LICENCE MENTION MATHÉMATIQUES

PARCOURS PHYSIQUE-MATHÉMATIQUES (DOUBLE MENTION "PHYSIQUE - CHIMIE" ET "MATHÉMATIQUES")

Semestre 5

Option (1 sur 3)

Présentation

6 crédits ECTS

2 UE ouvertes maximum.

Nouvelles technologies de l'énergie

Présentation

Responsable UE: Alain Fessant

1. Situation de l'énergie dans le monde
2. Enjeux climatiques et environnementaux
3. Potentiel des énergies renouvelables
4. Génération et gestion de la production électrique
5. Production électrique éolienne
6. Production hydroélectrique
7. Ressource solaire
8. Réception solaire
9. Semi-conducteurs pour le photovoltaïque
10. Cellules photovoltaïques
11. Solaire thermique

6 crédits ECTS

Volume horaire

Travaux Dirigés : 27h
Cours Magistral : 28h

Pré-requis nécessaires

- Outils mathématiques usuels
- Bases d'électricité,
- Bases d'électromagnétisme,
- Impédances complexes,
- Mécanique quantique

Compétences visées

- Analyse critique de la situation mondiale de l'énergie
- Compréhension des impacts climatiques de l'utilisation de l'énergie
- Analyse des choix techniques de production, distribution et utilisation de l'énergie électrique
- Analyse et estimation de la distribution du gisement solaire sur terre
- Analyse des choix de positionnement et des types capteurs
- Compréhension des mécanismes de conversion rayonnement solaire-électricité
- Proposer un type de cellule PV en fonction des besoins spécifiques

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CC	Autre nature		1/3	Devoir maison ou devoir surveillé
UE	CT	Ecrit - devoir surveillé	180	2/3	Note = max (CT, 2/3 CT + 1/3 CC)

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CT	Ecrit - devoir surveillé	180	2/3	Note = max (CT, 2/3 CT + 1/3 CC)
	Report de notes	Autre nature		1/3	note CC reportée

Astrophysique et cosmologie

Présentation

6 crédits ECTS

Volume horaire

Travaux Dirigés : 26h
Cours Magistral : 29h

Responsables UE:

- **Yann Le Grand** (Astrophysique): 14,5h CM, 13h TD
- **Rob Scott** (Cosmologie): 14,5h CM, 13h TD

Partie Astrophysique (Yann Le Grand)

1. Mécanique céleste : problème à N corps et lois de conservation, théorème du viriel, problème à 2 corps sans et avec perturbations, effet de marée, évolution des systèmes
2. Physique des étoiles : stabilité, relations masse-température et masse-luminosité, diagramme HR, sources d'énergie, nucléosynthèse, stades finaux (géante rouge, naine blanche et étoile à neutrons)
3. Mesures de distances en astrophysique

Partie Cosmologie (Rob Scott)

1. Relativité restreinte
2. Relativité générale: variétés pseudo-riemanniennes, calcul tensoriels, dérivée covariante, tenseur de Einstein, tenseur d'énergie-impulsions, équations de champs de Einstein
3. Objet compacts en astrophysique: trous noirs de Schwarzschild, de Kerr, étoiles à neutrons
4. Cosmologie: Métrique de Friedmann-Roberston-Walker, loi de Hubble, équation de Friedmann, 3 types d'univers, Big Bang, rayonnement fossile

Pré-requis nécessaires

- algèbre linéaire et vectorielle
- calcul différentiel et intégral

Partie Astronomie: mécanique newtonienne

Partie Cosmologie: relativité restreinte

Compétences visées

Partie Astrophysique

- Acquérir les bases et les concepts de l'astrophysique (mécanique céleste et physique stellaire)

Partie Cosmologie

- Comprendre la théorie relativiste de la gravitation d'Einstein
- Mise en application de la relativité à l'astrophysique et cosmologie (trou noirs et l'univers homogène en expansion de Friedmann Robertson Walker)
- Approfondir les notions de base de la relativité restreinte
- Outils mathématiques nouveaux: (1) analyse vectorielle et tensorielle sur les variétés riemanniennes et pseudo-riemanniennes, (2) calcul différentiel et intégral sur les variétés riemanniennes et pseudo-riemanniennes, (3) géométrie différentielle

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CC	Ecrit - devoir maison		1/6	Astrophysique
UE	CT	Ecrit - devoir surveillé	90	1/3	Note Astrophysique= max (CT_astro, 2/3 CT_astro + 1/3 CC_astro).
	CC	Ecrit - devoir maison		1/6	Cosmologie.
	CT	Ecrit - devoir surveillé	90	1/3	Note Cosmologie = max (CT_cosmo, 2/3 CT_cosmo + 1/3 CC_cosmo).

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CT	Ecrit - devoir surveillé	90	1/2	Note Astrophysique= max (CT_astro, 2/3 CT_astro + 1/3 CC_astro).
	Report de notes	Ecrit - devoir maison		1/6	note CC_astro reportée
	Report de notes	Ecrit - devoir maison		1/6	note CC_cosmo reportée
UE	CT	Ecrit - devoir surveillé	90	1/2	Note Cosmologie = max (CT_cosmo, 2/3 CT_cosmo + 1/3 CC_cosmo).

Introduction à la mécanique des fluides

Présentation

6 crédits ECTS

Volume horaire

UE : 29h
Travaux Dirigés : 26h

Responsables UE:

- **Olivier Arzel** (Milieux fluides) : 14,5h CM, 13h TD
- **Claude Guennou** (Milieux solides déformables) : 14,5h CM, 13h TD

L'objectif de ce cours est de découvrir la mécanique des milieux continus, fluides et solides déformables**,** en montrant l'unité de la physique sous-jacente. Le cours s'articule autour de la résolution dans des cas simples des grandes équations aux dérivées partielles de la physique au travers de diverses applications. Les applications sont excessivement nombreuses (aérodynamique, hydrodynamique, génie civil, sismologie, météorologie, océanographie). Elles relèvent de la Physique de l'Environnement et de la Physique de l'Ingénieur.

Objectifs

Milieux fluides

- Forces de surface (contacts mécaniques) et forces de volume (gravité)
- Equilibre statique : hydrostatique
- Cinématique : description en termes de déplacement de particules, en termes de vitesse et d'accélération : formulation eulérienne et lagrangienne
- Equation de conservation de la masse
- Approximation du fluide incompressible
- Lois de Newton pour un fluide en mouvement : équations d'Euler
- Théorèmes de Bernoulli
- Théorème de la quantité de mouvement, calcul de force exercée par un écoulement sur une paroi
- Viscosité et force de frottement- Nombre de Reynolds
- Analyse dimensionnelle et similitude dynamique/géométrique

Milieux solides déformables

- Efforts internes dans le milieu solide : Tenseur des contraintes de Cauchy (traction, pression, cisaillement)
- Forme locale du principe fondamentale de la statique
- Tenseur gradient du déplacement
- Tenseur des petites déformations (allongement, glissement angulaire) et tenseur de la petite rotation solide locale
- Équations de compatibilité
- Loi de comportement de l'élasticité linéaire dans les milieux solides homogènes et isotropes : loi de Hooke (coefficient de Poisson et module de Young)
- Conditions aux limites d'un solide déformé : en déplacement, en contraintes, hypothèse de De Saint Venan
- Les méthodes classiques de résolution d'un problème de petites déformations : la méthode des déplacements (équation de Navier), la méthodes des contraintes (équation de Beltrami, fonction d'Airy)

Pré-requis nécessaires

- Analyse vectorielle et matricielle (gradient, divergence, rotationnel, valeurs propres, vecteurs propres),
- Dérivées,
- Intégrales simples,
- ODE à coefficients constants

Compétences visées

- Capacité de traiter des problèmes simples liés aux écoulements stationnaires incompressibles homogènes et non-visqueux dans des référentiels inertiels et non-inertiels.
- Capacité de traiter des problèmes simples de déformation élastique de corps solides (matériau isotrope, homogène)

> Consolidation des connaissances mathématiques concernant les prérequis par leur utilisation dans des situations concrètes appliquées à la mécanique du milieu continu (fluide et solide déformable)

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CC	Autre nature		1/2	Devoir maison ou devoir surveillé
	CT	Ecrit - devoir surveillé	180	1/2	Note = 1/2 CT + 1/2 CC

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CT	Oral	30	1/1	Pas de report de note