CNRS Éditions, 2021.
- [4] APRIL. Guide du logiciel libre en entreprise. 2022, april.org.
- [5] Open Source Initiative. The OSI Licenses Overview. 2023, opensource.org/licenses.

Semestre : 6
UE : Fondamentale
Matière : Transfert de chaleur 2

Objectifs de l'enseignement :

L'objectif est que l'étudiant enrichisse son langage thermique et acquière une méthodologie lui permettant d'aborder des applications thermiques simples, de poser les équations, de résoudre les modèles et d'analyser les résultats obtenus.

Connaissances préalables recommandées :

Transfert de chaleur et de masse 1.

Contenu de la matière :

1. Introduction à la Convection Thermique (4 semaines)

- Définition d'un problème convectif
- Écoulements sur une plaque plane et dans un conduit
- Couches limites cinématiques et thermiques
- Équations de conservation en convection
- Paramètres de similitude et groupements adimensionnels
- Analogie de Reynolds et turbulence

2. La Convection Forcée (4 semaines)

- Écoulement sur une plaque plane (solution de Blasius)
- Écoulement sur un cylindre, sphère
- Méthodes empiriques et corrélations
- Écoulements internes : hydrodynamique et thermique

3. La Convection Naturelle (3 semaines)

- Équations de conservation en convection naturelle
- Solutions théoriques pour plaque plane verticale
- Corrélations empiriques
- Transfert simultané chaleur-masse : ébullition, condensation

4. Transfert thermique par rayonnement (4 semaines)

- Lois fondamentales : Planck, Wien, Stefan-Boltzmann, Kirchhoff
- Échanges radiatifs entre corps noirs et corps réels
- Équations de bilan radiatif et définition de la radiosité

Références :

- [1] Heat transfer, Peter von Bockh Thomas Wetzel, Springer, 2012.
- [2] Theodore Bergman et Adriene Lavine. Heat and Mass Transfer. Wiley, 2011.
- [3] Giovanni A. et Bédard B. Transfert de chaleur. Cépaduès, 2012.
- [4] Battaglia J.L., Kukusiak A. Introduction aux transferts thermiques. Dunod, 2014.
- [5] Sachdeva R.C. Fundamentals of engineering heat and mass transfer. New Age, 2009.
- [6] Incropera F.P. et DeWitt D.P. Fundamentals of Heat and Mass Transfer. Wiley, 2006.

Semestre : 6

UE : Fondamentale

Matière : Mécanique des fluides 2

Objectifs de l'enseignement :

Permettre d'acquérir des connaissances supplémentaires en mécanique des fluides et de mieux comprendre certaines applications dans la nature et en industrie.

Connaissances préalables recommandées :

Mécanique des fluides 1.

Contenu de la matière :

1. Rappels sur la mécanique des fluides (1 semaine)

2. Contraintes (3 semaines)

- Loi fondamentale de la dynamique
- Tenseur des contraintes
- Équation locale du mouvement
- Équation de l'énergie

3. Déformation (3 semaines)

- Mouvement local instantané
- Tenseur des taux de déformation
- Propriétés du tenseur des taux de déformation
- Relation contraintes-déformation

4. Solutions exactes des équations de Navier-Stokes (3 semaines)

- Cas simples : Poiseuille plan, Couette, Poiseuille cylindrique

5. Théorème de Bernoulli généralisé et applications (2 semaines)

6. Théorie des écoulements potentiels (3 semaines)

Références :

- [1] Cengel Y., Cimbala J. Mécanique des fluides. De Boeck, 2017.
- [2] Thouroude A., Clavier P. Mécanique des fluides. Ellipses, 2013.
- [3] Lesieur M. Turbulence. EDP Sciences, 2013.
- [4] Saadjan E. Bases de la mécanique des fluides. Sapientia, 2009.
- [5] Kherouf M. Hydraulique générale. D.P.U.G., 2004.
- [6] Lumbroso H. Mécanique des fluides, 73 problèmes résolus. Dunod, 2000.

Semestre : 6

UE : Fondamentale

Matière : Thermodynamique appliquée

Objectifs de l'enseignement :

Le but principal est de savoir appliquer les connaissances des systèmes fermés et ouverts à travers l'étude des machines thermiques, frigorifiques et les cycles associés.

Connaissances préalables recommandées :

Thermodynamique Approfondie (S5).

Contenu de la matière :

1. Propriétés des substances pures (3 semaines)

- Définition et propriétés
- Changements de phase
- Diagrammes thermodynamiques
- Systèmes diphasiques et équations d'état

2. Compresseurs (2 semaines)

- Description, principes de fonctionnement
- Travail et rendement
- Compresseur multi-étagé, cas réel

3. Machines thermiques (3 semaines)

- Cycle de la machine à vapeur
- Moteurs à combustion interne
- Turbines à gaz

4. Machines frigorifiques (4 semaines)

- Coefficient de performance
- Cycles frigorifiques réels
- Installations à compression et absorption
- Pompes à chaleur

5. Introduction à la cryogénie et liquéfaction des gaz (3 semaines)

- Principes de la cryogénie
- Liquéfaction des gaz

Références :

- [1] Meyer T. Thermodynamique en prépa et à l'agrégation. Ellipses, 2018.
- [2] Conczi G. Comprendre la thermodynamique. Ellipses, 2018.
- [3] Ansermet J.P., Béchet S. Thermodynamique. Presses Polytechniques Romandes, 2016.
- [4] Cengel Y., Boles M. Thermodynamics: An Engineering Approach. McGraw-Hill, 2014.
- [5] Ishii M., Hibiki T. Thermo-fluid dynamics of two-phase flow. Springer, 2011.
- [6] Béranger B. Les pompes à chaleur. Eyrolles, 2009.

Semestre : 6

UE : Méthodologie

Matière : Méthodes numériques appliquées à l'énergétique 2

Objectifs de l'enseignement :

Fournir à l'étudiant une base solide en calcul numérique appliqué à l'énergétique, et lui permettre de modéliser et résoudre des problèmes liés au transfert thermique et à la mécanique des fluides.

Connaissances préalables recommandées :

Méthodes numériques appliquées à l'énergétique 1 (S5).

Contenu de la matière :

1. Introduction générale (1 semaine)

- Importance des méthodes numériques en énergétique
- Méthodes analytiques vs numériques

2. Erreurs et stabilité numérique (2 semaines)

- Erreurs d'arrondi et de troncature
- Conditionnement et stabilité des algorithmes

3. Différences finies - introduction (2 semaines)

- Principe de la méthode
- Discrétisation des dérivées
- Applications à la conduction thermique et aux écoulements

4. Volumes finis - initiation (2 semaines)

- Étapes de la méthode
- Schémas de discrétisation

5. Éléments finis - initiation (2 semaines)

- Fonctions test, exemple de barre 1D
- Applications thermiques

6. Méthodes classiques (1 semaine)

- Équations non linéaires : Newton-Raphson

7. Équations différentielles ordinaires (2 semaines)

- Méthodes d'Euler, Runge-Kutta

8. Applications en énergétique (3 semaines)

- Bilans thermiques
- Rendement de panneaux solaires simples

Références :

- [1] Pal M. Numerical Analysis for Scientists and Engineers. Alpha Science, 2007.
- [2] Anderson J. D. Computational Fluid Mechanics and Heat Transfer. Hemisphere Pub., 1995.
- [3] Chapra S., Canale R. Méthodes numériques pour ingénieurs. McGraw-Hill, 2010.
- [4] Smith G.D. Numerical Solution of Partial Differential Equations. Oxford Univ. Press, 1985.
- [5] Ferziger J., Perić M. Computational Methods for Fluid Dynamics. Springer, 2002.
- [6] Patankar S.V. Numerical Heat Transfer and Fluid Flow. Hemisphere, 1980.

Semestre : 6

UE : Méthodologie

Matière : Rayonnement et matière

Objectifs de l'enseignement :

Donner aux étudiants les bases nécessaires à la compréhension des interactions entre les différents types de rayonnements et la matière, utiles en physique, en énergie et en ingénierie.

Connaissances préalables recommandées :

Physique générale, électromagnétisme, notions de base sur la structure atomique.

Contenu de la matière :

1. Notions générales (3 semaines)

- Nature des rayonnements
- Nature de la matière et propriétés

2. Interactions des rayonnements avec la matière (5 semaines)

- Interactions des rayons X
- Interactions des électrons
- Interactions des particules lourdes chargées

3. Applications (4 semaines)

- Effets des rayonnements sur la matière
- Utilisations en médecine, énergie, industrie

4. Étude de cas (3 semaines)

- Expérimentations et interprétation des résultats

Références :

- [1] Ouahes R., Devallez B. Chimie générale. OPU, Alger, 1988.
- [2] Blanc D. Les rayonnements ionisants. Masson, 1990-1997.
- [3] Hollas J.M. Spectroscopie. Dunod, 1998.
- [4] Sekkal Z. Atomes et liaisons chimiques. OPU, Alger, 1988.
- [5] Kadi-Hanafi M. Électricité, rayonnement et radioactivité. OPU, 1982.
- [6] Knoll G. Radiation Detection and Measurement. Wiley, 2010.

Semestre : 6

UE : Méthodologie

Matière : TP Conversion et production d'énergie

Objectifs de l'enseignement :

Fournir à l'étudiant une approche expérimentale de la conversion de l'énergie thermique, mécanique et électrique à travers des travaux pratiques ciblés.

Connaissances préalables recommandées :

Thermodynamique, électromécanique, transferts d'énergie.

Contenu de la matière :

La liste des TP n'est pas exhaustive et dépend de la disponibilité du matériel au niveau de l'établissement.

TP1 : Conversion de l'énergie thermique en énergie mécanique

TP2 : Cycle d'Otto pour les moteurs à essence

TP3 : Cycle Diesel pour les moteurs à gasoil

TP4 : Évaluation du couple moteur à l'aide d'un dynamomètre

TP5 : Conversion de l'énergie mécanique en énergie électrique

TP6 : Génératrices et moteurs électriques

TP7 : Transformateurs

Références :

[1] Le Chapellier. Le vent, les éoliennes et l'habitat. Eyrolles, 1981.

[2] Peuser. Installations solaires thermiques. Le Moniteur, 2005.

[3] Fuller. Environmental Control Systems. McGraw-Hill, 1993.

[4] Dubreuil P. Thermodynamique appliquée. Dunod, 2007.

[5] Lenoir M. Machines thermiques et moteurs. Ellipses, 2004.

[6] Blandin P. Conversion d'énergie. Cépaduès, 2010.

Semestre : 6
UE : Méthodologie
Matière : TP Mécanique des fluides

Objectifs de l'enseignement :

Fournir à l'étudiant l'outil expérimental nécessaire pour mieux comprendre les phénomènes de mécanique des fluides.

Connaissances préalables recommandées :

Mécanique des fluides.

Contenu de la matière :

5 TP au choix

La liste des TP n'est pas exhaustive et dépend de la disponibilité du matériel au niveau de l'établissement.

TP1 : Centre de poussée

TP2 : Banc hydrostatique

TP3 : Banc hydraulique

TP4 : Tube de Venturi

TP5 : Vanne à papillon

TP6 : Ventilateur d'air

TP7 : Viscosimètre

TP8 : Système de mesure des débits

TP9 : Expérience de Reynolds

TP10 : Pompes centrifuges

TP11: Écoulement de Hagen – Poiseuille

Références :

- [1] Fox R.W., McDonald A.T. Introduction to Fluid Mechanics. Wiley, 2006.
- [2] Cengel Y.A., Cimbala J.M. Mécanique des fluides. De Boeck, 2017.
- [3] Blevins R.D. Applied Fluid Dynamics Handbook. Krieger, 2003.
- [4] Kherouf M. Hydraulique générale. D.P.U.G, 2004.
- [5] White F.M. Fluid Mechanics. McGraw-Hill, 2011.
- [6] Munson B.R. Fundamentals of Fluid Mechanics. Wiley, 2013.

Semestre : 6
UE : Méthodologie
Matière : TP Transfert thermique

Objectifs de l'enseignement :

Fournir à l'étudiant l'outil expérimental nécessaire pour mieux comprendre les phénomènes de transfert de chaleur.

Connaissances préalables recommandées :

Transfert de chaleur.

Contenu de la matière :

5 TP au choix

La liste des TP n'est pas exhaustive et dépend de la disponibilité du matériel au niveau de l'établissement.

TP1 : Conduction thermique dans les solides

TP2 : Conduction thermique dans les gaz

TP3 : Convection thermique naturelle

TP4 : Convection thermique forcée

TP5 : Échangeurs de chaleur

TP6 : Appareil de radiation thermique

TP7 : Conduction thermique en régime stationnaire

TP8 : Conduction thermique en régime non stationnaire

TP9 : Rayonnement thermique

TP10 : Rayonnement du corps noir

Références :

- [1] Incropera F.P., DeWitt D.P. Fundamentals of Heat and Mass Transfer. Wiley, 2006.
- [2] Cengel Y.A. Heat Transfer: A Practical Approach. McGraw-Hill, 2003.
- [3] Holman J.P. Heat Transfer. McGraw-Hill, 2002.
- [4] Bergman T.L., Lavine A.S. Fundamentals of Heat and Mass Transfer. Wiley, 2011.
- [5] Battaglia J.L., Kukusiak A. Introduction aux transferts thermiques. Dunod, 2014.
- [6] Giovanni A., Bédar B. Transfert de chaleur. Cépaduès, 2012.

Semestre : 6

UE : Découverte

Matière : Conversion d'énergie

Objectifs de l'enseignement :

Familiariser l'étudiant avec les principes des énergies nouvelles et renouvelables ainsi que les technologies de conversion associées.

Connaissances préalables recommandées :

Thermodynamique (S5), Mécanique des fluides (S5).

Contenu de la matière :

1. Fondements de la conversion de l'énergie (2 semaines)

- Problématique énergétique
- Composants des centrales thermiques
- Énergie nucléaire : fission et fusion

2. Énergie solaire (3 semaines)

- Solaire passif
- Solaire thermique : basse et haute température
- Photovoltaïque et efficacité énergétique

3. Énergie éolienne (2 semaines)

- Origine du vent et types d'éoliennes
- Mesure du vent, courbes de puissance

4. Énergie géothermique (2 semaines)

- Basse et haute température
- Applications : chauffage, production électrique

5. Énergie hydroélectrique (2 semaines)

- Types de barrages et centrales
- Rendements

6. Énergie biomasse (2 semaines)

- Types de biomasse
- Méthodes de conversion pour électricité et chaleur

7. Piles à combustible (2 semaines)

- Electrochimie de base
- Types de piles et applications

Références :

- [1] KAM. Applied Thermodynamics: Availability Method and Energy Conversion. Hemisphere, 2007.
- [2] Sorrell S. Materials for Energy Conversion Devices. Woodhead Publishing, 2005.
- [3] Boyle G. Renewable Energy: Power for a Sustainable Future. Oxford, 2012.
- [4] Duffie J.A., Beckman W.A. Solar Engineering of Thermal Processes. Wiley, 2013.
- [5] Twidell J., Weir T. Renewable Energy Resources. Routledge, 2015.
- [6] Kaltschmitt M. Renewable Energy: Technology, Economics and Environment. Springer, 2007.

Semestre : 6
UE : Découverte
Matière : Géothermie

Objectifs de l'enseignement :

Faire découvrir à l'étudiant les principes de la géothermie, ses classifications, ses applications pratiques ainsi que son potentiel en Algérie.

Connaissances préalables recommandées :

Notions de base en thermodynamique, géophysique et transferts thermiques.

Contenu de la matière :

1. Introduction à la géothermie (2 semaines)

- Définition, origine de la chaleur terrestre
- Structure de la Terre

2. Ressources géothermiques (3 semaines)

- Gradient géothermique, flux de chaleur
- Zones géothermiques

3. Classification des ressources (2 semaines)

- Basse, moyenne et haute énergie

4. Applications de la géothermie (3 semaines)

- Chauffage, agriculture, industrie

5. Géothermie en Algérie (2 semaines)

Potentiel, réalisations, perspectives

6. Aspects économiques et environnementaux (3 semaines)

- Coût, rentabilité, durabilité

Références :

- [1] Barbier E. Geothermal Energy Technology and Current Status. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2002.
- [2] Lund J.W. Direct Utilization of Geothermal Energy. Geo-Heat Center, 2004.
- [3] Dickson M.H., Fanelli M. Geothermal Energy: Utilization and Technology. Earthscan, 2004.
- [4] Hochstein M.P. Classification and assessment of geothermal resources. Geothermics, 1990.
- [5] Harsh K.S. Geothermal Energy: Resource and Utilization. CRC Press, 2017.
- [6] Boudghene Stambouli A. Renewable energy potential in Algeria. Energy Policy, 2011.

Semestre : 6

UE : Découverte

Matière : Énergie hydraulique

Objectifs de l'enseignement :

Faire découvrir à l'étudiant les principes de la production d'énergie hydraulique ainsi que les différentes formes d'énergies marines.

Connaissances préalables recommandées :

Mécanique des fluides, énergétique.

Contenu de la matière :

1. Généralités (2 semaines)

- Principes fondamentaux de l'énergie hydraulique
- Historique et importance énergétique

2. Types d'ouvrages hydrauliques (4 semaines)

- Barrage-poids, voûte, contreforts
- Écluses, canaux, conduites forcées

3. Production de l'énergie hydroélectrique (4 semaines)

- Turbines hydrauliques : Pelton, Francis, Kaplan
- Groupes alternateurs, transformateurs
- Rendement global d'une centrale

4. Énergies marines (5 semaines)

- Énergie des vagues
- Énergie des courants marins
- Énergie marémotrice
- Énergie thermique des mers

Références :

- [1] Paish O. Small hydro power: technology and current status. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2002.
- [2] Mosonyi E. Water Power Development. Akadémiai Kiadó, 1991.
- [3] Fraenkel P. Water Power. Intermediate Technology Publications, 1991.
- [4] ESHA. Guide on How to Develop a Small Hydropower Plant. ESHA, 2004.
- [5] Bernot J. Énergie hydraulique et marémotrice. Éd. Technip, 1990.
- [6] IEA. Hydropower Technology Roadmap. IEA, 2012.

Semestre : 6
UE : Découverte
Matière : Biomasse

Objectifs de l'enseignement :

Fournir à l'étudiant une connaissance générale des ressources en biomasse, des voies de conversion et des applications énergétiques associées.

Connaissances préalables recommandées :

Chimie, énergétique, écologie.

Contenu de la matière :

1. Introduction à la biomasse (2 semaines)

- Définition, sources, caractéristiques
- Potentiel mondial et algérien

2. Filières de valorisation (4 semaines)

- Filière sèche : combustion, pyrolyse, gazéification
- Filière humide : méthanisation, fermentation alcoolique

3. Procédés de conversion (3 semaines)

- Production de chaleur
- Cogénération
- Production de biogaz et biocarburants

4. Équipements et installations (3 semaines)

- Chaudières à biomasse
- Digesteurs
- Systèmes de valorisation énergétique

5. Impacts environnementaux et perspectives (3 semaines)

- Cycle du carbone
- Émissions, durabilité, économie circulaire

Références :

- [1] Demirbas A. Biomass and Bioenergy. Springer, 2009.
- [2] Bridgewater A.V. Biomass Power Generation. Elsevier, 2004.
- [3] Klass D.L. Biomass for Renewable Energy. Academic Press, 1998.
- [4] IEA Bioenergy. Bioenergy – a Sustainable and Reliable Energy Source. IEA, 2009.
- [5] Pérez J.F. Biofuels from Waste and Biomass. Wiley, 2017.
- [6] ADEME. La valorisation énergétique de la biomasse. ADEME, 2015.

Semestre 6

UE : Transversale

Matière : Entrepreneuriat

Objectifs de l'enseignement :

Sensibiliser les étudiants à la culture entrepreneuriale et leur donner les outils de base nécessaires à la création et à la gestion d'un projet entrepreneurial.

Connaissances préalables recommandées :

Aucune connaissance préalable spécifique n'est requise.

Contenu de la matière :

1. Introduction à l'entrepreneuriat (2 semaines)

- Définitions et types d'entrepreneuriat (classique, social, technologique, vert...)
- Le rôle de l'entrepreneuriat dans le développement économique algérien
- Profil de l'entrepreneur : compétences clés et attitudes

2. De l'idée au projet (3 semaines)

- Génération d'idées et créativité
- Identification des opportunités
- Étude de marché : segmentation, analyse des besoins, concurrence
- Étude de faisabilité

3. Elaboration d'un Business Model (4 semaines)

- Modèle économique : Business Model Canevas (outil visuel)
- Proposition de valeur
- Segments de clientèle
- Canaux de distribution et de communication
- Flux de revenus et structure des coûts

4. Le Business Plan (2 semaines)

- Structure du business plan (résumé exécutif, stratégie, analyse financière, plan marketing...)
- Éléments financiers de base : budget prévisionnel, plan de financement, seuil de rentabilité
- Outils numériques pour le montage de projet (Excel, Canva, Pitch Deck...)

5. Création de l'entreprise en Algérie (2 semaines)

- Statuts juridiques d'entreprise (SARL, SPA, auto-entrepreneur...)
- Démarches administratives : registre de commerce, NIF, CNAS, CASNOS
- Les structures d'aide à la création (ANADE, CNAC, incubateurs universitaires...)

6. Financement de projet entrepreneurial (2 semaines)

- Sources de financement : fonds propres, crédits bancaires, microcrédits, subventions
- Programmes de soutien à l'entrepreneuriat en Algérie
- Rédaction d'un dossier de financement

Références

- [1] Claude Besner & Brian Hobbs, Management de projets, Presses de l'Université du Québec, 2012.
- [2] Jean-Michel Moutot & Jean-Noël Moutot, Management de projet : Principes et outils, Dunod, 2020.
- [3] Harold Kerzner, Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling, Wiley, 2022.
- [4] (Project Management Institute), A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide), 7th Edition, PMI, 2021.
- [5] Olivier Ezratty, Guide des startups, édition annuelle gratuite
- [6] Steve Blank, The Startup Owner's Manual: The Step-by-Step Guide for Building a Great Company, K&S Ranch, 2012.

Avis et Visas des organes Administratifs

**Intitulé de la Formation : Licence Académique « Physique
Énergétique »**

Chef de Département + Responsable de domaine
Date et visa : Date et visa :
Doyen de la Faculté (ou Directeur d'institut)
Date et visa :
Chef d'établissement universitaire
Date et visa :

