



Unité d'enseignements Electifs



ACOUSTIQUE MUSICALE

MUSICAL ACOUSTICS

Responsable(s): Michel ROGER, Marc JACOB, Sébastien OLLIVIER

| Cours : 18 | TD : 6 | TP : 0.0 | Autonomie : 4 | BE : 4 | Projet : 0.0 | Langue du cours : MI

Objectifs de la formation

Introduction à l'acoustique musicale et à ses applications (facture, musique, audio-numérique). Nous étudierons les caractéristiques physiques des sons musicaux et les aspects perceptifs associés. Les instruments de musique sont optimisés pour générer des sons à des fréquences précisément contrôlées. Leur étude physique et leur modélisation permettra de mettre en évidence les mécanismes mis en œuvre dans les sources acoustiques, et de développer des modèles de synthèse sonore. Nous discuterons des résonateurs, et des auto-oscillations des instruments à vent et à corde frottées. Nous introduirons les analogies électro-acoustiques et les appliquerons à la modélisation de dispositifs électroacoustiques (microphones, haut-parleurs, enceintes).

Mots-clés : acoustique musicale, auto-oscillations, acoustique non linéaire, synthèse par modèle physique, électro-acoustique, traitement du signal

Programme

- Introduction à l'acoustique musicale. Caractéristiques des sons musicaux (aspects du signal, aspects physiques et perceptifs)
- Classification du point de vue fonctionnel des instruments de musique Instruments fonctionnant en oscillations libres (percussions, piano, cordes pincées, ...)
- Instruments à vent (résonateurs, cuivres, anches, flute,...), à cordes frottées (violon, etc), et auto-oscillations (stabilité, bifurcations, ...).

Compétences

- Connaître les notions de base générales en acoustique musicale
- Analyser des signaux sonores musicaux
- Comprendre les différents mécanismes de production du son ainsi que les principes et méthodes de modélisation

Travail en autonomie

Objectifs : Etude d'un problèmes en lien avec une problématique musicale ou de design sonore (mesure, analyse, modélisation, synthèse, ou tests perceptifs).
Les sujets d'étude pourront être définis en fonction des instruments joués par les étudiants

Méthodes : 3 TD, 1 BE (modélisation, simulations, synthèse)

Bibliographie

A. Chaigne et J. Kergomard, *ACOUSTIQUE DES INSTRUMENTS DE MUSIQUE*, Belin, 2008
N.H. Fletcher and T. Rossing *THE PHYSICS OF MUSICAL INSTRUMENTS*, Springer, 2008
M. Castallengo *ECOUTE MUSICALE ET ACOUSTIQUE*, Eyrolles, 2015

Contrôle des connaissances

Note = N1 (50%) savoir + N2 (50%) savoir-faire

- N1: Examen écrit
- N2 : Rapports de BE



ALGORITHME ET RAISONNEMENT

ALGORITHMS FOR REASONING

Responsable(s): Alexandre SAIDI, Emmanuel DELLANDREA

| Cours : 6.0 | TD : 0.0 | TP : 0.0 | Autonomie : 10.0 | BE : 16.0 | Projet : 0.0 | Langue du cours : FR

Objectifs de la formation

L'objectif de l'Intelligence Artificielle est de donner aux machines une certaine intelligence = capacité de "raisonner" = déduire et induire. Cela passe par la manipulation de connaissances : la représentation et l'application d'informations relatives au problème à résoudre.

Ce cours présente les techniques et les outils de base employés en raisonnement et en résolution de problèmes dans différents domaines d'IA.

L'étude et l'implantation de ces techniques et outils font appel aux concepts avancés tq. les graphes et les

Mots-clés : Intelligence Artificielle, Systèmes de raisonnement, Programmation Logique avec Contraintes (CLP).

Programme

- 1 - Outils et Techniques de Représentation de Connaissances
 - 2 - Techniques de Manipulation de Connaissances
 - 3 - Outils et Langages
 - 4 - Systèmes à base de règles
 - 5- Logique et Contraintes : modélisation de problèmes complexes
 - 6 - Introduction : Tableau de bord, systèmes à base d'agents, Apprentissage, etc.
- En parallèle, les élèves choisiront un sujet à préparer en groupe avec restitution et rapport final.

Compétences

- Introduction au paradigme d'Intelligence Artificielle, raisonnement logique
- Algorithme et raisonnement

Travail en autonomie

Objectifs : Compléter les travaux demandés en BEs.

Méthodes :

Bibliographie

Russell, S. et Norvig, P. Artificial Intelligence: A Modern Approach. Prentice Hall, 3e ed. 2016
Frédéric Benhamou and Alain Colmerauer. Constraint Logic Programming. MIT Press, 2008.
David L., Mackworth Alan K.. Artificial Intelligence: Foundations of Computational. Cambridge U. Pre

Contrôle des connaissances

BEs ((30%),
Test écrit (50%),
Projets IA (20%)



ALGORITHMES COLLABORATIFS ET APPLICATIONS

COLLABORATIVE ALGORITHMS AND APPLICATIONS

Responsable(s): Philippe MICHEL, Alexandre SAIDI

| Cours : 8.0 | TD : 16.0 | TP : 8.0 | Autonomie : 0.0 | BE : 0.0 | Projet : 0.0 | Langue du cours : FR

Objectifs de la formation

L'objectif de ce cours est de modéliser et résoudre certains problèmes complexes en utilisant des algorithmes dits « collaboratifs ». Ceux-ci ont pour particularités de prendre exemple sur la nature (algorithmes génétiques, colonies de fourmis, réseaux de neurones) et d'utiliser l'expérience collective d'« individus » (agents) aux capacités faibles pour en faire une intelligence collective.

Par exemple, les réseaux de neurones cherchent à imiter la capacité du cerveau à résoudre un problème en se servant de la multitude de neurones (ayant chacun une faible capacité de résolution) qui le composent.

Les applications traitées en cours sont variées : reconnaissance de caractères, détection de contours (dans une

Mots-clés : multi-agents, robotiques, algorithmes génétiques, colonies de fourmis, réseaux de neurones, slam

Programme

Compétences

- mise en œuvre informatique des algorithmes proposés modélisation multi-agents de problèmes complexes

Travail en autonomie

Objectifs : Cette activité n'est pas concernée par des activités d'autonomie cadrées en dehors du travail personnel.

Méthodes : Cette activité n'est pas concernée par des activités d'autonomie cadrées en dehors du travail personnel.

Bibliographie

Simon Haykin. , *NEURAL NETWORKS: A COMPREHENSIVE FOUNDATION*, MacMillan Publishing Company., 1994
Sebastian Thrun *PROBABILISTIC ROBOTICS (INTELLIGENT ROBOTICS AND AUTONOMOUS AGENTS SERIES)*, The MIT Press, 2005
Marco Dorigo *ANT COLONY OPTIMIZATION*, A Bradford Book, 2004

Contrôle des connaissances

- > Final mark = 50% Knowledge + 50% Know-how
- > Knowledge = final exam
- > Know-how = continuous assessment



ANALYSE FONCTIONNELLE : THÉORIE ET APPLICATIONS

FUNCTIONAL ANALYSIS : THEORY AND APPLICATIONS

Responsable(s): **Martine MARION**

| Cours : 18.0 | TD : 14.0 | TP : 0.0 | Autonomie : 0.0 | BE : 0.0 | Projet : 0.0 | Langue du cours : FR

Objectifs de la formation

L'étude des équations aux dérivées partielles (EDP) s'est longtemps limitée à la résolution explicite d'un nombre très réduit d'équations. Ce sont les développements récents de l'analyse fonctionnelle qui ont permis d'aborder des problèmes beaucoup plus généraux.

Ce cours a un double but :

- Etudier des espaces fonctionnels intervenant en théorie des EDP
- Résoudre des EDPs linéaires et non linéaires.

Ce cours est recommandé à tout étudiant intéressé par l'analyse et les EDP et tout particulièrement à ceux

Mots-clés : Analyse fonctionnelle, équations aux dérivées partielles, optimisation

Programme

Partie I - Problèmes linéaires
Chapitre 1 : Espaces de Sobolev en dimension quelconque
Chapitre 2 : Résolution de problèmes elliptiques linéaires
Partie II - Problèmes non linéaires
Chapitre 3 : Topologie faible
Chapitre 4 : Minimisation de fonctionnelles et résolution d'EDP

Compétences

- comprendre et utiliser les espaces fonctionnels de base intervenant dans l'étude des EDP
- comprendre et utiliser différentes méthodes pour obtenir l'existence de solutions

Travail en autonomie

Objectifs : Cette activité n'est pas concernée par des activités d'autonomie cadrées en dehors du travail personnel.

Méthodes : Cette activité n'est pas concernée par des activités d'autonomie cadrées en dehors du travail personnel.

Bibliographie

H. Brezis, *ANALYSE FONCTIONNELLE*, Dunod, 2005
G. Allaire *ANALYSE NUMÉRIQUE ET OPTIMISATION*, Editions de l'Ecole Polytechnique, 2009

Contrôle des connaissances

Note = 80% savoir + 20% savoir-faire
Note de savoir = 100% examen terminal
Note de savoir-faire = 100% contrôle continu



ANALYSER ET OBSERVER LA MATIÈRE

OBSERVATION AND ANALYSIS OF MATERIALS

Responsable(s): **Fabrice DASSENOY, Magali PHANER GOUTORBE**

| Cours : 24 | TD : 4 | TP : 4 | Autonomie : 0.0 | BE : 0.0 | Projet : 0.0 | Langue du cours : AN

Objectifs de la formation

Les importants progrès de la science de la matière sont intimement liés au développement de méthodes permettant de caractériser un solide à l'échelle microscopique. La plupart des techniques d'analyse sont basées sur l'interaction de particules-sondes (photon, électron, ion) avec la matière.

On alternera un enseignement de base portant sur les concepts physiques sur lesquels reposent les principales techniques d'analyse et d'observation des matériaux et une description du principe et des applications de certaines techniques couramment utilisées (spectroscopie de photoélectron XPS, diffraction X, microscopie électronique et à champ proche (STM, AFM)).

Mots-clés : Interaction rayonnement/matière, techniques de caractérisation des matériaux, XPS, RBS, XRD, IR, Microscopie électronique

Programme

- Introduction : Classification des différents processus d'interactions
- Interaction photon-matière
- Niveaux d'énergie et Spectroscopie IR
- Technique de diffraction X
- Techniques XPS et IR
- Interaction ion /matière
- Techniques RBS et SIMS
- Interaction électron/matière
- Techniques de microscopies électroniques (TEM/MEB)

Compétences

- Connaître les principes de base des principales techniques de caractérisation des matériaux
- Connaître les informations accessibles par ces différentes techniques
- Savoir choisir une technique d'analyse en fonction de la problématique industrielle

Travail en autonomie

Objectifs : L'objectif du travail en autonomie est d'identifier, à partir de résultats (spectres, diffractogrammes, images) obtenus à partir de diverses techniques de caractérisation, la nature du matériau à l'origine de ces informations structurales, morphologiques et chimiques.

Méthodes : Par groupes de 5 ou 6, les étudiants disposeront de 2 heures (travail en autonomie) pour interpréter les spectres/diffractogrammes/images obtenus à partir d'un matériau inconnu. Ils devront ensuite présenter leurs résultats lors d'une présentation orale de 15 minutes et faire une proposition de matériau à

Bibliographie

M. Ammou, *MICROCARACTÉRISATION DES SOLIDES*, CRAM CNRS, 1989
D. Brune *SURFACE CHARACTERIZATION*, Wiley-VCH, 1997
R.W. Cahn *MATERIALS SCIENCE AND TECHNOLOGY*, VCH Weinheim, 1994

Contrôle des connaissances

Test de 2 heures portant sur cours et travaux dirigés (avec documents) + notes sur la restitution du travail en autonomie



AN INTRODUCTION TO METEOROLOGY AND OCEANOGRAPHY

AN INTRODUCTION TO METEOROLOGY AND OCEANOGRAPHY

Responsable(s): Richard PERKINS, Pietro SALIZZONI

| Cours : 18.0 | TD : 0.0 | TP : 0.0 | Autonomie : 0.0 | BE : 14.0 | Projet : 0.0 | Langue du cours : AN

Objectifs de la formation

Le but de ce cours est de fournir une compréhension physique des circulations océaniques et atmosphériques à grande échelle, et les conséquences pratiques de tels systèmes. Les mouvements à grande échelle sont le résultat de l'interaction entre des déséquilibres thermodynamiques – poussés notamment par le rayonnement solaire – et la rotation de la Terre. Donc on étudie d'abord ces deux processus avant de les combiner pour expliquer le fonctionnement des systèmes météorologiques et océaniques à grande échelle. Sera évoqué également le problème du changement climatique.

Mots-clés : Océanographie, météorologie, courants, ondes, vents, marées, rayonnement solaire, Coriolis, Ekman, Froude, Rossby, Sverdrup, Taylor

Programme

1. Introduction

La composition et les propriétés physico-chimiques de l'atmosphère et l'océan. La distribution de l'eau sur la surface de la terre.

2. Le transfert de chaleur dans l'atmosphère et l'océan

Le rayonnement solaire, les échanges radiatifs et sensibles, stratification et stabilité.

3. Les effets de rotation

L'équation de mouvement dans un système en rotation. L'équilibre géostrophique. Les

Compétences

- Comprendre les différents composants du forçage des mouvements atmosphériques et océaniques
- Identifier les différents échanges (mass, chaleur, quantité de mouvement...) entre l'atmosphère et l'océan
- Etre capable d'estimer l'importance des effets par des calculs d'ordre de grandeur
- Etre capable d'expliquer les phénomènes représentés sur une carte météorologique

Travail en autonomie

Objectifs : Cette activité n'est pas concernée par des activités d'autonomie cadrées en dehors du travail personnel.

Méthodes : Cette activité n'est pas concernée par des activités d'autonomie cadrées en dehors du travail personnel.

Bibliographie

Gill, Adrian, *ATMOSPHERE AND OCEAN DYNAMICS*, Academic Press, 1982
Pedlosky, Joseph *GEOPHYSICAL FLUID DYNAMICS.*, Springer Verlag, 1987
Pond, Stephen. & Pickard, George L. *INTRODUCTORY DYNAMICAL OCEANOGRAPHY*, Butterworth-Heinemann, 1983

Contrôle des connaissances

Savoir 50% Savoir Faire 50%
Savoir = 40% Examen + 60% Contrôle continu
Savoir Faire = 40% Examen + 60% Contrôle continu



ANTENNES, SIGNAL ET PROCESSEURS

ANTENNA, SIGNAL AND PROCESSORS

Responsable(s): **Arnaud BREARD, Alberto BOSIO, Julien HUILLERY**

| Cours : 16.0 | TD : 0.0 | TP : 10.0 | Autonomie : 4.0 | BE : 2.0 | Projet : 0.0 | Langue du cours : FR

Objectifs de la formation

Nous vivons dans un monde baigné par les ondes électromagnétiques dans lequel les systèmes sans fil se développent de plus en plus. Le premier objectif de cet enseignement est de donner un point de vue circulaire sur les différents constituants et champs disciplinaires impliqués dans les systèmes électromagnétiques sans fil et d'en exposer trois en particulier : les antennes, les signaux et les processeurs. Dans ce but, deux systèmes servent de cadre applicatif aux éléments du cours : les systèmes Radar et les systèmes de Télécoms. Si ces deux applications utilisent bien des antennes et des processeurs pour émettre, recevoir et traiter les signaux porteurs d'information, nous verrons qu'elles présentent une diversité de problématiques qui seront également

Mots-clés : Antenne, Diagramme de rayonnement, Directivité, Polarisation, Adaptation, Largeur de bande, Traitement du signal, Télécommunications, Modulations numériques, Imagerie radar, Détection/Estimation, Processeurs, Électronique embarquée.

Programme

I - Antennes :

- a) Physique du rayonnement
- b) Paramètres utiles pour dimensionner une antenne pour un problème donné : diagramme de rayonnement, directivité, gain, polarisation, ...

II - Signal :

- a) Imagerie radar : modélisation, récepteur optimal, détection, estimation
- b) Télécommunications : codage, modulations numériques, égalisation de canal

III - Processeurs :

- a) Enjeux : taille et énergie pour les processeurs embarqués, vers le tout numérique.

Compétences

- Dimensionner une antenne en fonction d'un cahier des charges
- Concevoir un schéma de modulation numérique pour la transmission d'information
- Programmer une carte Arduino pour effectuer un traitement radar
- Utiliser un appareil de mesures HF, un analyseur de réseau, un oscilloscope

Travail en autonomie

Objectifs : 2 créneaux de 2h sont laissés en autonomie pour la finalisation des comptes rendus de TP.

Méthodes :

Bibliographie

Constantine A. Balanis, *ANTENNA THEORY*, Wiley, 2005

François Le Chevalier *PRINCIPES DE TRAITEMENT DES SIGNAUX RADAR ET SONAR*, Masson, 1989

Manuel Jiménez, Rogelio Palomera, Isidoro Couvertier *INTRODUCTION TO EMBEDDED SYSTEMS*, Springer-Verlag, 2014

Contrôle des connaissances

Note d'AF : 50% Savoir, 50% Savoir-faire

Note de Savoir : 100% examen terminal

Note de Savoir-faire : 100% contrôle continu



APPLICATIONS WEB

WEB APPLICATIONS

Responsable(s): Daniel MULLER, René CHALON

| Cours : 12 | TD : 4 | TP : 0.0 | Autonomie : 8 | BE : 8.0 | Projet : 0.0 | Langue du cours : FR

Objectifs de la formation

De nombreux éditeurs développent des applications en technologie Web, qu'elles soient intégrées au Système d'Information ou autonomes proposées en mode SAAS. L'intérêt réside dans la facilité de déploiement et de maintenance par rapport à un client lourd, et la possibilité d'accès distant par rapport à une application dédiée.

Dans un autre contexte, la multiplicité des plateformes mobiles rend extrêmement coûteux le développement de clients dédiés. Grâce à la maturation des standards liés à HTML5, le choix de la technologie Web (WebApp) représente une solution transversale à ce problème.

Ce cours fait le point sur l'état actuel des standards du Web et leur implémentation, et présente node.js une

Mots-clés : Webapp, HTML5, Javascript, nodejs

Programme

Qu'est-ce que le Web 2.0 ?
HTML5, CSS3 et APIs JavaScript
JavaScript, le langage - Frameworks côté client
Introduction à NoSQL
Node.js ou JavaScript côté serveur

Compétences

- Savoir développer une application Web simple en technologie nodejs
- Avoir une vision transversale des technologies disponibles, et de leurs limites, pour le développement d'une Webapp

Travail en autonomie

Objectifs : Savoir mener à bien un projet sous Node.js avec exploitation d'une API JavaScript HTML5.

Méthodes : Projet en binôme

Bibliographie

Stoyan Stefanov, *JAVASCRIPT PATTERNS - BUILD BETTER APPLICATIONS WITH CODING AND DESIGN PATTERNS*, O'Reilly Media, 2010
Peter Gasston *THE MODERN WEB : MULTI-DEVICE WEB DEVELOPMENT WITH HTML5, CSS3, AND JAVASCRIPT*, No Starch Press, 2013
Pedro Teixeira *PROFESSIONAL NODE.JS - BUILDING JAVASCRIPT-BASED SCALABLE SOFTWARE.*, Wiley / Wrox, 2012

Contrôle des connaissances

Note = 50% savoir + 50% savoir-faire
Note de savoir = 100% examen terminal
Note de savoir-faire = 100% contrôle continu (livrables des projets)



CAPTEURS ET TRAITEMENT D'IMAGES

INTRODUCTION TO IMAGE SENSING AND PROCESSING

Responsable(s): **Mohsen ARDABILIAN, David NAVARRO**

| Cours : 16.0 | TD : 0.0 | TP : 0.0 | Autonomie : 8.0 | BE : 8.0 | Projet : 0.0 | Langue du cours : MI

Objectifs de la formation

Ce cours a pour objectif d'introduire des concepts et techniques de base sur l'acquisition d'images, de la structure des capteurs classiques, et de traitement d'images. Il en couvre les fondements et aborde les principes de la formation d'images, du traitement d'images, de l'extraction de caractéristiques et de la segmentation d'images, du suivi du mouvement. Le cours abordera les concepts comme la structure de capteur (CCD/CMOS), la structure d'images, l'analyse spatiale et fréquentielle d'images, des descripteurs d'image (forme, contour, etc.), la segmentation (point, contour, droite, etc.) et le suivi du mouvement dans les images. Les applications sont nombreuses, comme par exemple la médecine, contrôle qualité, la vision artificielle, l'

Mots-clés : formation d'images, filtrage spatial et fréquentiel d'images, détection du contour, segmentation d'images (point, droite, etc.), descripteurs d'image (forme, contour, etc.), segmentation d'images, suivi du mouvement

Programme

- La formation d'images (caméras, radiométrie, couleurs)
- Phototransduction, structure de capteurs
- Structure d'images, quantification, bruit
- L'analyse spatiale (Manipulation de l'histogramme, le gradient et le laplacien)
- L'analyse fréquentielle
- La morphologie
- La segmentation d'images (détection de points, de contour)
- Représentation et description (forme, texture, signature, etc.)
- Analyse et suivi du mouvement (filtre Kalman)

Compétences

- A l'issue de cette UE l'élève doit être capable de comprendre le processus de la formation d'images numériques
- Il saura aussi mettre en oeuvre des techniques fondamentales pour améliorer et traiter les images dans les diverses applications

Travail en autonomie

Objectifs : L'objectif visé est d'approfondir et mettre en pratique des concepts et techniques abordés en cours

Méthodes : pratique d'exercices sur Matlab et résolution de problèmes concrets

Bibliographie

Rafael C.Gonzalez, Richard E.Woods, *DIGITAL IMAGE PROCESSING*, Pearson Prentice Hall, 2008
Richard Szeliski *COMPUTER VISION: ALGORITHMS AND APPLICATIONS*, Springer, 2010
David A. Forsyth, Jean Ponce *COMPUTER VISION : A MODERN APPROACH*, Prentice Hall, 2007

Contrôle des connaissances

Note finale = 30% savoir + 70 % savoir faire
Note savoir = 100% test écrit
Note savoir faire = 50% BE1 + 50% BE2



CIRCUITS ET DISPOSITIFS EN MICRO-ONDES

CIRCUITS ET DISPOSITIFS EN MICRO-ONDES

Responsable(s): **Arnaud BREARD, Loris PACE**

| Cours : 14.0 | TD : 4.0 | TP : 4.0 | Autonomie : 6.0 | BE : 4.0 | Projet : 0.0 | Langue du cours : FR

Objectifs de la formation

La connaissance des problèmes dans le domaine des hyperfréquences devient incontournable avec l'explosion des télécommunications, IOT, RFID, transmission d'énergie sans fil et plus généralement le développement d'applications électroniques pour des fréquences de plus en plus élevées. L'objectif de ce cours est d'introduire les concepts de base utiles à l'analyse et à la conception des circuits et des dispositifs micro-ondes. Les notions abordées dans ce cours permettront notamment d'appréhender un système de télécommunications dans son ensemble depuis le circuit électronique jusqu'à la transmission des ondes.

Application en lien avec le cours: télécommunication, RADAR, transmission d'énergie sans fil, ...

Mots-clés : Radio-fréquences, micro-ondes, antennes, adaptation, paramètres S, guide d'onde, cavité résonante, filtres.

Programme

1) Circuits en hyperfréquences

- Lignes de transmission, équation des télégraphistes, ligne micro ruban, guide d'ondes.
- Adaptation d'impédance, Paramètres S.
- Circuits passifs, conception de filtres, coupleurs directionnels.

2) Dispositifs électromagnétiques en micro-ondes

- Cavités résonnantes, résonateurs diélectriques.
- Antennes, diagramme de rayonnement, gain, réseau d'antennes, bilan de puissance en télécommunications et en radar

TP: étude complète d'un micro-onde : fonctionnement du magnétron, guide d'onde, cavité

Compétences

- Maîtriser les méthodes d'adaptation d'impédances optimisant le transfert de puissance entre deux systèmes.
- Utiliser les paramètres S : transmission et de réflexion entre deux systèmes.
- Dimensionner une ligne micro-ruban et un guide d'onde
- Dimensionner et concevoir un filtre

Travail en autonomie

Objectifs : Savoir utiliser un outil de simulation (ADS) circuit et de simulation électromagnétique 2,5D micro-onde adaptée au circuit imprimé.

Etudier et dimensionner à partir d'un cahier des charges des systèmes vus en cours ainsi que certains systèmes évoqués mais non étudiés dans les détails, en particulier les systèmes actifs : mélangeur, doubleur de fréquence, ...

Méthodes : 1 BE d'introduction au logiciel ADS, les étudiants sont répartis en 3 groupes, chaque groupe travaillant sur un sujet différent.

6h sont dédiées à ce travail de groupe qui a pour livrable un rapport et une présentation, la restitution doit permettre de partager les compléments de

Bibliographie

D. Pozar., *MICROWAVE ENGINEERING*, Addison-Wesley, 1990

Contrôle des connaissances

Note = 50% savoir + 50% savoir-faire
Note de savoir = 100% examen terminal
Note de savoir-faire = 100% contrôle continu



COLLABORER ET MANAGER À L'ÈRE DU NUMÉRIQUE

LAW AND WORK

Responsable(s): Jacqueline VACHERAND REVEL, Nicolas HOURCADE

| Cours : 32.0 | TD : 0.0 | TP : 0.0 | Autonomie : 0.0 | BE : 0.0 | Projet : 0.0 | Langue du cours : FR

Objectifs de la formation

A travers l'étude d'un thème particulier (la collaboration et le management à l'ère du numérique), ce module permet aux élèves de s'initier à une nouvelle discipline (le droit) et d'approfondir les méthodes et les modes de raisonnement des sciences humaines et sociales appréhendés dans les modules de base en psychologie et en sociologie. Les enseignements permettent aux élèves de former et de développer leur culture et leur esprit critique dans la perspective de penser et de construire les innovations de demain et d'agir aujourd'hui, de manière éclairée, au sein des entreprises, lesquelles forment désormais des écosystèmes mouvants.

Mots-clés : Droit, psychologie sociale et sociologie du travail et des organisations, collaboration, innovations managériales, télétravail, activités distantes, technologies numériques.

Programme

L'AF est composée de 2 parties indépendantes articulées autour d'une même thématique.

Partie 1 (Jean-François Paulin, juriste). Les cours de droit du travail proposent une initiation aux enjeux juridiques afin d'acquérir des connaissances sur les règles qui organisent les nouveaux rapports individuels du travail et les relations professionnelles dans l'entreprise.

Partie 2 (Jacqueline Vacherand-Revel, psychologue, et Nicolas Hourcade, sociologue). Les cours de psychologie et de sociologie du travail et des organisations abordent les nouveaux enjeux du travail et les nouvelles modalités de la collaboration au sein de collectifs de travail dispersés et de leur management avec et via des technologies

Compétences

- Acquérir des connaissances juridiques en droit du travail. - Approfondir les connaissances en psychologie et en sociologie du travail. - Comprendre les enjeux des transformations actuelles des activités professionnelles et des entreprises. - Appréhender les formes de collaborations professionnelles induites par les technologies numériques.

Travail en autonomie

Objectifs : Cette activité n'est pas concernée par des activités d'autonomie cadrées en dehors du travail personnel.

Méthodes : Cette activité n'est pas concernée par des activités d'autonomie cadrées en dehors du travail personnel.

Bibliographie

Vacherand-Revel, J. et al. (dir), *NOUVELLES PRATIQUES DE TRAVAIL : INNOVATIONS TECHNOLOGIQUES, CHANGEMENTS ORGANISATIONNELS*, L'Harmattan, 2014

Vacherand-Revel, J. (dir) *NUMÉRO THÉMATIQUE DE LA REVUE PTO PORTANT SUR « LE TRAVAIL EN ÉQUIPE À L'ÈRE DE SA MÉDIATISATION NUMÉRIQUE : FIGURES ACTUELLES DE L'INNOVATION ORGANISATIONNELLE.*, Elsevier Edition, revue Psychologie du Travail et des Organisations. Vol 23 (2)., 2017

Contrôle des connaissances

Examen sous la forme de questions de cours.



COMMUNICATION INTERPERSONNELLE ET PRATIQUES PROFESSIONNELLES

SOCIAL RELATIONSHIPS IN COMPANY

Responsable(s): Jacqueline VACHERAND REVEL

| Cours : 32.0 | TD : 0.0 | TP : 0.0 | Autonomie : 0.0 | BE : 0.0 | Projet : 0.0 | Langue du cours : FR

Objectifs de la formation

La communication interpersonnelle, en présentiel ou à distance, occupe une place prééminente dans la vie sociale et dans la vie professionnelle des ingénieurs. Pour évoluer avec agilité et talent dans des contextes internationalisés de travail, dans des équipes plurimétiers, en manager ou se comporter avec efficacité dans les divers événements qui jalonnent la vie professionnelle, savoir bien communiquer constitue une activité à forte valeur ajoutée et un facteur de distinction.

Mots-clés : Communication interpersonnelle, langages de l'interaction, enjeux psycho-sociaux et culturels de la communication.

Programme

Partie 1 : appréhender la communication : approches instrumentales et interactionnistes.
Partie 2 : les langages et les enjeux psycho-sociaux de la communication interpersonnelle.
Partie 3 : La communication dans les pratiques professionnelles (e.g. présentation de soi en entretien, savoir "pitcher", travail en équipe, négociation).

Compétences

- Acquérir des outils conceptuels et méthodologiques pour analyser la communication interpersonnelle.
- Capacité à comprendre les enjeux psychosociaux de la communication et ses difficultés.
- Capacité de comprendre les variations intraculturelles et interculturelles de la communication.
- Développer des savoir-faire et savoir-être dans diverses situations professionnelles

Travail en autonomie

Objectifs : Cette activité n'est pas concernée par des activités d'autonomie cadrées en dehors du travail personnel.

Méthodes : Cette activité n'est pas concernée par des activités d'autonomie cadrées en dehors du travail personnel.

Bibliographie

Watzlawick, *LA RÉALITÉ DE LA RÉALITÉ : CONFUSION, DÉSINFORMATION, COMMUNICATION*, Seuil Points, 1978
Borxeix et Fraenkel *LANGAGE ET TRAVAIL. COMMUNICATION, COGNITION, ACTION.*, CNRS Éditions, 2001
Goffman *LA MISE EN SCÈNE DE LA VIE QUOTIDIENNE (TOME 1 : PRÉSENTATION DE SOI ET TOME 2 : RELATIONS EN PUBLIC).*, Editions de Minuit, 1973

Contrôle des connaissances

Examen sous la forme de questions de cours.



DES DÉCHETS ET DES HOMMES

MEN AND THEIR WASTE

Responsable(s): **Romain SAUZET**

| Cours : 32.0 | TD : 0.0 | TP : 0.0 | Autonomie : 0.0 | BE : 0.0 | Projet : 0.0 | Langue du cours : FR

Objectifs de la formation

Identifier l'importance d'une approche historique, économiques et socioculturelle des déchets.

Penser les sociétés humaines à partir de ce qu'elles rejettent, de leurs marges et de leurs décharges.

Étudier l'impact des modes de production et de consommation sur la création et le traitement des déchets.

Interroger l'ambivalence anthropologique du statut du déchet (rebut ou ressource ?).

Prendre la mesure de l'importance de la valorisation des déchets tout en développant une réflexion critique sur le développement durable.

Mots-clés : Déchets, Environnement, Développement Durable, Société, Surproduction, Gaspillage, Histoire.

Programme

Le cours abordera les thèmes suivants :

- Perspectives anthropologiques et historiques
- L'invention des déchets urbains au XIXe siècle
- Géographie et économie des déchets au XXe siècle
- Ordures et pollutions dans la ville contemporaine
- La spécificité des déchets contemporains (plastiques, déchets électroniques)

Compétences

- Lire de façon critique des articles de presse et des articles universitaires de sciences humaines et sociales, en français et en anglais
- Identifier les enjeux sociaux, environnementaux, économiques et politiques sur la gestion des déchets

Travail en autonomie

Objectifs : Cette activité n'est pas concernée par des activités d'autonomie cadrées en dehors du travail personnel.

Méthodes : Cette activité n'est pas concernée par des activités d'autonomie cadrées en dehors du travail personnel.

Bibliographie

Serge Latouche, *BON POUR LA CASSE - L'OBSOLESCENCE PROGRAMMÉE*, Les liens qui libèrent, 2015

Yannick Barthe *LE POUVOIR D'INDÉCISION. LA MISE EN POLITIQUE DES DÉCHETS NUCLÉAIRES*, Ed. Economica, 2010

Cyrille Harpet *DU DÉCHET : PHILOSOPHIE DES IMMONDICES*, L'Harmattan, 1999

Contrôle des connaissances

Note = 100% savoir

Note de savoir = 60% notes de synthèse + 40% contrôle continu



DESIGN OPTIMAL ET MÉCANIQUE DES FLUIDES NUMÉRIQUE

OPTIMAL DESIGN AND COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS

Responsable(s): **Christophe CORRE, Stéphane AUBERT**

| Cours : 16.0 | TD : 0.0 | TP : 0.0 | Autonomie : 0.0 | BE : 16.0 | Projet : 0.0 | Langue du cours : AN

Objectifs de la formation

L'AF est dédiée à la présentation et à la mise en œuvre d'un éventail de techniques numériques actuellement utilisées par l'ingénieur pour la conception optimale de dispositifs fluidiques (optimisation de forme, choix optimal de paramètres de conception géométriques ou non). Le cours présente deux points originaux principaux :

- les techniques présentées sont systématiquement reliées aux outils de simulation fluide à la disposition de l'ingénieur en distinguant les outils ouverts (modifiables par l'ingénieur) et fermes (codes commerciaux).

- la présentation est structurée en retenant comme fil conducteur la quantité d'informations à la disposition de

Mots-clés : optimisation à base de gradient, approche adjointe, recherche directe, optimisation multi-objectifs idéale, algorithmes génétiques, métaheuristiques, modèles substitués, optimisation robuste

Programme

1. Optimisation utilisant le gradient en CFD. Estimation par différences finies et approche adjointe. Extension à des problèmes multi-objectifs. BE#1 & #2 : résolution de problèmes modèles puis complexes.
2. Optimisation sans gradient. De la recherche directe aux métaheuristiques. Optimisation multi-objectifs idéale. BE#3, #4 & #5 : résolution de problèmes modèles puis complexes (échangeur de chaleur, parc éolien) ; démarrage du projet.
3. Construction de modèles substitués pour des objectifs à coût élevé. BE#6, #7 : résolution d'un problème d'optimisation de forme ou de maximisation de puissance.
4. Concept d'optimisation robuste. Quantification et propagation d'incertitudes (Chaos

Compétences

- Posséder une vision d'ensemble de problèmes-clés actuels de conception optimale en aéronautique et en énergétique
- Savoir sélectionner et mettre en œuvre une démarche d'optimisation adaptée au problème d'ingénierie à résoudre
- Savoir utiliser un modèle substitué pour limiter le coût d'une optimisation
- Savoir prendre en compte les incertitudes présentes sur certains paramètres de conception

Travail en autonomie

Objectifs : Développer la capacité de mise en œuvre des techniques d'optimisation présentées et d'analyse critique des résultats obtenus pour un problème d'optimisation ouvert.

Méthodes : Réalisation en autonomie (par binôme) du projet d'optimisation. Utilisation des outils (Matlab, codes spécifiques) mis à disposition sur les postes de travail des salles informatiques.

Bibliographie

- K. Deb, *MULTI-OBJECTIVE OPTIMIZATION USING EVOLUTIONARY ALGORITHMS*, John Wiley & Sons, 2008
A. Forrester, A. Sobester *ENGINEERING DESIGN VIA SURROGATE MODELLING : A PRACTICAL GUIDE*, Wiley, 2008
P. Siarry *METAHEURISTIQUES*, Eyrolles, 2014

Contrôle des connaissances

Note = 50% savoir + 50% savoir-faire
Note de savoir = 100% examen terminal
Note de savoir-faire = 100% projet



DU MICRO AU MACRO EN MÉCANIQUE

FROM MICRO TO MACRO IN SOLID AND FLUID MECHANICS

Responsable(s): Alexandre DANESCU, Mathieu CREYSSELS

| Cours : 12.0 | TD : 12.0 | TP : 0.0 | Autonomie : 0.0 | BE : 8.0 | Projet : 0.0 | Langue du cours : FR

Objectifs de la formation

L'objectif du cours est de comprendre les lois de comportement et les modèles macroscopiques observés et étudiés en mécanique du solide et des fluides à partir d'une description microscopique des solides et des fluides. On donnera des éléments essentiels afin d'intégrer aux lois macroscopiques du mouvement le fait que tout corps est constitué d'atomes ou de molécules en interaction plus ou moins forte. Les exemples présentés en TD/BE illustreront l'application des méthodes développées en cours. Citons par exemple : les nanotubes de carbone, l'élasticité des méta-matériaux, la conception des matériaux auxétiques, les gaz parfaits et les gaz plus denses.

Mots-clés :

- Elasticité discrète et continue
- Théorie du milieu effectif
- Milieux périodiques
- Limites de Voigt et Reuss

Programme

1. De l'élasticité discrète à l'élasticité continue : problèmes unidimensionnels.
2. De l'élasticité discrète à l'élasticité continue : problèmes multidimensionnels.
3. Relations constitutives inhomogènes à effectives : le cas scalaire (diffusion thermique).
4. Relations constitutives inhomogènes à effectives : le cas vectoriel (élasticité).
5. Etude de cas : matériaux à coefficient de Poisson négatif.
6. Etude de cas : comportement mécanique des nanotubes de carbone à paroi simple (SWCNT).
7. Théorie cinétique des gaz.
8. L'équation fondamentale de Boltzmann et ses applications pratiques

Compétences

- Comprendre l'interaction entre la géométrie et les propriétés physiques de la microstructure et le comportement mécanique macroscopique.
- Simplifier des problèmes physiques complexes.
- Formulation et calcul du comportement effectif en élasticité
- Relier les propriétés microscopiques des fluides et leur comportement macroscopique

Travail en autonomie

Objectifs : Cette AF n'est pas concernée par des activités en autonomie

Méthodes :

Bibliographie

Contrôle des connaissances

BE: 1/3 note finale
Test écrit final (2h): 2/3 note finale



DYNAMIQUE DES ROTORS EN INGÉNIERIE MÉCANIQUE

ROTORS DYNAMIC IN MECHANICAL ENGINEERING

Responsable(s): Laurent BLANC, Fabrice THOUVEREZ

| Cours : 12.0 | TD : 10.0 | TP : 0.0 | Autonomie : 6.0 | BE : 4.0 | Projet : 0.0 | Langue du cours : AN

Objectifs de la formation

L'objectif est d'acquérir les connaissances spécifiques au dimensionnement des machines tournantes. Les domaines d'application vont de la dynamique des moteurs d'avion à l'analyse des lignes d'arbres en passant par les micro-pompes ou encore les turbines électriques. Cette action de formation approfondit les notions vues en UE MSS et GM : elle donne les connaissances technologiques, de modélisation et expérimentales nécessaires pour comprendre la dynamique des structures produites ou mises en oeuvre, entre autres, par Safran-Snecma, Safran-Turboméca, General Electric, Siemens, Alstom Power, Rolls-Royce, EDF, Pratt&Whitney...

Mots-clés : dynamique des structures, vibrations, analyse modale, éléments finis, diagramme de Campbell, diagramme zig-zag, vitesses critiques, coïncidences, roulements à billes, squeeze-films, rotors, turbomachines, health monitoring

Programme

Cours + TD :

- cycle de conception d'une machine tournante, spécificités et outils
- modélisation des rotors mono- et multi-disques
- modélisation des roues aubagées
- phénoménologie des organes de guidage

BE :

- analyse modale par éléments finis d'une roue aubagée

Compétences

- Connaître les étapes-clefs du cycle de conception d'une machine tournante
- Savoir lire un diagramme de Campbell pour identifier des situations d'utilisation à risque
- Savoir calculer par éléments finis les modes propres d'une structure tournante

Travail en autonomie

Objectifs : S'informer de l'état de l'art en machines tournantes

Méthodes : Analyse d'article de recherche en binôme + exposé au groupe

Bibliographie

- M. Lalanne, G. Ferraris, *ROTOR DYNAMICS PREDICTION IN ENGINEERING*., John Wiley and Sons, 1998
D. W. Childs *TURBOMACHINERY ROTORDYNAMICS PHENOMENA, MODELLING AND ANALYSIS*, John Wiley and Sons, 1993
F. F. Ehrich *HANDBOOK OF ROTORDYNAMICS*, Krieger Publishing company, 1999

Contrôle des connaissances

Examen final, exposé sur l'analyse d'articles



ÉCOLOGIE ET ENVIRONNEMENT

ECOLOGY AND ENVIRONMENT

Responsable(s): Jean-Pierre CLOAREC

| Cours : 16.0 | TD : 0.0 | TP : 0.0 | Autonomie : 0.0 | BE : 16.0 | Projet : 0.0 | Langue du cours : FR

Objectifs de la formation

Présenter, avec une vision systémique, les phénomènes fondamentaux gouvernant les écosystèmes naturels, en s'appuyant sur les sciences de l'ingénieur (ex : physicochimie, thermodynamique, dynamique des systèmes).

Donner des outils et des méthodes pour appréhender les liens entre environnement et activités humaines, notamment les activités industrielles

Mobiliser les connaissances du tronc commun sur des études de cas environnementales complexes, et faire preuve d'esprit critique pour analyser des situations réelles.

Mots-clés : Environnement, écologie, climat, développement durable, pollution, écosystèmes, industrie, traitements d'effluents, sciences de l'ingénieur, empreinte carbone, recherche bibliographique.

Programme

Cours magistraux.

Ecologie fondamentale (les notions abordées dépendront des centres d'intérêts principaux des élèves de chaque année).

>Notions de biosphère et d'écosystèmes. Sources et circulation des polluants dans la biosphère.

Pollutions transfrontières.

>Changements climatiques

Ecologie appliquée :

>Empreinte carbone

>Traitements chimiques et microbiologiques d'effluents liquides usés

Compétences

- Comprendre et formuler un problème environnemental (hypothèses, ordres de grandeur, etc...)
- Associer les logiques économiques / responsabilité sociétale et écoresponsabilité
- Appréhender toutes les dimensions scientifiques, techniques, sociétales d'une situation environnementale concrète
- Identifier les interactions entre éléments d'une situation environnementale et développer une approche systémique pour l'appréhender

Travail en autonomie

Objectifs : Appréhender une situation environnementale complexe, rechercher des informations pertinentes, faire preuve d'esprit critique, débattre en s'appuyant sur une solide maîtrise de son dossier.

Méthodes : Etude d'une controverse environnementale. Travail en groupe. Recherche documentaire approfondie, analyse critique des documents ; le livrable de chaque projet est un débat contradictoire de 40 minutes entre élèves de chaque groupe de projet, devant le reste de la classe.

Bibliographie

François Ramade, *ÉLÉMENTS D'ÉCOLOGIE : ÉCOLOGIE FONDAMENTALE.*, Dunod, 2005

François Ramade *ELEMENTS D'ÉCOLOGIE : ÉCOLOGIE APPLIQUÉE.*, Dunod, 2005

Meunier *AIDE-MÉMOIRE DE THERMODYNAMIQUE DE L'INGÉNIEUR : ÉNERGÉTIQUE - ENVIRONNEMENT*, Dunod, 2004

Contrôle des connaissances

Examen final + débat sur la controverse environnementale



ELABORATION DE PIÈCES TECHNIQUES

DEVELOPMENT OF TECHNICAL PRODUCTS

Responsable(s): Denis MAZUYER, Bertrand HOUX

| Cours : 4.0 | TD : 0.0 | TP : 4.0 | Autonomie : 0.0 | BE : 4.0 | Projet : 20.0 | Langue du cours : FR

Objectifs de la formation

Ce cours a pour but d'étudier les interactions matières, formes, procédés dans la conception et l'industrialisation de pièces techniques. A partir d'études de cas, ce module abordera les procédés de mise en forme des matériaux plastiques et métalliques, les stratégies de choix d'un matériau (critères fonctionnels et mise en œuvre) et d'un procédé (critères économique et technique) ainsi que la définition d'une forme (critères fonctionnel, procédé et matériau). On s'intéressera aux procédés impliquant des transformations de la matière : injection, extrusion, thermoformage pour les polymères..., les déformations plastiques pour les métaux, l'ajout de matière 3D en fabrication additive sur matériaux métalliques et les matières plastiques.

Mots-clés : Procédés de mise en forme et de fabrication, Matières plastiques, Injection, extrusion, thermoformage. Matériaux métalliques, Déformation plastique, Estampage, Emboutissage, fabrication additive

Programme

- I. Injection des matières plastiques
 - Conception et dimensionnement d'une pièce à injecter,
 - Définition des outillages d'injection,
 - Simulation, mise en œuvre et paramétrage du procédé d'injection.
- II. Mise en forme par fabrication additive et impression 3D
 - Principes de conception
 - Optimisation topologique
 - Simulation numérique et expérimentale des procédés de fabrication additive

Compétences

- Être capable de choisir un procédé de mise en forme
- Maîtriser le procédé d'injection de matières plastiques et être capable de concevoir une pièce mécanique en matière plastique injectée.
- Être capable de concevoir une pièce mécanique métallique emboutie et/ou estampée
- Être capable de concevoir une pièce mécanique métallique par fabrication additive

Travail en autonomie

Objectifs : 5 séances de 4 heures seront réalisées sous forme de projet (dont 1 séance consacrée à l'évaluation orale).

Méthodes : L'enseignement sera basé sur une adaptation de la méthode d'apprentissage par problème permettant d'aborder de façon concrète ces procédés à partir d'études de cas réels et de mises en situation.

Bibliographie

J.-F. Agassant, P. Avenas, J.-P. Sergent, B. Vergnes, M. Vincent, *LA MISE EN FORME DES MATIÈRES PLASTIQUES - 3ÈME ÉDITION*, Lavoisier, 1996

Contrôle des connaissances

Note = 50% savoir + 50% savoir-faire
Note de savoir = 100% examen terminal
Note de savoir-faire = 100% contrôle continu



ENTREPRENDRE ET INNOVER

ENTREPRENEURSHIP AND INNOVATION

Responsable(s): **Thierry FARGERE, Patrick SERRAFERO**

| Cours : 32.0 | TD : 0.0 | TP : 0.0 | Autonomie : 0.0 | BE : 0.0 | Projet : 0.0 | Langue du cours : FR

Objectifs de la formation

Entreprendre et innover font désormais partie des compétences métier critiques - créatrices de valeur - de l'ingénieur moderne, que ce soit :

- en contexte interne à l'entreprise établie, sous la forme d'intrapreneuriat et de création d'activité nouvelle,
- en contexte externe à l'entreprise établie, sous la forme d'entrepreneuriat et de création d'une start-up.

Ce module électif de formation vise à familiariser l'élève-ingénieur avec un ensemble de notions, de concepts,

Mots-clés : Entrepreneuriat, Intrapreneuriat, Innovation, Création de Valeur - SUSI : Start-Up / Système Innovant

Programme

- Cours magistraux sur l'entrepreneuriat et la management de l'innovation
- TD sur la formalisation du métier d'une nouvelle activité,
- TD sur la formalisation des processus métier critiques et innovants,
- Interventions d'experts externes en entrepreneuriat et innovation,
- Revue de Livraison finale d'un projet de start-up.

Compétences

- Concevoir un nouveau Business Model
- Formaliser le métier d'une nouvelle activité/entreprise
- Inventer une offre de valeur innovante
- Formaliser les processus métier critiques et innovants nécessaires à la création de valeur

Travail en autonomie

Objectifs : Réaliser l'exercice "Bring your own SUSI - Start-up / Système Innovant" en équipe.

Méthodes : - Rédaction du modèle d'affaire et de connaissance métier de votre SUSI.
- Pratique des méthodes et concepts appropriés présentés en cours.

Bibliographie

Osterwalder A., Pigneur Y., *BUSINESS MODEL NOUVELLE GÉNÉRATION : UN GUIDE POUR VISIONNAIRES, RÉVOLUTIONNAIRES ET CHALLENGERS*, Pearson, 2011
Blanco S., Le Loarne-Lemaire S. *MANAGEMENT DE L'INNOVATION*, Pearson, 2012
Kalousis G., Léger- Jarniou C. *CONSTRUIRE SON BUSINESS PLAN*, Dunod, 2014

Contrôle des connaissances

- Soutenance du "Business Model SUSI"
- Dossier entrepreneurial sur la Boîte de Connaissance SUSI



EOLIENNES

WIND TURBINES

Responsable(s): Eric VAGNON, Pierre DUQUESNE

| Cours : 10.0 | TD : 10.0 | TP : 4.0 | Autonomie : 6.0 | BE : 2.0 | Projet : 0.0 | Langue du cours : FR

Objectifs de la formation

Dans un contexte de diversification de la production d'énergie, l'utilisation de l'énergie du vent est une alternative en plein développement. Les projets de nouvelles installations sont nombreux. Ils concernent de très grandes installations offshore jusqu'aux installations de faibles puissances en zone rurale voire urbaine ou dans des sites isolés du réseau. L'énergie éolienne est donc un enjeu industriel majeur et présente un potentiel d'emplois important.

Ce cours vise à présenter les techniques mises en œuvre pour la production d'énergie électrique à partir de l'énergie du vent. Les notions abordées concernent la mécanique des fluides, l'électrotechnique et l'électronique

Mots-clés : Vent, Éoliennes, Mécanique des fluides, Génie électrique, Électronique de puissance

Programme

- Potentiel de conversion de l'énergie du vent
- Aérodynamique des pales
- Interactions aérodynamiques : effets de site et d'installation
- Génie électrique des éoliennes
- Chaînes de conversions en site isolé, raccordé au réseau ou offshore
- Génératrice synchrone et électronique de puissance associée
- Recherche du point de puissance maximale (Maximum Power Point Tracking)
- TP de 4 heures: Machine synchrone à vitesse variable et électronique de puissance pour la connexion au réseau ou Mécanique des fluides

Compétences

- Décrire les constituants des éoliennes et leur rôle.
- Expliquer les principes physiques entrant en jeu lors de la conversion de l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique puis en énergie électrique.

Travail en autonomie

Objectifs : Cette activité n'est pas concernée par des activités d'autonomie cadrées en dehors du travail personnel.

Méthodes : Cette activité n'est pas concernée par des activités d'autonomie cadrées en dehors du travail personnel.

Bibliographie

Bin Wu et al., *POWER CONVERSION AND CONTROL OF WIND ENERGY SYSTEMS.*, Wiley, 2011
Olimpo Anaya-Lara. *WIND ENERGY GENERATION - MODELING AND CONTROL*, Wiley, 2009

Contrôle des connaissances

Note = 50% savoir + 50% savoir-faire
Note de savoir = 100% examen terminal
Note de savoir-faire = 100% contrôle continu



FILTRAGE ADAPTATIF : APPLICATION AU CONTRÔLE ACTIF DE BRUIT

ADAPTIVE FILTERING : APPLICATION TO ACTIVE NOISE CONTROL

Responsable(s): Laurent BAKO, Alberto BOSIO, Marc JACOB, Marie Annick GALLAND

| Cours : 12.0 | TD : 6.0 | TP : 8.0 | Autonomie : 6.0 | BE : 0.0 | Projet : 0.0 | Langue du cours : MI

Objectifs de la formation

Depuis quelques années, le filtrage adaptatif a permis de développer de nombreuses applications (annulation d'échos en téléphonie, égalisation en télécommunication, amélioration des signaux en génie biologique et médical,...). Ce cours a pour objectif de montrer à travers des applications essentiellement dans le domaine de l'acoustique, les fondements, la mise en œuvre et l'intérêt du filtrage adaptatif. L'originalité de cet enseignement est d'aborder de manière transversale les aspects fondamentaux et appliqués reliés en Traitement du signal, Électronique et Acoustique. Parmi les applications de techniques de filtrage adaptatif, on privilégiera plus spécifiquement dans ce cours l'étude des systèmes de contrôle actif du bruit.

Mots-clés : Filtrage de Wiener, Algorithmes de filtrage adaptatifs (LMS, RLS, ...), Processeurs dédiés au traitement de signal (DSP), Acoustique, Contrôle actif de bruit

Programme

Introduction aux applications du filtrage adaptatif
Filtrage déterministe de Wiener et Optimisation quadratique
Filtrage adaptatif et Algorithme LMS
Architecture des DSPs (Processeurs dédiés au Traitement du Signal)
Mise en œuvre des DSPs
Introduction à l'acoustique
Contrôle passif de bruit
Contrôle actif de bruit et applications

Compétences

- Définir les enjeux et le cadre conceptuel du filtrage adaptatif
- Appliquer les algorithmes de filtrage adaptatif
- Expliquer l'architecture des processeurs dédiés au traitement de signal
- Mettre en œuvre les méthodes de filtrage adaptatif pour le contrôle actif de bruit

Travail en autonomie

Objectifs : Effectuer le design complet d'un système de contrôle actif de bruit (diagnostic acoustique, choix de l'algorithme, simulation, performances, implémentation sur DSP)

Méthodes : Mini-projet par groupe de 5 étudiants suivi d'un exposé : le travail s'appuie sur des données issues de mesures et des programmes Matlab et Simulink à adapter ; il est demandé de proposer une solution argumentée et d'analyser les résultats

Bibliographie

Simon Haykin, *ADAPTIVE FILTER THEORY*, Prentice Hall, 2013
Phil Lapsley, Jeff Bier, Amit Shoham, E.A. Lee *SP PROCESSOR FUNDAMENTALS: ARCHITECTURES AND FEATURES*, Wiley-Press, 1997

Contrôle des connaissances

Note finale = 33% Savoir + 67 % Savoir-Faire, avec
Note Savoir = 100% Examen
Note Savoir-Faire = 100% Contrôle continu



FINANCE DE MARCHÉ

MARKET FINANCE

Responsable(s): **Christian DE PERETTI**

| Cours : 16.0 | TD : 12.0 | TP : 0.0 | Autonomie : 4.0 | BE : 0.0 | Projet : 0.0 | Langue du cours : FR

Objectifs de la formation

L'objectif de ce cours est de donner un condensé des connaissances nécessaires pour pratiquer la finance des marchés de capitaux et des produits dérivés.

Ce module permettra également de faciliter le suivi de certaines options financières IM en 3e année et du Master SAFIR (Sciences actuarielle et financière et Ingénierie des Risques).

Le cours développera les bases de l'évaluation et de la gestion des actifs et des produits dérivés.

Mots-clés : évaluation d'actifs, gestion de portefeuilles, produits financiers dérivés.

Programme

- Partie I : Introduction a la finance des marchés de capitaux
 - o Chap. 1 : La Valeur Du Temps
 - o Chap. 2 : Le Marché Monétaire
 - o Chap. 3 : Les Obligations
 - o Chap. 4 : Les Actions
 - o Chap. 5 : Les Produits Dérivés
 - o Chap. 6 : L'éthique en finance, les fonds vertueux, les fonds du "vice"
- Partie II : Gestion de portefeuilles actions-obligations

Compétences

- Compétences méthodologiques pour professionnels de la finance.

Travail en autonomie

Objectifs : Cette activité n'est pas concernée par des activités d'autonomie cadrées en dehors du travail personnel.

Méthodes : Cette activité n'est pas concernée par des activités d'autonomie cadrées en dehors du travail personnel.

Bibliographie

Edwin J. Elton, Martin J. Gruber, Stephen J. Brown, William N. Goetzmann, *MODERN PORTFOLIO THEORY AND INVESTMENT ANALYSIS*, Wiley, 2014
J.C. Hull *OPTIONS, FUTURES, AND OTHER DERIVATIVES*, Times Books, 2011
M.W. Baxter and A.J.O. Rennie *FINANCIAL CALCULUS*, Cambridge University Press, 1996

Contrôle des connaissances

- Examen intermédiaire écrit d'une heure (pendant les heures de cours) vers la moitié de l'action de formation.
- Examen final écrit de deux heures sous forme d'exercices.



FINANCE D'ENTREPRISE

COST MANAGEMENT AND ENTREPRENEURIAL FINANCE

Responsable(s): Sylvie MIRA

| Cours : 32.0 | TD : 0.0 | TP : 0.0 | Autonomie : 0.0 | BE : 0.0 | Projet : 0.0 | Langue du cours : FR

Objectifs de la formation

Apprendre à établir un diagnostic financier à partir des documents comptables d'une entreprise
Apprendre à concevoir un plan de financement
Apprendre à évaluer une entreprise

Mots-clés : Analyse financière
Plan de financement
Évaluation d'entreprise

Programme

Des documents comptables aux documents financiers
Les approches de la rentabilité
Le plan de financement
Le diagnostic financier
L'évaluation d'entreprise

Compétences

- Savoir établir d'un diagnostic financier
- Savoir évaluer le besoin de financement d'une entreprise
- Savoir établir un plan de financement d'une activité
- Savoir évaluer une entreprise dans une problématique de fusion acquisition

Travail en autonomie

Objectifs : Développer les compétences en finance en les appliquant

Méthodes : Travail sur étude de cas en vue
Prise de décisions financières sur jeu d'entreprise

Bibliographie

MARION A, *ANALYSE FINANCIÈRE CONCEPTS ET MÉTHODES*, Dunod, 2015
VERNIMMEN P., QUIRY P., LE FUR Y. *FINANCE D'ENTREPRISE*, Dalloz, 2020
LEGROS G. *L'ÉVALUATION DES ENTREPRISES - MÉTHODES ET ÉTUDES DE CAS*, Dunod, 2015

Contrôle des connaissances

Note = 40% savoir +60% savoir faire
Note savoir = 100% examen terminal
Note savoir faire = 100% contrôle continu



GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS

GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS

Responsable(s): Ariane EMMANUELLI, René CHALON

| Cours : 7 | TD : 0.0 | TP : 0.0 | Autonomie : 4 | BE : 21 | Projet : 0.0 | Langue du cours : AN

Objectifs de la formation

Avec ce cours, l'objectif est de se familiariser avec les systèmes d'information géographique (SIG) et de comprendre et utiliser leurs outils fondamentaux, ainsi que les possibilités offertes par les SIG et leurs limites. Pour cela, le logiciel open-source QGIS sera utilisé, et des données réelles provenant de diverses sources représentatives de la transversalité de ces outils seront analysées, avec un accent particulier sur l'environnement.

Ce cours est mutualisé avec : Master SOAC (M1) ; Master RisE / Water & Wind engineering (M1).

Mots-clés : SIG, données, visualisation, QGIS

Programme

1. Qu'est-ce qu'un SIG ? / Démarrer avec QGIS / Sémiologie et styles graphiques / Types de cartes
 2. OpenStreetMap / Où trouver des données ?
 3. Tables attributaires / Symboles
 4. Création d'un calque / Géoréférencement
 5. Sélection de données / Joindre des attributs / Géotraitement
 6. Collecte de données à l'aide d'un smartphone
- Chaque cours sera appliqué directement sous la forme d'un tutoriel.

Compétences

- Trouver des données pertinentes
- Présentation des données sur une carte avec une bonne utilisation de la sémiologie
- Maîtrise de QGIS
- Être capable d'utiliser les SIG pour divers sujets

Travail en autonomie

Objectifs : Projet de groupe : présenter et synthétiser une étude

Méthodes : Le dernier créneau est réservé aux présentations de projets, tandis que l'avant-dernier est un créneau d'autonomie. Ce dernier a pour but de donner aux étudiants le temps de finaliser leurs projets ainsi que d'avoir des discussions et des auto-évaluations entre groupes.

Bibliographie

QGIS project, *QGIS USER GUIDE*, url : https://docs.qgis.org/3.22/en/docs/user_manual/, 2022

Contrôle des connaissances

Les étudiants sont notés sur la base de leur projet de groupe, avec 60 % de la note pour le rapport et 40 % pour la présentation.



INGÉNIÉRIE DES PROCÉDÉS INDUSTRIELS

PROCESS ENGINEERING

Responsable(s): Jean-Pierre CLOAREC, Eric BLANCO

| Cours : 20.0 | TD : 0.0 | TP : 0.0 | Autonomie : 8.0 | BE : 4.0 | Projet : 0.0 | Langue du cours : FR

Objectifs de la formation

Comment produire industriellement un produit chimique, du procédé théorique à la mise en œuvre industrielle ? Ce cours montre comment des notions abordées dans les UE ECS, FLE et PCM sont mises en œuvre dans le génie des procédés industriels. Le cours est continuellement illustré par des exemples concrets liés à la production de substances pour la pharmacie, l'agro-alimentaire, la chimie.

Les élèves étudient tout au long du cours les plans et données d'une usine de production chimique, pour en dimensionner des opérations unitaires (réacteur, distillation). Les enseignements sont donnés par un spécialiste d'automatique (E. Blanco, ECL, Ampère) et des spécialistes de génie des procédés (P. Denis, P. Guichardon, EC

Mots-clés :

Programme

Commande des procédés (Eric Blanco)
> Schémas P&ID,
> Systèmes d'événements discrets: modélisation et contrôle avec GRAFCET
> Systèmes continus : panorama des contrôleurs dans l'industrie
Génie des procédés (Pascal Denis et Pierrette Guichardon)
> Opérations unitaires en génie des procédés (Pascal Denis)
> Génie de la réaction chimique (Pascal Denis)
> Distillation industrielle : fonctionnement et dimensionnement (Pierrette Guichardon)
Etude de cas : étude de plans et données d'une usine réelle

Compétences

- Travailler en équipe sur un cas concret de procédé industriel
- Dimensionner et calculer des opérations unitaires en génie des procédés industriels : réacteur, colonne de distillation industrielles
- Lire et construire un schéma d'instrumentation
- Modéliser et gérer des séquences de fonctionnement de procédés

Travail en autonomie

Objectifs : Analyser un procédé industriel et concevoir une partie de l'installation de transformation en s'appuyant à la fois sur les notions de la partie "Commande des procédés" et la partie "Génie des procédés"

Méthodes : BE par groupe de 4-5 élèves. Chaque équipe étudie et dimensionne une opération unitaire du procédé industriel complet.
Rapport écrit et correction croisée.

Bibliographie

R. PERRIN, JP SCAIARFF, *CHIMIE INDUSTRIELLE 1 ET 2 (2ÈME ÉDITION)*., Dunod, 2002
JP. CORRIOU *COMMANDE DES PROCÉDÉS (3ÈME ÉDITION)*, Tec & Doc Lavoisier, 2012

Contrôle des connaissances



INGÉNIERIE ET SYSTÈMES HAUTE TENSION

HIGH VOLTAGE ENGINEERING AND SYSTEMS

Responsable(s): **Ayyoub ZOUAGHI, N'Gnui Thomas AKA**

| Cours : 10 | TD : 6 | TP : 4 | Autonomie : 4 | BE : 8 | Projet : 0.0 | Langue du cours : FR

Objectifs de la formation

Le développement des réseaux d'énergie du futur est conditionné par la maîtrise des problèmes techniques liés au transport d'énergie électrique vers les centres de consommation pouvant se trouver à des milliers de kilomètres. Le principal moyen d'augmenter la puissance à transporter et de diminuer les pertes, c'est d'augmenter la tension de transport. Cette augmentation de la tension dépend des systèmes d'isolation des composants utilisés et de leur tenue aux différentes contraintes notamment électriques. L'objectif de ce cours est de donner les bases nécessaires à la compréhension de la rupture diélectrique des matériaux sous contraintes haute tension, et les règles de dimensionnement des systèmes.

Mots-clés : Haute tension ; matériaux diélectriques ; plasma et décharges ; charge d'espace ; décharges partielles ; claquage ; réseau HVDC

Programme

1. Réseaux d'énergie HVAC et HVDC ; contraintes et enjeux des réseaux du futur ; impact environnemental des matériaux.
2. Matériaux diélectriques : Polarisation ; conduction ; relaxation ; pertes.
3. Plasma et décharges dans les gaz : De micro-décharge à la foudre.
4. Rigidité diélectrique des matériaux solides et liquides : Claquage ; décharges partielles ; vieillissement ; nouveaux matériaux.
5. Conception des systèmes haute tension (Transformateurs, postes électriques isolés dans le gaz, câbles...).

Compétences

- Comprendre les verrous technologiques et environnementaux liés aux réseaux haute tension.
- Comprendre les conséquences des champs électriques forts sur les matériaux et les systèmes.
- Disposer des outils nécessaires pour la conception et le dimensionnement des composants des réseaux d'énergie.

Travail en autonomie

- Objectifs :** Effectuer le bon choix des matériaux pour un système donné.
TP : Effet couronne dans les lignes HVDC ; décharges de surface ; mesure de la tension de claquage ; protection contre la foudre.
BE : Simulation numérique du champ électrique sous Comsol Multiphysics ; simulation de décharges partielles sous Matlab/Simulink.
- Méthodes :** Etude bibliographique et/ou réalisation de projets par groupes d'étudiants.
Préparation de la restitution orale.
Construction des supports visuels et des explications associées.

Bibliographie

- P. Robert, *MATÉRIAUX DE L'ELECTROTECHNIQUE, VOLUME II, TRAITÉ D'ELECTRICITÉ, D'ELECTRONIQUE ET D'ELECTROTECHNIQUE, EPFL*, 2007
A. Küchler, *HIGH VOLTAGE ENGINEERING, FONDAMENTALS, TECHNOLOGY, APPLICATIONS*, 1996
R. Fournié, R. Coelho, *DIÉLECTRIQUES – BASES THÉORIQUES*, Techniques de l'Ingénieur, 2003

Contrôle des connaissances

Note = 50 % Savoir + 50 % Savoir-faire
Note de savoir = 100 % Examen final. Note de savoir-faire = 100 % Contrôle continu



INGÉNIERIE NUCLÉAIRE

NUCLEAR ENGINEERING

Responsable(s): Anne-Segolene CALLARD, Anne LAMIRAND, Bertrand VILQUIN

| Cours : 20 | TD : 12 | TP : 0.0 | Autonomie : 2.0 | BE : 0.0 | Projet : 0.0 | Langue du cours : FR

Objectifs de la formation

L'ingénierie nucléaire recouvre actuellement un large domaine scientifique et économique, qui s'enrichit des relations multiples avec d'autres disciplines. Son champ d'applications s'étend de la production d'énergie (réacteurs de fission et fusion) à l'analyse ou au traitement de matériaux, à l'utilisation de radioéléments (traceurs radioactifs) en médecine, biologie ou géologie jusqu'aux applications médicales en radiothérapie et imagerie. L'objectif du cours est de fournir les bases physiques de l'ingénierie nucléaire et d'illustrer un certain nombre des applications précédemment citées. Les cours seront suivis de 2 conférences (Réacteurs nucléaires de future génération, Radioprotection) présentés par des spécialistes et des professionnels du domaine

Mots-clés : Noyaux, désintégrations nucléaires, radioactivité, modèle de la goutte liquide, modèle en couche, fusion, fission.

Programme

1. Structure du noyau, bilans énergétiques en physique nucléaire, notion de section efficace d'interaction. Stabilité nucléaire et modèles nucléaires.
2. Instabilités nucléaires : les différents types de radioactivité, notions de base en radioprotection.
3. Réactions nucléaires et application.
4. Fission nucléaire, notions de base de neutronique, principe de fonctionnement d'un réacteur nucléaire.
5. Fusion nucléaire
6. Applications du nucléaire en chimie, biologie, médecine. Traceurs radioactifs et

Compétences

- Savoir Identifier les champs d'application de la physique nucléaire.
- Evaluer les ordres de grandeurs dans les processus nucléaires
- Savoir équilibrer une réaction nucléaire et calculer son bilan de masse
- Savoir distinguer et décrire les principaux types de désintégrations des noyaux

Travail en autonomie

Objectifs : Lors des TD, les élèves doivent résoudre des problèmes en utilisant les concepts présentés en cours.

Méthodes : Ce travail s'effectue en binôme et donne lieu, à la fin de chaque séance, à un compte-rendu écrit qui est évalué.

Bibliographie

W.E. Meyerhof, *ELEMENTS DE PHYSIQUE NUCLÉAIRE*, Editions Dunod., 1970
Daniel Blanc *NOYAUX, PARTICULES, RÉACTEURS NUCLÉAIRES*, Masson, 1987
P. Bonche *LE NUCLÉAIRE EXPLIQUÉ PAR LES PHYSICIENS*, EDP Sciences, 2002

Contrôle des connaissances

Note finale = 60% Savoir+40% Savoir-faire
Note de Savoir = 100% examen final
Note de savoir-faire = 100% de contrôle continu



INGÉNIERIE POUR LA SANTÉ

HEALTH ENGINEERING

Responsable(s): **Emmanuelle LAURENCEAU, Romain RIEGER**

| Cours : 20 | TD : 0.0 | TP : 0.0 | Autonomie : 4 | BE : 8.0 | Projet : 0.0 | Langue du cours : FR

Objectifs de la formation

Le vieillissement de la population et les grands progrès en biologie de ces dernières années ouvrent de nouvelles voies en matière de soin et de réponses aux attentes sociétales. Dans ces avancées, les problèmes d'ingénieries prennent une place de plus en plus importante (Développement de dispositifs de diagnostics, production de médicaments, miniaturisation des dispositifs, Biomatériaux de substitutions, Ingénierie tissulaire). L'objectif du cours est de montrer la potentialité des approches couplant ingénierie et biologie.

Mots-clés : Nanobiotechnologie, biomatériaux, biomécanique, Capteurs

Programme

- Biotechnologies pour la santé et diagnostic moléculaire
- Imagerie et vectorisation de médicaments
- Les défis de l'orthopédie et les biomatériaux
- Activité cellulaire et adaptation osseuse

Compétences

- - Connaître les différentes technologies - Appréhender les différents domaines de l'ingénierie pour la santé - Analyser des documents scientifiques - Faire une synthèse d'informations et une présentation des résultats

Travail en autonomie

- Objectifs :**
- Travail en groupe de 3-4 élèves sur un mini-projet relatif à l'un des thèmes abordés en cours

- Méthodes :**
- Recherche et analyse de documents, rédaction d'un rapport, préparation de la présentation orale

Bibliographie

Contrôle des connaissances

Note de savoir = 100 % présentation orale
Note de savoir-faire = 100% rapport écrit
Note = 50% savoir + 50% savoir-faire



INTRODUCTION AUX VIBRATIONS ALÉATOIRES

INTRODUCTION TO RANDOM VIBRATIONS

Responsable(s): Alain LE BOT, Joël PERRET LIAUDET, Julien HUILLERY

| Cours : 12.0 | TD : 8.0 | TP : 8.0 | Autonomie : 0.0 | BE : 4.0 | Projet : 0.0 | Langue du cours : AN

Objectifs de la formation

De nombreux problèmes d'ingénierie mécanique concernent la réponse vibratoire de structures mécaniques soumises à des forces aléatoires.

Citons le cas de structures élancées soumises au vent, des plates formes offshore soumises à la houle, de véhicules excités par la route, de bâtiments sollicités par un séisme, du bruit de frottement induit par la rugosité, de fuselages

Mots-clés : Vibrations, systèmes linéaires, processus stochastiques, estimation spectrale

Programme

Chapitre 1 Processus stochastiques

Généralités sur les probabilités, variable aléatoire, vecteur aléatoire, processus stochastique, analyse spectrale, continuité, dérivation, intégration

Chapitre 2 Vibrations en petites déformations

Oscillateur à 1 degré de liberté, systèmes à n degrés de liberté, solides déformables

Chapitre 3 Réponse spectrale des systèmes linéaires

Présentation du problème, moyenne, corrélation et spectre de la réponse, corrélation et spectre

Compétences

- Savoir calculer et interpréter les densités spectrales de puissance de signaux aléatoires
- Savoir calculer les fonctions de réponse en fréquences des systèmes mécaniques simples
- Savoir estimer les quantités spectrales des réponses des systèmes linéaires excités par des signaux aléatoires

Travail en autonomie

Objectifs : Cette activité n'est pas concernée par des activités d'autonomie cadrées en dehors du travail personnel.

Méthodes : Cette activité n'est pas concernée par des activités d'autonomie cadrées en dehors du travail personnel.

Bibliographie

A. LE BOT, *INTRODUCTION AUX VIBRATIONS ALÉATOIRES.*, DUNOD, 2019

A. LE BOT *FOUNDATION OF STATISTICAL ENERGY ANALYSIS IN VIBROACOUSTICS.*, Oxford University Press, 2015

G. FLEURY *ANALYSE SPECTRALE - MÉTHODES NON-PARAMÉTRIQUES ET PARAMÉTRIQUES.*, Ellipses, 2001

Contrôle des connaissances

une note de savoir faire (rapports de TP, et bureau d'étude) pour 50%
une note de savoir (test individuel final) pour 50%



LES ENJEUX DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE

SOCIAL, ECONOMICAL AND POLITICAL ISSUES FOR A SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Responsable(s): Laure FLANDRIN, Romain SAUZET

| Cours : 24.0 | TD : 0.0 | TP : 0.0 | Autonomie : 8.0 | BE : 0.0 | Projet : 0.0 | Langue du cours : FR

Objectifs de la formation

A partir de l'étude d'un thème précis (en l'occurrence, la transition écologique), ce cours offre aux élèves l'opportunité d'appliquer et d'approfondir les méthodes et les modes de raisonnement des sciences humaines et sociales appréhendés dans les modules de base du semestre 7. Les enseignements, la recherche bibliographique et documentaire en sciences humaines et sociales permettent aux élèves d'apprendre à préparer une note de synthèse et, plus largement, de former et de développer leur culture générale et leur esprit critique.

Mots-clés : Philosophie, Politique, Économie, Justice, Croissance verte, Indicateurs de richesse, Inégalités

Programme

Ce module vise à comprendre les enjeux de la transition écologique. Dans les années 1970, le double constat d'une crise des modèles de croissance et d'un épuisement des ressources dû à l'action humaine suscite une remise en cause des objectifs mis en place dans l'après-guerre. Cette crise des valeurs fait émerger la question du développement comme un choix, à la fois au niveau des organisations internationales, des pays, des entreprises et des individus - consommateurs ou acteurs du développement. Il s'agit de comprendre les fondements de la transition écologique ; sa traduction politique, sociale et économique ;

Compétences

- Appliquer les méthodes des sciences humaines pour comprendre un enjeu de société.
- Savoir préparer une note de synthèse
- Développer sa culture générale
- Former son esprit critique

Travail en autonomie

Objectifs : Cette activité n'est pas concernée par des activités d'autonomie cadrées en dehors du travail personnel.

Méthodes : Cette activité n'est pas concernée par des activités d'autonomie cadrées en dehors du travail personnel.

Bibliographie

Afeissa, Hicham-Stéphane. Ethique de l'environnement. Nature, Valeur, Respect . Vrin, 2007.
Larrère, Catherine. Les philosophies de l'environnement . PUF, 1997.
Callon, Michel, Lacousmes P., Barthe Y. Agir dans un monde incertain. Seuil, 2001.

Contrôle des connaissances

Note = 100% savoir
Note de savoir = 60% examen terminal + 40% contrôle continu



LES MÉTAMATÉRIAUX MÉCANIQUES

MECHANICAL METAMATERIALS

Responsable(s): **Manuel COLLET, Olivier BAREILLE**

| Cours : 6 | TD : 6 | TP : 0.0 | Autonomie : 0.0 | BE : 0.0 | Projet : 20 | Langue du cours : Ml

Objectifs de la formation

Les métamatériaux sont des matériaux artificiels présentant une structuration interne plus petite que la longueur d'onde à traiter leur permettant d'adopter un comportement ondulatoire sans équivalent dans les matériaux à l'état naturel. Dans le cas de l'acoustique, ils donnent lieu à des applications très importantes dans des domaines de l'ingénierie aussi divers que l'isolation phonique, la vibroacoustique, la furtivité en acoustique sous-marine, la réalisation de transducteurs. Les technologies associées suscitent d'ors et déjà l'intérêt de nombreux industriels. L'objectif principal de ce cours est de donner une formation d'ensemble aux étudiants de l'Ecole Centrale de Lyon sur la thématique des métamatériaux et la capacité qu'ils offrent pour répondre à des

Mots-clés : Ondes, Vibrations, Acoustiques, Matériaux adaptatifs, optimisation, traitements des nuisances vibroacoustiques

Programme

1. Propagation des ondes: retour sur les bases
2. Modelisation
 - a) Méthode Analytiques et semi-analytique SAFE
 - b) WFE : Wave Finite Elements
 - c) Shift Cell Operator pour introduire des métamatériaux couplés multiphysiques
 - d) L'approche d'expansion en ondes PWE
3. Le Design de structures en utilisant les propriétés des bandes interdites de Bragg

Compétences

- Compréhension du comportement physique de ces matériaux
- Utilisation des outils numériques de conception
- Mise en oeuvre sur des problématiques simples à travers un mini projet

Travail en autonomie

Objectifs : Appliquer sur un cas concret les méthodes introduites dans le cours couvrant l'ensemble du champs de connaissance tout en promouvant la créativité dans les choix de conception

Méthodes : La méthode utilisée repose sur la réalisation de mini-projets de 14h par groupes de 6 élèves. Chaque groupe profitera de 8h d'encadrement sur l'appropriation et la méthodologie. Une restitution finale des résultats sera faite devant la classe.

Bibliographie

Contrôle des connaissances

- 1/3 par le résultat d'un QCM
- 1/3 par l'évaluation du rapport de projet
- 1/3 par la note de la restitution donnée par la classe



MACHINE LEARNING ET APPLICATIONS

MACHINE LEARNING ET APPLICATIONS

Responsable(s): **Yohann DE CASTRO, Céline HARTWEG-HELBERT**

| Cours : 24 | TD : 0.0 | TP : 0.0 | Autonomie : 2.0 | BE : 6 | Projet : 0.0 | Langue du cours : MI

Objectifs de la formation

Dans ce parcours, on présentera le domaine de l'apprentissage automatique, ses fondements, les problèmes qu'il permet d'aborder (apprentissage supervisé/non supervisé, batch/online, etc.) et les méthodes les plus récentes qui sont actuellement étudiées. Au delà de la description des concepts théoriques (minimisation empirique du risque, complexité combinatoire, etc.), ce module propose de nombreux travaux pratiques permettant de mettre en œuvre numériquement les méthodes abordées (algorithmes classiques, validation croisée, etc.) et d'expérimenter certains phénomènes tels que le sur/sous apprentissage. Ces travaux seront réalisés en Python, et requerront de la programmation et l'utilisation de packages dédiés.

Mots-clés : Machine Learning, SciKitLearn, Statistical Learning, Deep Learning

Programme

Théorie de la Décision, Classification et Régression linéaire ;
Régression Logistique et Analyse Discrimante ;
Validation Croisée, Classification multiclasse ;
Arbres de Décision, Forêts, Boosting et Bagging ;
Deep Learning ;

Compétences

- être capable de comprendre et utiliser des outils de Statistique ;
- être capable de comprendre et utiliser des outils d'algèbre linéaire ;
- être capable d'utiliser des outils de programmation (Python) ;

Travail en autonomie

Objectifs : Cette activité n'est pas concernée par des activités d'autonomie cadrées en dehors du travail personnel.

Méthodes : Cette activité n'est pas concernée par des activités d'autonomie cadrées en dehors du travail personnel.

Bibliographie

Christophe Giraud, *INTRODUCTION TO HIGH-DIMENSIONAL STATISTICS*, CRC Press
Massih-Reza, A. *APPRENTISSAGE MACHINE: DE LA THÉORIE À LA PRATIQUE-CONCEPTS FONDAMENTAUX EN MACHINE LEARNING.*, Editions Eyrolles (2015)
Shai Shalev-Shwartz and Shai Ben-David *UNDERSTANDING MACHINE LEARNING - FROM THEORY TO ALGORITHMS*, Cambridge University Press

Contrôle des connaissances

Note = 60% savoir + 40% savoir-faire
Note de savoir = 100% examen terminal
Note de savoir-faire = 25% examen terminal + 75% contrôle continu (projet),



MARKETING

MARKETING

Responsable(s): Sylvie MIRA, ELISABETH COUZINEAU-ZEGWAARD

| Cours : 32.0 | TD : 0.0 | TP : 0.0 | Autonomie : 0.0 | BE : 0.0 | Projet : 0.0 | Langue du cours : FR

Objectifs de la formation

Comprendre les fondamentaux du marketing.
Comprendre comment mettre en œuvre une démarche marketing

Mots-clés : Etude de marché.
Comportement client.
Marketing industriel.
Marketing digital

Programme

Methodes et outils du marketing
Etudes de marché
Marketing BtoB
Marketing digital
Stratégie marketing

Compétences

- Etre capable de réaliser une étude de marché.
- Etre capable d'établir des profils clients
- Etre capable de concevoir une stratégie marketing

Travail en autonomie

Objectifs : Mener à bien des études marketing

Méthodes : Travail sur études de cas

Bibliographie

FERRANDI Jean-Marc, LICHTLE Marie-Christine, AMBROISE Louise, COTTET Fabrice, *MARKETING*, Dunod, 2021
TRUPHEME Stéphane, GASTAUD Philippe *LA BOÎTE À OUTILS DU MARKETING DIGITAL*, Dunod, 2020

Contrôle des connaissances

Note = 40% savoir +60% savoir faire
Note savoir = 100% examen terminal
Note savoir faire = 100% contrôle continu



MATÉRIAUX POLYMÈRES : PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET INNOVATIONS

POLYMER MATERIALS : PHYSICAL PROPERTIES AND INNOVATIONS

Responsable(s): Frédéric DUBREUIL

| Cours : 12.0 | TD : 12.0 | TP : 4.0 | Autonomie : 4.0 | BE : 0.0 | Projet : 0.0 | Langue du cours : AN

Objectifs de la formation

Matériaux fonctionnels, de construction ou pour le design, les matériaux polymères présentent aussi la possibilité pour certains d'être recyclés. La compréhension de leurs propriétés physiques fait l'objet de beaucoup de recherche. De plus, on maîtrise de mieux en mieux leur mise en oeuvre (par impression 3D par exemple) et leur recyclabilité.

Les propriétés physico-chimiques et mécaniques sont abordées dans ce cours, qui présente aussi des cas concrets d'innovation dans ce domaine. Un accent sera mis sur le cycle de vie des matériaux, de la mise en oeuvre au tri puis au recyclage.

Mots-clés : thermoplastiques, thermodurcissables, élastomères, polysaccharides, protéines, surfaces, synthèse

Programme

Présentation générale des polymères,
Synthèse des polymères, Caractérisation et propriétés de la chaîne polymère, Retour sur les grandes classes de polymères (thermoplastiques, thermodurcissables, élastomères)
Propriétés physiques des polymères,
La température de transition vitreuse et autres températures caractéristiques, Ecoulement et rhéologie des polymères,
Mise en forme et recyclage,

Compétences

- Etablir des corrélations entre la physico-chimie des polymères et leurs propriétés macroscopiques

Connaître les propriétés mécaniques des polymères
Savoir sélectionner une méthode d'analyse de polymère
Savoir proposer pour une application donnée le polymère, son traitement et sa mise en oeuvre

Travail en autonomie

Objectifs : Analyse de l'impact des polymères sur l'environnement
Comparaison entre l'image médiatique des polymères et la réalité scientifique : confrontation des chiffres et des phénomènes

Méthodes : Développement d'une problématique en lien avec le thème
Réalisation d'un poster en groupe de 4 étudiants
Restitution lors d'une séance poster devant un public large : scientifique, non scientifique

Bibliographie

Jean-Louis Halary, Françoise Lauprêtre, Lucien Monnerie, *DE LA MACROMOLÉCULE AU MATÉRIAU POLYMÈRE : SYNTHÈSE ET PROPRIÉTÉS DES CHAÎNES*, Belin, 2006
Jean-Louis Halary, Françoise Lauprêtre, Lucien Monnerie *MÉCANIQUE DES MATÉRIAUX POLYMÈRES*, Belin, 2008
Jo Perez *MATÉRIAUX NON CRISTALLINS ET SCIENCE DU DÉSORDRE*, PPUR, 2001

Contrôle des connaissances

Un examen écrit de 2h
Un compte-rendu de TP
Une restitution de l'autonomie



MATHÉMATIQUES APPLIQUÉES À LA BIOLOGIE

MATHEMATICAL BIOLOGY

Responsable(s): Philippe MICHEL, Laurent SEPPECHER

| Cours : 16.0 | TD : 8.0 | TP : 0.0 | Autonomie : 0.0 | BE : 8.0 | Projet : 0.0 | Langue du cours : FR

Objectifs de la formation

Le cours est une introduction aux méthodes mathématiques en biologie et médecine. Il sera illustré par de nombreux exemples et applications.

Le cours comporte deux parties :

I - Systèmes dynamiques

II - Modèles spatio-temporels

Mots-clés : Mathématiques pour la biologie, équations différentielles ordinaires, équations aux dérivées partielles, dynamique des populations, Chaînes de Markov, phénomènes de propagation

Programme

Partie I - Systèmes dynamiques

Partie II - Modèles biologiques spatio-temporels

Compétences

- comprendre des modèles mathématiques de base en biologie et médecine acquérir des compétences mathématiques (EDO, EDP, CM) appliquer les notions mathématiques à l'étude de différents modèles

Travail en autonomie

Objectifs : Cette activité n'est pas concernée par des activités d'autonomie cadrées en dehors du travail personnel.

Méthodes : Cette activité n'est pas concernée par des activités d'autonomie cadrées en dehors du travail personnel.

Bibliographie

J. Murray, *MATHEMATICAL BIOLOGY*, Springer, 2002

Contrôle des connaissances

- > Final mark = 50% Knowledge + 50% Know-how
- > Knowledge = final exam
- > Know-how = continuous assessment



MÉCANIQUE DES SOLS

SOIL MECHANICS

Responsable(s): **Eric VINCENS, Francesco FROILIO**

| Cours : 14.0 | TD : 14.0 | TP : 0.0 | Autonomie : 4.0 | BE : 0.0 | Projet : 0.0 | Langue du cours : FR

Objectifs de la formation

Ce module a pour objectif de poser les bases essentielles de la Mécanique Théorique des Sols indispensable au géotechnicien pour comprendre et prédire le comportement d'un matériau polyphasique (air, eau, solide) complexe : le sol. Il fait le lien avec la Mécanique des Solides (UE MSS), dont il montre une application concrète. Il est notamment destiné aux futurs élèves de l'option Transition Ecologique & Territoires.

Mots-clés : sable, argile, hydraulique, cisaillement, consolidation, analyse limite, soutènement

Programme

- 1 - Caractéristiques physiques et classification des sols.
- 2 – Hydraulique des sols
- 3 – Consolidation des sols fins
 - 3.1 – Essai oedométrique
 - 3.2 – Tassements de consolidation
- 4 - Résistance des sols au cisaillement
 - 4.1 – Essais de cisaillement
 - 4.2 – Chemins de contrainte
- 5 - Equilibres limites - poussée et butée des terres

Compétences

- savoir calculer les propriétés physiques et mécaniques des sols savoir calculer les tassements des sols dus à la présence d'un ouvrage sur le site savoir calculer des débits hydrauliques et sous-pressions sous les ouvrages savoir calculer un champ de contraintes dans un sol

Travail en autonomie

Objectifs : Cette activité n'est pas concernée par des activités d'autonomie cadrées en dehors du travail personnel.

Méthodes : Cette activité n'est pas concernée par des activités d'autonomie cadrées en dehors du travail personnel.

Bibliographie

Contrôle des connaissances

note de savoir-faire: QCMs de 10min en début de séance en contrôle continu
note de savoir: test final avec partie "avec documents" et autre "sans document"



MÉCANIQUE DES STRUCTURES MINCES : PLAQUES ET COQUES

MECHANICS OF THIN STRUCTURES : PLATES AND SHELLS

Responsable(s): Cécile NOUGUIER, Hélène MAGOARIEC

| Cours : 14.0 | TD : 10 | TP : 4.0 | Autonomie : 4 | BE : 0.0 | Projet : 0.0 | Langue du cours : FR

Objectifs de la formation

Les structures minces, optimisant le rapport poids / performances, occupent une place prédominante dans de nombreux secteurs industriels (aéronautique, génie civil, génie chimique, etc). L'objectif premier de cette AF est de fournir au futur ingénieur les éléments nécessaires à la modélisation et à la conception de constructions à base d'éléments structuraux élancés, par l'analyse du comportement statique de structures minces 2D, planes ou courbes.

En contrepartie du gain de matière, le risque d'instabilité se trouve amplifié : des phénomènes tels le voilement des plaques ou le flambement des coques sont donc à prendre en compte dans le dimensionnement. Le second

Mots-clés : Mécanique des solides, Plaques et coques minces, Modèle de Love-Kirchhoff, Modèle de Love, Dimensionnement, Instabilités élastiques, Mesures extensométriques, Comparaisons théorie/expériences

Programme

Partie 1 - Comportement des plaques élastiques : 4 CM / 2 TD / 1 TP; Définition, schématisation, hypothèses et actions mécaniques ; efforts intérieurs ; équilibre local ; modèle de plaques minces de Love-Kirchhoff ; conditions limites.

Thème du TP : validation expérimentale du modèle de Love-Kirchhoff et étude d'une solution approchée.

Partie 2 - Comportement des coques élastiques de révolution : 2 CM / 2 TD; Géométrie des surfaces ; définition, schématisation et actions mécaniques ; efforts intérieurs membranaires ; équilibre local; cas usuels de chargements ; effets élastiques.

Partie 3 - Instabilités élastiques des structures minces : 2 CM/TD; Voilement des plaques

Compétences

- Savoir dimensionner plaques et coques, en contraintes, en déplacements et vis-à-vis des instabilités élastiques
- Savoir évaluer la prédominance des effets élastiques (efforts intérieurs, contraintes, déformations, déplacements) dans les structures minces
- Être capable de construire un modèle mécanique de structures minces 2D, en se basant sur la démarche 1D (poutres) du tronc commun
- Savoir confronter théorie et expériences : mener une analyse critique pour valider un modèle et/ou une solution approchée (par une approche énergétique)

Travail en autonomie

Objectifs : Applications théorique et expérimentale du cours aux plaques circulaire et rectangulaire. Rédaction d'un document de synthèse des analyses.

Méthodes : Autonomies encadrée / non-encadrée, travail en groupe à proximité des salles de TP (accès aux bancs d'essais), appropriation du polycopié associé, validation des éléments théoriques/numériques, réflexions communes : dépouillement, analyses critiques.

Bibliographie

S. P. Timoshenko, S. Wionowski-Krieger, *THEORY OF PLATES AND SHELLS*, Mc Graw Hill, 1970
F. Frey *TRAITÉ DE GÉNIE CIVIL DE L'ECOLE POLYTECHNIQUE FÉDÉRALE DE LAUSANNE, VOL. 1 À 6*, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 2003
S. P. Timoshenko, J. M. Gere *THEORY OF ELASTIC STABILITY*, Dover Publications, 2009

Contrôle des connaissances

Note = 50% savoir + 50% savoir-faire
Note de savoir = 100% examen terminal
Note de savoir-faire = 100% contrôle continu



MÉTHODE DES ÉLÉMENTS FINIS, DE LA THÉORIE À LA MISE EN OEUVRE

FINITE ELEMENT METHOD, FROM THE THEORY TO IMPLEMENTATION

Responsable(s): **Abdel-Malek ZINE**

| Cours : 24.0 | TD : 0.0 | TP : 0.0 | Autonomie : 0.0 | BE : 8.0 | Projet : 0.0 | Langue du cours : FR

Objectifs de la formation

Dans le domaine de l'ingénierie, il existe plusieurs techniques d'approximation permettant de résoudre les équations différentielles ou aux dérivées partielles régissant les phénomènes étudiés.

La plus largement répandue est la Méthode des Éléments Finis. Cette méthode permet, en effet, de traiter tout type de géométrie, tout type de problème au limites issu de l'électromagnétisme, de l'acoustique, de la mécanique des fluides, du solide de la biologie et même de la finance !

Elle possède une approche mathématique rigoureuse, basée sur les méthodes variationnelles. Cette base mathématique permet de prévoir la précision de l'approximation et de l'améliorer via les estimations d'erreur.

Mots-clés : Problèmes aux limites, formulations variationnelles, approximation numérique, méthode des éléments finis, estimation d'erreur.

Programme

Problème variationnel, cadre abstrait
Problèmes aux limites elliptiques
Méthode des éléments finis, approximation des problèmes aux limites
Applications à quelques problèmes d'ingénierie
Estimations a priori et a posteriori de l'erreur
Méthode des éléments finis pour les problèmes paraboliques
Méthode des éléments finis pour les problèmes hyperboliques

Compétences

- Etre capable d'écrire et d'analyser une formulation variationnelle d'un problème aux limites,
- Etre capable d'en étudier l'approximation par la méthode des éléments finis
- Etre capable d'écrire un programme Matlab permettant de résoudre le problème approché.

Travail en autonomie

Objectifs : Cette activité n'est pas concernée par des activités d'autonomie cadrées en dehors du travail personnel.

Méthodes : Cette activité n'est pas concernée par des activités d'autonomie cadrées en dehors du travail personnel.

Bibliographie

A. Ern et J. L. Guermond, *ÉLÉMENTS FINIS : THÉORIE, APPLICATIONS, MISE EN OEUVRE*, Mathématiques et applications, Springer, 2002
J. Rappaz et M. Picasso. *INTRODUCTION À L'ANALYSE NUMÉRIQUE*, Presses polytechniques et universitaire romandes, 1999
A. Quarteroni and A. Valli *NUMERICAL APPROXIMATION OF PARTIAL DIFFERENTIAL EQUATIONS*, Springer, 2008

Contrôle des connaissances

- Un examen surveillé de 2 heures
- Compte-rendus de deux BE



MÉTHODES NUMÉRIQUES EN MÉCANIQUE

NUMERICAL METHODS IN MECHANICS

Responsable(s): Jérôme BOUDET, Fabien GODEFERD, Olivier DESSOMBZ

| Cours : 14.0 | TD : 14.0 | TP : 0.0 | Autonomie : 0.0 | BE : 4.0 | Projet : 0.0 | Langue du cours : AN

Objectifs de la formation

Ce module est une introduction aux méthodes de résolution employées dans les codes de simulation, aussi bien en mécanique des solides qu'en mécanique des fluides (CFD) et en énergétique. Différentes méthodes numériques sont présentées, permettant la résolution des problèmes aux limites introduits en tronc commun. L'objectif est de maîtriser les concepts nécessaires à une bonne utilisation des logiciels de type industriel. Un effort particulier est porté sur la pratique et l'illustration physique, et l'interdisciplinarité permet une meilleure compréhension à la fois des modélisations et des phénomènes généraux.

Mots-clés : méthodes numériques, volumes finis, résidus pondérés, éléments finis, mécanique des solides, mécanique des fluides

Programme

- Différences finies
- Méthodes de résolution et propriétés des schémas
- Volumes finis
- Méthodes variationnelles
- Méthodes spectrales
- Éléments finis (1/2)
- Éléments finis (2/2)

Compétences

- Savoir modéliser numériquement un problème de mécanique
- Savoir programmer les méthodes numériques de base en mécanique
- Savoir analyser et interpréter des solutions numériques

Travail en autonomie

Objectifs : Cette activité n'est pas concernée par des activités d'autonomie cadrées en dehors du travail personnel.

Méthodes : Cette activité n'est pas concernée par des activités d'autonomie cadrées en dehors du travail personnel.

Bibliographie

C. Hirsch, *NUMERICAL COMPUTATION OF INTERNAL AND EXTERNAL FLOWS (VOLUMES 1 ET 2)*, John Wiley and Sons, 1988
H.K. Versteegh and W. Malalasekera *AN INTRODUCTION TO COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS*, Longman, 1995
J.C. Craveur *MODÉLISATION PAR ÉLÉMENTS FINIS : COURS ET EXERCICES CORRIGÉS*, Dunod, 2008

Contrôle des connaissances

Note = 60% savoir + 40% savoir-faire
Note de savoir = 100% examen terminal
Note de savoir-faire = 100% contrôle continu



MONDIALISATION ET TRANSCULTURALITÉS

GLOBALIZATION AND TRANSCULTURAL ISSUES

Responsable(s): Cécile LACOIN

| Cours : 28.0 | TD : 0.0 | TP : 0.0 | Autonomie : 4.0 | BE : 0.0 | Projet : 0.0 | Langue du cours : FR

Objectifs de la formation

La mondialisation bouleverse notre époque. Nous travaillons avec des collaborateurs d'autres cultures ; les entreprises multiplient leurs échanges, elles se délocalisent et se relocalisent ; les films, séries et spectacles sportifs rencontrent un public mondial. Sous l'apparente uniformisation qu'apporte la mondialisation, s'affirment des différences locales, qui continuent à ancrer les processus économiques et sociaux dans des terrains culturels. Ainsi, la mondialisation se caractérise par un processus de "glocalisation". En analysant non pas la mondialisation mais les mondialisations (ce phénomène n'est pas nouveau et il est multiple) à travers plusieurs thèmes (économie, nature, culture, langages, corps...), ce module forme les étudiants au dialogue

Mots-clés : Mondialisation, glocalisation, transculturalité, économie, travail, nature, corps, culture, modernité, langages

Programme

Le cours présente des concepts et des méthodes pour analyser les phénomènes de mondialisation actuels en les mettant en perspective. A partir de là, il étudie des thématiques spécifiques, afin de comprendre les enjeux culturels qui les sous-tendent : les différentes mondialisations au cours de l'histoire ; la diversité des capitalismes et des rapports au travail ; les transformations des corps et des échanges entre individus ; les conceptions variables de la nature ; les industries

Compétences

- Comprendre les phénomènes de mondialisation en cours et leurs enjeux.
- Développer l'esprit critique des étudiants et la prise de recul par rapport à leur propre culture.
- Favoriser la compréhension des différences entre cultures et de leurs interactions.
- Développer la capacité d'interagir avec des personnes d'autres cultures.

Travail en autonomie

Objectifs : Le travail en autonomie est réalisé en groupes d'environ 3 élèves. En lien avec la visite au musée des Beaux-Arts, chaque groupe choisit un thème et/ou des œuvres et réalise un exposé puis un rapport.

Méthodes : Les étudiants assistent à une visite commentée du Musée des Beaux-Arts de Lyon. Autour d'une thématique, ils choisissent des œuvres de cultures différentes qu'ils mettent en

Bibliographie

Appadurai, Arjun. , *CONDITION DE L'HOMME GLOBAL*, PAYOT, 2013
Legendre, Pierre. *TOUR DU MONDE DES CONCEPTS*, FAYARD, 2013
Sauquet Bernard, Vielajus Martin *L'INTELLIGENCE INTERCULTURELLE*, Charles Leopold Mayer, 2014

Contrôle des connaissances

50% savoir - 50% savoir-faire
savoir : 50% Examen terminal - 50% contrôle continu
savoir-faire : 50% Examen terminal - 50% contrôle continu



OPTIQUE ET PHOTONIQUE POUR L'INGÉNIEUR

OPTICAL METHODS

Responsable(s): Emmanuel DROUARD, Christelle MONAT

| Cours : 14.0 | TD : 6.0 | TP : 4.0 | Autonomie : 4.0 | BE : 4.0 | Projet : 0.0 | Langue du cours : MI

Objectifs de la formation

L'essor récent des méthodes optiques dans divers domaines s'explique par les avantages intrinsèques de ces méthodes (grandes résolutions spatiale et temporelle, mesure ponctuelle ou globale, méthode sans contact...) et par les progrès récents réalisés en photonique. Les applications couvrent un large champ de domaines industriels et de recherche : l'automobile, l'aéronautique, la santé, l'environnement... Ce cours a pour objectif de donner les éléments nécessaires à la compréhension des technologies optiques les plus utilisées.

Mots-clés : Méthodes télémétriques, interférométriques, technologies infrarouges, traitement optique des matériaux

Programme

Introduction : grands domaines de l'optique
Cohérence spatio-temporelle, applications à la métrologie
Notions de photométrie
Phénomènes de bruit dans les détecteurs
Applications à la mesure (principes) : télémétrie, vélocimétrie, interférométrie
Applications des lasers au traitement des matériaux
TD: Holographie, télémétrie, capteur interférométrique, application des lasers au traitement des matériaux
4 TP d'1h: holographie, vibrométrie, spectrométrie FTIR, anémométrie laser

Compétences

- Savoir choisir et mettre en œuvre le formalisme optique pertinent (géométrique, ondulatoire, électromagnétique, photométrique...) approprié
- Être capable d'identifier les différents composants d'une chaîne de mesure optique
- Savoir choisir une méthode de mesure ou de traitement optique
- Identifier les causes du bruit dans un détecteur optique

Travail en autonomie

Objectifs : Appréhender de façon approfondie une technologie optique particulière

Méthodes : Problem based learning : brainstorming (2h), préparation d'exposé et séance de restitution.

Bibliographie

B.E. A . Saleh, M. C. Teich, *FUNDAMENTAL OF PHOTONICS*, Wiley, 2007
R. Farcy *APPLICATIONS DES LASERS*, Masson, 1993
D. Schuöcker *ENGINEERING LASERS AND THEIR APPLICATIONS, HANDBOOK OF THE EUROLASER ACADEMY, VOLUME 1 & 2*, Springer, 1998

Contrôle des connaissances

Note finale = 60% Savoir + 40% Savoir-faire
Savoir 60% = 100 % Examen final (test écrit)
Savoir faire 40% = 100% Présentation orale finale



ORDRE, CHAOS, FRACTALES

CHAOS AND FRACTALS

Responsable(s): **Christophe BAILLY, Didier DRAGNA**

| Cours : 22.0 | TD : 0.0 | TP : 0.0 | Autonomie : 10.0 | BE : 0.0 | Projet : 0.0 | Langue du cours : MI

Objectifs de la formation

Le concept de chaos déterministe a profondément changé la façon dont nous abordons la modélisation de nombreux problèmes. Le problème des trois corps de Poincaré en mécanique céleste et les travaux de Lorenz en météorologie en sont deux exemples emblématiques désormais célèbres. Le cours introduit les principales idées et notions théoriques utilisées pour décrire le comportement de ces systèmes dynamiques chaotiques et non linéaires. Un petit nombre de degrés de liberté effectifs est très souvent suffisant pour observer le chaos, ce qui permet une analyse mathématique plus accessible. Le domaine d'application était historiquement plutôt celui de la mécanique, mais tous les domaines de la physique et même au-delà (biologie, médecine, économie,

Mots-clés : Systèmes dynamiques, stabilité, bifurcations, cycle limite, attracteur étrange, chaos, dimensions fractales, exposants de Lyapunov, contrôle, identification et reconstruction

Programme

1-Introduction aux systèmes dynamiques. 2-Stabilité des équilibres: Lyapunov, points fixes, cycles limites, théorème de Poincaré-Bendixon, bifurcations canoniques, attracteur. 3-Fractales: introduction, génération, percolation, dimensions. 4-Sensibilité aux conditions initiales: introduction, exposants de Lyapunov pour les cartes, exposants de Lyapunov pour les systèmes dynamiques, prédiction à un horizon temporel long. 5-Chaos hamiltonien: illustration en mécanique céleste; quelques propriétés des systèmes hamiltoniens, résonances, théorème KAM, stabilité du système solaire. 6-Contrôle du chaos: motivation, algorithmes et illustrations. 7-Identification et reconstruction à partir de séries temporelles.

Compétences

- Connaître les concepts fondamentaux pour l'étude des systèmes dynamiques
- S'appropriier ces concepts à travers des études de cas numériques simples
- Être capable d'expliquer le comportement des systèmes dynamiques non linéaires

Travail en autonomie

Objectifs : Maîtriser les concepts du cours en résolvant des études de cas (à réaliser sous Matlab ou Python). Études de cas: oscillateur de van der Pol, modèle proies-prédateurs, fractales de Newton, jeu du chaos, ensembles de Julia et Mandelbrot, application logistique et théorème de Sharkovsky,...

Méthodes : ... attracteur étrange d'Hénon, attracteur de Lorenz (météorologie, synchronisation et cryptage), attracteur de Rössler, mélange chaotique, problème restreint des trois corps, attracteur d'Hénon, reconstruction des systèmes de Lorenz et de Rössler, application en médecine.

Bibliographie

Strogatz, S.H., *NONLINEAR DYNAMICS AND CHAOS (2ND EDITION)*, Westview Press, 2015
Alligood, K., Sauer, T., Yorke, J. *CHAOS: AN INTRODUCTION TO DYNAMICAL SYSTEMS*, Springer, 1996
Ott, E. *CHAOS IN DYNAMICAL SYSTEMS*, Cambridge University Press, 1993

Contrôle des connaissances

Note = 50% savoir + 50% savoir-faire
Note de savoir = 40% examen terminal + 60% contrôle continue
Note de savoir-faire = 40% examen terminal + 60% contrôle continue



PHILOSOPHIE DES SCIENCES ET TECHNIQUES

PHILOSOPHY OF THE SCIENCES AND THE TECHNIQUES

Responsable(s): Romain SAUZET

| Cours : 28.0 | TD : 0.0 | TP : 0.0 | Autonomie : 4.0 | BE : 0.0 | Projet : 0.0 | Langue du cours : FR

Objectifs de la formation

Ce cours a pour objectif de préciser la nature des activités scientifiques et technologiques, c'est-à-dire les normes qui les gouvernent tout autant que les tensions qui les animent, pour mieux comprendre leurs impacts sur les sociétés et les différents environnements. Les séances traiteront des questions fondamentales en philosophie des sciences (le changement dans la science ; la confiance ; la dimension collective de la science ; le rôle des valeurs dans la science, etc.), afin de mieux étudier tant des problèmes généraux du monde de la technique et de la technologie (la technoscience, l'évolution technologique, etc.) que des objets problématiques précis (Big Data ; Nanotechnologies ; etc.).

Mots-clés : Science, Techniques, Technologie, Théorie de la connaissance, Objets techniques

Programme

- Sciences et techniques?
- Qu'est-ce que la connaissance? Le changement dans la connaissance.
- Problèmes généraux de philosophie des sciences
- La dimension collective de la science
- La science en action
- Anthropologie des techniques
- L'évolution technique : la technique et le vivant
- Big Data / IA / Guerre et technologie.

Compétences

- Comprendre les enjeux de l'activité scientifique
- Comprendre l'évolution scientifique
- Comprendre les entrelacements entre la recherche scientifique et la recherche technologique
- Mobiliser les concepts philosophiques pour analyser des cas particuliers

Travail en autonomie

Objectifs : Cette activité n'est pas concernée par des activités d'autonomie cadrées en dehors du travail personnel.

Méthodes : Cette activité n'est pas concernée par des activités d'autonomie cadrées en dehors du travail personnel.

Bibliographie

Alan Chalmers, *QU'EST-CE QUE LA SCIENCE?*, Livres de Poche, 1987
Barberousse A., Kistler M., Ludwig P. *LA PHILOSOPHIE DES SCIENCES AU XXIÈME SIÈCLE*, Flammarion, 2000
Séries, Jean-Pierre *LA TECHNIQUE*, PUF, 2013

Contrôle des connaissances

Note = 100% savoir
Note de savoir = 60% examen terminal + 40% contrôle continu



PHYSICO-CHIMIE DES SURFACES ET DES INTERFACES

PHYSICAL CHEMISTRY OF SURFACES AND INTERFACES

Responsable(s): Denis MAZUYER, Juliette CAYER-BARRIOZ

| Cours : 8.0 | TD : 8.0 | TP : 0.0 | Autonomie : 4.0 | BE : 8.0 | Projet : 4.0 | Langue du cours : MI

Objectifs de la formation

Ce cours aborde les propriétés physiques et chimiques des surfaces et d'interfaces, liquides ou solides. À partir d'une introduction unifiée des forces intermoléculaires, on présente une description physique de l'état liquide et de systèmes complexes où la matière est dans un état très divisé tels que les agrégats de surfactants, les solutions ou les suspensions, avec des rapports surface/volume élevés. Le contrôle de ces interfaces à l'échelle moléculaire est nécessaire pour optimiser leurs procédés d'élaboration et leurs fonctions, dans domaines allant de la biotechnologie au génie civil. Ces concepts seront appliqués à des objets comme les tissus vivants, les cosmétiques, les peintures et des procédés tels que l'enduction, la détergence ou le ciblage thérapeutique.

Mots-clés : Energie de surface, forces intermoléculaires, interfaces, mouillage, colloïdes

Programme

- I. Forces intermoléculaires et forces de surfaces : Forces de polarisation et de van der Waals, Forces de solvation, Couche double électrique (DLVO)
- II. Interfaces solide/liquide : Énergie de surface, tension interfaciale et adhésion, Mouillage et capillarité, Films minces liquides
- III. Phénomènes d'adsorption et modification de surfaces : Systèmes moléculaires auto-assemblés et film de Langmuir, Polymères aux interfaces
- IV. Micelles, émulsions et mousses : Surfactants et systèmes micellaires, Stabilité colloïdale, Écoulements, structure moléculaires et leurs interactions

Compétences

- Maîtriser les notions d'adhésion et d'énergie de surface
- Connaître et appliquer les principales forces intermoléculaires, les lois de mouillage, de capillarité et d'adsorption
- Être capable de mettre en œuvre une démarche de conception des milieux colloïdaux et d'analyse de leurs propriétés

Travail en autonomie

Objectifs : Approfondir et faire des liens entre les concepts abordés en cours et appréhender des nouveaux savoirs non traités en cours

Méthodes : Méthodes d'apprentissage par problème, étude de cas et exposés

Bibliographie

- J.N. Israelachvili, *INTERMOLECULAR FORCES*, Elsevier, 2011
H.-J. Butt, K. Graf, M. KappL *PHYSICS AND CHEMISTRY OF INTERFACES*, Wiley, 2006
P.-G. De Gennes, F. Borchard-Wyart, D. Quéré *GOUTTES, BULLES, ONDES ET PERLES*, Belin, 2005

Contrôle des connaissances

Note = 50% savoir + 50% savoir-faire

Note de savoir = 100% examen terminal



PRODUCTION ET DISTRIBUTION DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE *ELECTRICAL ENERGY*

Responsable(s): Loris PACE, N'Gnui Thomas AKA

| Cours : 0.0 | TD : 0.0 | TP : 0.0 | Autonomie : 0.0 | BE : 0.0 | Projet : 0.0 | Langue du cours : FR

Objectifs de la formation

***** cours fermé en 2022-223 *****

Mots-clés :

Programme

Compétences

Travail en autonomie

Objectifs :

Méthodes :

Bibliographie

Contrôle des connaissances



PROGRAMMATION DES INTERFACES GRAPHIQUES EN C++

PROGRAMMING OF GRAPHIC INTERFACE

Responsable(s): Emmanuel DELLANDREA, Stéphane DERRODE

| Cours : 8 | TD : 8 | TP : 8 | Autonomie : 8.0 | BE : 0.0 | Projet : 0.0 | Langue du cours : FR

Objectifs de la formation

L'objectif est d'apporter aux étudiants des compétences avancées en programmation orientée objet (POO), par le biais de la programmation des interfaces graphiques en C++. Cette action de formation permettra

- d'approfondir les notions d'héritage, de polymorphisme, ou de gestion des exceptions, et leur mise en C++.
- d'aborder de nouveaux concepts de POO (événements, classe générique, surcharge des opérateurs...);
- d'introduire des méthodes et outils de « bonnes pratiques » de développement, comme la programmation par tests, la gestion de version des codes ou la documentation des sources.

L'enseignement se fera aussi sous forme de tutoriaux permettant à l'élève d'accumuler progressivement, par

Mots-clés : Programmation orientée objet, Interfaces graphiques, langage C++, QT Designer.

Programme

- Cours #1 (2h) : Les spécificités de la programmation en C/C++
- Cours #2 (2h) : C++ avancé (1)
- Cours #3 (2h) : C++ avancé (2)
- Cours #4 (2h) : C++ avancé et programmation événementielle (3)

- TD #1 (2h) : Initiation à la programmation C/C++
- TD #2 (2h) : Bases de la programmation C++
- TD #3 (2h) : Opérateurs et généricité
- TD #4 (2h) : Héritage et exceptions

Compétences

- Créer un programme reposant sur une interface graphique (avec QT)
- Concevoir des programmes propres, robustes et documentés
- Travailler en groupe sur le même projet, grâce à une plateforme collaborative type Github

Travail en autonomie

Objectifs : Le travail en autonomie consistera à réaliser, en binôme, un mini-jeu avec une interface graphique (Araignée, 2048, ...).

Méthodes : Chaque binôme travaillera sur une plateforme de développement collaborative (type Github), permettant le partage de sources et la gestion collaborative.

Bibliographie

Frédéric Drouillon, *DU C AU C++, DE LA PROGRAMMATION PROCÉDURALE À L'OBJET (2IÈME ÉDITION)*, ENI editions, 2014
Claude Delannoy *PROGRAMMER EN C++ MODERNE: DE C++11 À C++20*, Eyrolles editions, 2019
Brice-Arnaud Guérin et Tristan Israël *C++ ET QT5, DÉVELOPPEZ DES APPLICATIONS PROFESSIONNELLES*, ENI editions, 2019

Contrôle des connaissances

Note = 50% savoir + 50% savoir-faire

Note de savoir = Examen terminal



PROPULSEURS AÉRONAUTIQUES

AIRCRAFT TURBOJETS

Responsable(s): **Xavier OTTAVY, Pierre DUQUESNE**

| Cours : 10.0 | TD : 4.0 | TP : 4.0 | Autonomie : 10.0 | BE : 4.0 | Projet : 0.0 | Langue du cours : AN

Objectifs de la formation

Ce cours a plusieurs objectifs :

- apporter les notions complémentaires d'aéroénergétique dans le cadre des écoulements compressibles en systèmes ouverts, essentielles pour la compréhension et l'étude des performances d'un propulseur aéronautique
- inventorier et classer les différentes formes de propulseurs (turboréacteur, turbosoufflante, turbopropulseur...), en fonction de leur domaine d'application (domaine de vol, type d'avion...)

Mots-clés : aéroénergétique, écoulements compressibles, turboréacteur, turbofan, turbopropulseur, poussée, performances

Programme

- Aérodynamique des écoulements compressibles quasi-unidimensionnels stationnaires (quantification et effet des échanges de travail, des échanges de chaleur et des frottements de nature visqueuse)
- Compléments d'aérodynamique des systèmes ouverts (bilans d'énergie, travail utile, variables d'arrêt...).
- Caractérisation des éléments compresseurs et turbines (énergies échangées, rendements, courbes caractéristiques de performance, tenue mécanique, comportement vibratoire, matériaux).
- Caractérisation aéro-mécanique des autres composants (chambres, échangeurs,

Compétences

- Comprendre le fonctionnement des composants d'un turboréacteur (compresseur, turbine, chambre de combustion, tuyère,...)
- Comprendre et analyser le cycle thermodynamique d'un turboréacteur
- Savoir calculer les performances d'un turboréacteur (poussée, consommation, rendement, ...)
- Connaître les enjeux scientifiques intervenant dans la conception des turboréacteurs du futur.

Travail en autonomie

Objectifs : Calculer les performances d'un turbofan pour 2 points de fonctionnement (décollage et croisière)

Méthodes : Calcul des performances d'un turbofan en séances de BE (50% en autonomie), aidé d'un TP sur l'étude d'un mini-turboréacteur.

Bibliographie

Contrôle des connaissances



PROTOTYPAGE RAPIDE PAR FABLAB

FABLAB PRACTICES

Responsable(s): David NAVARRO, Bertrand HOUX

| Cours : 14.0 | TD : 0.0 | TP : 0.0 | Autonomie : 0.0 | BE : 18.0 | Projet : 0.0 | Langue du cours : FR

Objectifs de la formation

L'objectif de cours est de permettre aux élèves-ingénieurs de se familiariser avec la notion de "l'open hardware " dans le domaine de l'électronique embarquée, de maîtriser les outils de fabrication numérique d'un fablab (imprimante 3D, découpe laser, systèmes électroniques Arduino) et d'apprendre à créer rapidement des prototypes physiques dans une approche du Do It Yourself (DIY).

Ce module permet de proposer aux élèves Centraliens les ressources du fablab. Ils peuvent ainsi se familiariser avec les machines et l'esprit d'innovation et d'entrepreneuriat lié à cet environnement.

Mots-clés : Fablab, Makers, Di It Yourself, Do It With Others, Arduino, Innovation ouverte

Programme

Ce module comprend une série de cours magistraux et de séances de bureaux d'études en mode projet. Les séances seront développées autour des thématiques suivantes:

- Fablab : définition, historique, outils
- Conception de systèmes électroniques
- Intro aux outils Fablab (impression 3D, découpe laser, fraiseuse ...)
- Prototypage rapide : projet

Compétences

- Maîtriser l'Open Hardware, se familiariser avec les méthodes de prototypage rapide.
- Savoir manipuler les outils de la troisième révolution industrielle
- Maîtriser les méthodes de travail collaboratif expérimental

Travail en autonomie

Objectifs : Le travail en autonomie vise à développer l'appropriation des méthodes de conception et de réalisation d'objets connectés.

Méthodes : Travail en groupe, développement d'un produit connecté en appui sur le fablab.

Bibliographie

Eychenne Fabien, *FAB LAB : L'AVANT-GARDE DE LA NOUVELLE RÉVOLUTION INDUSTRIELLE*, FYP EDITIONS, 2012
Joshua Noble *PROGRAMMING INTERACTIVITY: A DESIGNER'S GUIDE TO PROCESSING, ARDUINO, AND OPENFRAMEWORK*, O'Reilly, 2012

Contrôle des connaissances

Savoir = 10 % rapport individuel
Savoir-Faire = 90% rapport de groupe



SAVOIR CHOISIR UN MATÉRIAU

SELECTION OF MATERIALS

Responsable(s): Vincent FRIDRICI

| Cours : 14.0 | TD : 2.0 | TP : 0.0 | Autonomie : 4.0 | BE : 4.0 | Projet : 8.0 | Langue du cours : AN

Objectifs de la formation

Les objectifs de cette AF sont de fournir aux étudiants des apports méthodologiques sur le choix des matériaux. Cela passe par une bonne connaissance des propriétés des matériaux (quelques rappels de tronc commun sont effectués) et par la mise en place de critères de sélection, appliqués sur une base de données de matériaux. Le logiciel Granta EduPack de choix de matériaux sera présenté et utilisé.

Le cours sera complété par des exposés d'intervenants du monde industriel sur le choix des matériaux en lien avec le design, l'analyse de cycle de vie et l'impact environnemental des produits et matériaux.

Un travail en autonomie en groupe sera réalisé sur un sujet choisi par les étudiants.

Mots-clés : matériaux, sélection, méthodologie de choix, logiciel Granta EduPack

Programme

- méthodologie de sélection de matériaux
- critères de choix et logiciel de sélection de matériaux
- analyses synthétiques des grandes familles de matériaux et de leurs propriétés
- analyse de cycle de vie et impact environnemental
- développement de cas concrets industriels choisis dans des domaines d'activité mettant en œuvre un éventail assez large de matériaux : métaux et alliages, polymères et composites, céramiques
- des séances sont également consacrées à la restitution des travaux réalisés par les étudiants en autonomie sur des sujets en rapport avec les matériaux et leur place dans le

Compétences

- savoir choisir un matériau : établissement et analyse du cahier des charges, élaboration de critères, recherche de matériaux et analyse critique des résultats
- utiliser et approfondir les connaissances acquises en tronc commun
- collecter et analyser de l'information avec logique et méthode
- savoir restituer à l'oral et à l'écrit un travail réalisé en autonomie et en groupe

Travail en autonomie

Objectifs : - mettre en œuvre une démarche de choix de matériau pour une application donnée
- approfondir l'étude des propriétés des matériaux

Méthodes : Travail en trinôme : étude bibliographique, analyse d'un cahier des charges, utilisation du logiciel Granta EduPack...
Remise d'un rapport et exposé oral

Bibliographie

M. Ashby, *CHOIX DES MATÉRIAUX EN CONCEPTION MÉCANIQUE*, Dunod, 2012
M. Colombié *MATÉRIAUX MÉTALLIQUES*, Dunod, 2000
M. Ashby *MATÉRIAUX ET ENVIRONNEMENT : CHOIX ÉCO-RESPONSABLE EN CONCEPTION*, Dunod, 2011

Contrôle des connaissances

Note = 30% savoir + 70% savoir-faire
Note de savoir = 100% examen terminal
Note de savoir-faire = 100% contrôle continu



SIMULATION MULTIPHYSIQUE EN CONCEPTION MÉCANIQUE

MULTIPHYSICS SIMULATION IN MECHANICAL DESIGN

Responsable(s): **Sebastien BESSET, Manuel COLLET**

| Cours : 14.0 | TD : 0.0 | TP : 0.0 | Autonomie : 6.0 | BE : 12.0 | Projet : 0.0 | Langue du cours : FR

Objectifs de la formation

L'objectif de l'enseignement est de présenter les formulations et les méthodes de discrétisation capables de simuler des problèmes couplés. Dans ce but, les formulations intégrales et variationnelles, adaptées aux milieux fluides et solides, seront analysées et mises en complémentarité. Des mises en œuvre numériques sur des exemples concrets seront effectuées dans le cadre de 3 BE. Le couplage fluide-structure, avec et sans écoulement,

Mots-clés : multiphysique, discrétisation, couplage, formulation intégrale

Programme

1/ Discrétisation des problèmes

Cas des milieux sans écoulement : Formulations intégrales ; Formulations variationnelles.

Cas des fluides en écoulement : Volumes finis, Formulations variationnelles.

2/ Couplage fluide-structure

Vibro-acoustique des structures couplées à un fluide compressible et non compressible.

Calcul du comportement des structures soumises à un écoulement fluide.

3/ Couplage thermo-mécanique

Formulation des problèmes thermo-mécaniques

Calcul des comportements stationnaires et transitoires. Application au système de

Compétences

- Comprendre la complexité d'un problème multiphysique
- Savoir formuler un couplage entre deux physiques
- Connaître les outils adaptés à la résolution d'un problème multiphysique
- Savoir analyser et critiquer les résultats de la résolution

Travail en autonomie

Objectifs : Cette activité n'est pas concernée par des activités d'autonomie cadrées en dehors du travail personnel.

Méthodes : Cette activité n'est pas concernée par des activités d'autonomie cadrées en dehors du travail personnel.

Bibliographie

F. Brezzi & M. Fortin, *MIXED AND HYBRID FINITE ELEMENT METHODS*.

C.A. Bredia, S. Kim, T.A. Osswald & H. Power *BOUNDARY ELEMENTS XVII*.

Klauss J. Bathe *FINITE ELEMENT PROCEDURES IN ENGINEERING ANALYSIS*.

Contrôle des connaissances

Note = 50% savoir + 50% savoir-faire

Note de savoir = 100% examen terminal

Note de savoir-faire = 100% contrôle continu,



SOCIOLOGIE DES COMPORTEMENTS POLITIQUES

POLITICAL SOCIOLOGY

Responsable(s): **Nicolas HOURCADE**

| Cours : 32.0 | TD : 0.0 | TP : 0.0 | Autonomie : 0.0 | BE : 0.0 | Projet : 0.0 | Langue du cours : FR

Objectifs de la formation

Ce cours permet aux élèves d'appliquer et d'approfondir les méthodes et les modes de raisonnement de la sociologie appréhendés dans l'UE SHS au semestre 7, en traitant du thème des comportements politiques.

Le module présente les principaux objets, méthodes et théories de la sociologie des comportements politiques. Sa problématique s'organise autour des interrogations suivantes : Quels sont les comportements politiques qui s'expriment dans les sociétés occidentales contemporaines ? Comment peuvent-ils être analysés ? En quoi les modes de participation politique sont-ils liés, d'une part au contexte historique, d'autre part (et corrélativement) aux caractéristiques sociales des individus ?

Mots-clés : Sociologie, politique, comportements politiques, espace politique, participation politique, action collective, mouvements sociaux, violence politique, sondages, médias...

Programme

Après avoir défini la notion de comportement politique, le cours étudie les comportements dits "conventionnels", liés au processus électoral, en présentant les principales théories et en analysant des questions d'actualité comme l'orientation du vote, l'abstention ou les transformations du champ politique. Puis il se penche sur les comportements dits "non conventionnels" et s'intéresse à l'action collective et aux mouvements sociaux, en croisant là aussi outils théoriques et analyse de sujets d'actualité. Enfin, quelques thèmes sont approfondis, en fonction notamment de l'actualité. Pour suivre ce module, une bonne maîtrise du français est nécessaire.

Compétences

- Découvrir les champs d'étude de la sociologie politique.
- Acquérir des méthodes et des outils théoriques pour analyser les comportements politiques.
- Acquérir des connaissances solides sur des phénomènes politiques actuels.
- Comprendre et analyser des textes de sciences sociales et des documents d'actualité.

Travail en autonomie

Objectifs : Un travail en autonomie est mené entre les séances. Il est effectué en groupe et consiste à faire une courte synthèse bibliographique sur un sujet imposé par l'enseignant ou choisi par le groupe. Plusieurs notes d'autonomie devront être réalisées pendant le module.

Méthodes : Des consignes seront données par l'enseignant pour la réalisation du travail en autonomie. Les retours effectués sur la première note devraient permettre aux élèves d'améliorer les suivantes.

Bibliographie

Jean-Yves DORMAGEN et Daniel MOUCHARD, *INTRODUCTION À LA SOCIOLOGIE POLITIQUE*, De Boeck, 2019
Nonna MAYER *SOCIOLOGIE DES COMPORTEMENTS POLITIQUES*, Armand Colin, 2010
O. FILLIEULE, F. HAEGEL, C. HAMIDI et V. TIBERJ (dir.) *SOCIOLOGIE PLURIELLE DES COMPORTEMENTS POLITIQUES*, Presses de Sciences Po, 2017

Contrôle des connaissances

Note = 50% savoir + 50% savoir-faire
Note de savoir = 100% contrôle terminal
Note de savoir-faire = 100% contrôle continu



SPACE PHYSICS AND SOLAR-TERRESTRIAL COUPLING

SPACE PHYSICS AND SOLAR-TERRESTRIAL COUPLING

Responsable(s): Raffaele MARINO, Christophe CORRE

| Cours : 26.0 | TD : 0.0 | TP : 0.0 | Autonomie : 0.0 | BE : 6.0 | Projet : 0.0 | Langue du cours : AN

Objectifs de la formation

L'ingénierie aérospatiale développe des technologies pour l'atmosphère et l'espace. La conception de véhicules, de systèmes de lancement et de charges utiles doit s'appuyer sur une compréhension profonde de ces environnements opérationnels. Le but principal du cours est de fournir une description détaillée de la physique de l'espace interplanétaire et des couches les plus hautes de l'atmosphère terrestre, ainsi que de décrire le couplage entre activité solaire et dynamique terrestre.

Le milieu interplanétaire et les hautes couches de l'atmosphère sont dans un état plasma et présentent un caractère fortement turbulent. Théorie et modélisation des plasmas spatiaux et de la turbulence

Mots-clés : plasmas spatiaux; turbulence liée au vent solaire; stratosphère, mésosphère et ionosphère; couplage Soleil-Terre; météorologie spatiale; missions spatiales et atmosphériques; modélisation numérique.

Programme

- Soleil et héliosphère: introduction à la physique spatiale.
- Premières explorations spatiales, conception de mission, observations in-situ et à distance.
- Plasmas spatiaux: principaux modèles de description du plasma, turbulence magnétohydrodynamique.
- Notions d'analyse statistique de données et de simulations numériques.
- Vent solaire: propriétés physiques et turbulence.
- Instruments de mesure (plasmas), mesures depuis vaisseaux et paramètres orbitaux, revue d'articles.

Compétences

- Acquérir une bonne connaissance de la physique des plasmas spatiaux et de la turbulence dans le milieu interplanétaire.
- Comprendre la dynamique de l'atmosphère intermédiaire et supérieure et le couplage avec l'activité solaire et le vent solaire.
- Acquérir des compétences en matière d'outils et de technologies de la recherche spatiale et atmosphérique (missions spatiales, ballons, modèles numériques...).
- Être capable d'identifier les points-clés et les résultats principaux d'un article de recherche et savoir comment mener une recherche bibliographique efficace.

Travail en autonomie

Objectifs : Etude d'articles scientifiques consacrés à l'un des sujets du cours ou développement de courts projets scientifiques.

Méthodes : Articles/projets seront étudiés/réalisés par monômes ou par groupes d'étudiants et un rapport final sera produit.

Bibliographie

M.G. Kivelson, C.T. Russell , *INTRODUCTION TO SPACE PHYSICS* , Cambridge University Press, 1995
M. Moldwin *AN INTRODUCTION TO SPACE WEATHER* , Cambridge University Press, 2008

Contrôle des connaissances

Note finale = 70% note de savoir, 30% note de savoir-faire
Note de savoir = 100% note d'examen
Note de savoir-faire = 100% note de projet



SURFACES, FRICTION, VIBRATIONS

MECHANICAL SYSTEMS AND CONTACTS

Responsable(s): Joël PERRET LIAUDET, Denis MAZUYER

| Cours : 12.0 | TD : 12.0 | TP : 0.0 | Autonomie : 0.0 | BE : 8.0 | Projet : 0.0 | Langue du cours : MI

Objectifs de la formation

Dans de nombreux systèmes mécaniques et mécanismes, la dynamique des contacts est souvent prépondérante pour garantir l'intégrité, l'efficacité énergétique et le respect environnemental. Concevoir ces systèmes reste complexe du fait des couplages entre réponse dynamique du système et comportement tribologique local à l'échelle des surfaces.

L'objectif de ce cours est d'apporter un éclairage pluridisciplinaire à ces problématiques. On fournira notamment des éléments de compréhension des principaux phénomènes mis en jeu (description des contacts lubrifiés, secs, en sollicitations normale, tangentielle, lois de frottements). Les problèmes vibroacoustiques qui

Mots-clés : Contact, mécanismes, tribologie, dynamique des systèmes, conception avancée

Programme

La formation s'articule sous la forme de cours/TD/BE autour des thèmes suivants :

- Aspect cinématique des systèmes d'entraînement par contact
- Théorie du contact, sec et lubrifié
- Dynamique du contact normal
- Instabilités de frottement

Compétences

- Comprendre les principaux concepts en dynamique des contacts
- Comprendre les notions fondamentales de la lubrification
- Etre capable de prédire les performances des mécanismes
- Etre capable de mettre une méthodologie de conception avancée de systèmes dynamique

Travail en autonomie

Objectifs : La formation est complétée d'une activité de groupe basé sur la résolution d'un problème qui permettra de mettre en perspective les concepts vus en cours. Cette activité concernera notamment l'étude du crissement dans le contexte d'un essuie glace.

Méthodes : Méthode d'apprentissage par problème

Bibliographie

K.L. Johnson, *CONTACT MECHANICS*, Cambridge University Press, 2001
V. L. Popov *CONTACT MECHANICS AND FRICTION*, Springer, 2010
A. Cameron *THE PRINCIPLES OF LUBRICATION*, John Wiley & Sons Inc, 1981

Contrôle des connaissances

Note = 25% savoir + 75% savoir-faire
Note de savoir = 100% examen terminal
Note de savoir-faire = 100% contrôle continu



SYSTÈMES AUTONOMES DE PRODUCTION (SAP)

DISCRETE EVENT SYSTEMS

Responsable(s): Emmanuel BOUTLEUX, Anton KORNIENKO

| Cours : 8.0 | TD : 4.0 | TP : 16.0 | Autonomie : 4.0 | BE : 0.0 | Projet : 0.0 | Langue du cours : FR

Objectifs de la formation

De nombreux processus industriels fonctionnent en temps discret en suivant des séquences d'opérations. Les chaînes de fabrication ou d'assemblage, les unités de production flexibles sont autant de systèmes à événements discrets dont le fonctionnement est régi par des automatismes logiques.

Dans ce contexte, il s'agit d'exploiter un cahier des charges afin d'aboutir à la synthèse de la partie commande du processus à automatiser. Aujourd'hui, l'automatisme industriel est essentiellement implanté au travers des automates programmables industriels.

L'autre objectif consiste à s'approprier un outil de modélisation de systèmes à événements discrets appelé

Mots-clés : Automatique, automates programmables, modélisation comportementale, GRAFCET, évaluation de performances

Programme

Les systèmes automatisés de production

- Décomposition partie commande – partie opérative d'un système à automatiser ;
- Exemples ;
- Comparaison Automatique discrète/Automatique continue ;

Synthèse de partie commande par API : le GRAFCET (langage de commande des API le plus répandu)

- Histoire du GRAFCET ;
- Principe et applications ;

Compétences

- Modéliser le comportement d'un système séquentiel
- Utiliser un modèle pour évaluer et comparer des performances
- Connaître un outil de programmation simple d'automate programmable
- Comprendre les particularités de fonctionnement des automates programmables

Travail en autonomie

Objectifs : Prendre en main une plate-forme de manipulation ou un logiciel de simulation de systèmes discrets gratuit

Méthodes : Etude de cas

Bibliographie

GENDREAU D., *7 FACETTES DU GRAFCET, APPROCHES PRATIQUES DE LA CONCEPTION À L'EXPLOITATION, PRATIQUES DE LA CONCEPTION À L'EXPLOITATION*, CEPADUES-Editions, 2000

MORENO, S/PEULOT *LE GRAFCET. CONCEPTION-IMPLANTATION*, CASTEILLA – TECHNIPLUS
DAVID, R/ALLA, *ADU GRAFCET AUX RÉSEAUX DE PETRI*, Hermès, 1992

Contrôle des connaissances

La note finale sera obtenue de la manière suivante : 50% note examen final individuel + 50% note moyenne des activités pratiques et de l'autonomie.



SYSTÈMES MÉCATRONIQUES INTELLIGENTS

SMART MECATRONICS SYSTEMS

Responsable(s): Manuel COLLET, Anton KORNIENKO, Cédric MARCHAND

| Cours : 14 | TD : 2 | TP : 4 | Autonomie : 4 | BE : 8.0 | Projet : 0.0 | Langue du cours : MI

Objectifs de la formation

Ces dernières années ont été marquées par le remplacement de systèmes mécaniques par des systèmes mécatroniques : des systèmes « intelligents » imbriquant étroitement des technologies mécaniques, électroniques, automatiques et informatiques en temps réel.

Si traditionnellement les systèmes mécatroniques sont des systèmes de très haute technologie comme les véhicules aéronautiques et spatiaux, ils ont pris une place importante dans des produits manufacturiers grand public. La conception des systèmes mécatroniques procède d'une démarche pluridisciplinaire à l'interaction entre la Mécanique et l'EEA.

Mots-clés : Mécatronique, Contrôle actif, vibrations, Commande fréquentielle.

Programme

1. Introduction à la Mécatronique (2h)
2. Systèmes mécaniques (4h)
3. Commande des systèmes mécaniques flexibles (4h)
4. Systèmes électroniques embarqués pour la mécatronique (4h)
5. Amortissement actif des structures (2h)
6. Mise en œuvre pratique (2 BE 4h + TP 4h)

Compétences

- Savoir identifier les différents sous-ensembles d'un système mécatronique.
- Connaître les principes et méthodes mis en œuvre dans le dimensionnement des sous-systèmes
- Être capable d'analyser les contraintes techniques croisées entre les différents sous-systèmes : performances/dimensionnement
- Être capable de donner les principaux éléments du cahier des charges d'un système mécatronique

Travail en autonomie

Objectifs : Développer un esprit critique et analyser un article scientifique sur un sujet concernant les systèmes mécatroniques intelligents.

Méthodes : Un rapport par binôme de 1-3 pages comportant une analyse critique de l'article est rendu avant le test final.

Bibliographie

Robert H. Bishop, *MECHATRONICS: AN INTRODUCTION*, CRC Press, 2005
A. Preumont *ACTIVE CONTROL OF STRUCTURES*, J. Wiley & Sons, 2008

Contrôle des connaissances

Note = 50% savoir + 50% savoir-faire
Note de savoir = 50% examen terminal + 50% contrôle continu
Note de savoir-faire = 0% examen terminal + 100% contrôle continu



THE PHYSICS AND MODELLING OF FREE SURFACE FLOWS

THE PHYSICS AND MODELLING OF FREE SURFACE FLOWS

Responsable(s): Didier DRAGNA, Richard PERKINS

| Cours : 0.0 | TD : 0.0 | TP : 0.0 | Autonomie : 0.0 | BE : 0.0 | Projet : 0.0 | Langue du cours : AN

Objectifs de la formation

L'objectif de ce cours est de présenter les différents types d'écoulements à surface libre (bulles, gouttes, écoulements réguliers et instationnaires dans un canal), les processus physiques qui déterminent l'écoulement et les façons dont l'écoulement peut être modélisé, à la fois analytiquement et numériquement. La plupart des sujets introduits dans ce cours seront étudiés en plus de détail, et approfondis, dans des cours de la 3ème année.

Mots-clés : Surface libre, tension superficielle, effets capillaires, équation de Bernoulli, Weber, Froude, ondes, solitons, Saint Venant, SPH

Programme

Introduction aux écoulements à surface libre : les situations dans lesquelles ils se produisent, les processus physiques impliqués et les échelles de temps et de longueur caractéristiques.

Bulles et gouttes : effets de tension superficielle et conditions aux limites associées, nombres adimensionnels et régimes d'écoulement, dynamique des bulles et des gouttes, effets interfaciaux

Écoulements en canal : nombres adimensionnels et régimes d'écoulement, écoulements stationnaires rapidement et graduellement variés, écoulements instationnaires - ondes de choc, ondes de crue, solitons et ondes de gravité.

Compétences

- Pour une situation donnée, l'élève sera capable d'identifier les nombres adimensionnels pertinents et les régimes d'écoulement qui leur sont associés.

- Pour une situation donnée, l'élève sera capable d'écrire les équations pertinentes qui régissent l'écoulement, ainsi que les conditions aux limites associées.

- L'élève sera capable de calculer les principales caractéristiques (profondeur et vitesse) d'un écoulement à surface libre dans un canal découvert.

- L'élève sera capable d'identifier le modèle numérique le mieux adapté pour un problème, et de définir les données nécessaires pour les conditions aux limites.

Travail en autonomie

Objectifs :

Méthodes :

Bibliographie

Clift, R., Grace, J.R. & Weber, M.E., *BUBBLES, DROPS AND PARTICLES*, Academic Press, 1978
Dean, R.G. & Dalrymple, R.A. *WATER WAVE MECHANICS FOR ENGINEERS AND SCIENTISTS*, World Scientific Publishing, 1991

Contrôle des connaissances

Examen de 2h : 40%
Compte rendu de TP et BE : 60%



THÉORIE DES PROBABILITÉS ET INTRODUCTION AUX PROCESSUS STOCHASTIQUES

PROBABILITY THEORY AND INTRODUCTION TO STOCHASTIC PROCESSES

Responsable(s): Marie-Christophette BLANCHET, Elisabeth MIRONESCU

| Cours : 16.0 | TD : 16.0 | TP : 0.0 | Autonomie : 0.0 | BE : 0.0 | Projet : 0.0 | Langue du cours : FR

Objectifs de la formation

Le cours pourra être dispensé en anglais si besoin.

Ce cours est un complément aux cours de mathématiques du semestre 5 et du semestre 7 pour les élèves désirant s'orienter vers des formations à forte composante mathématique en France ou à l'étranger. On introduit de façon rigoureuse des notions de théorie des probabilités faisant suite à celles introduites en S7 comme la fonction caractéristique, la loi du zéro ou un, les différents types de convergence.

Mots-clés : fonction caractéristique, processus gaussiens, espérance conditionnelle, martingales en temps discret

Programme

Fonctions Caractéristiques
Processus gaussiens
Suites aléatoires
Conditionnement, martingales et temps d'arrêt

Compétences

- modéliser des phénomènes aléatoire dépendant du temps (en discret)
- manipuler les outils avancés du calcul des probabilités
- s'approprier les notions nécessaire pour aborder le calcul stochastique (3A, M2)
- comprendre les théorèmes importants de probabilités et statistique (loi 0-1 de Kolmogorov, TLC, Cochran, Radon-Nikodym)

Travail en autonomie

Objectifs :

Méthodes : Travail préparatoire à la simulation numérique

Bibliographie

VALériE GirArdin Et nikoLAos Limnios , . *PROBABILITÉS EN VUE DES APPLICATIONS, TOMES I ET II*, Vuibert,, 2008
Williams FELLER *AN INTRODUCTION TO PROBABILITY THEORY AND ITS APPLICATIONS, 3RD EDITION.* , Willey, 1971

Contrôle des connaissances

Note = 100%de savoir
Note de savoir=max(examen final; 0.75*examen Final+0.25 Contrôle continu)



TRIBOLOGY AND BIO-INSPIRED SURFACE ENGINEERING

Responsable(s): Stéphane VALETTE

| Cours : 16 | TD : 8 | TP : 0.0 | Autonomie : 8 | BE : 0.0 | Projet : 0.0 | Langue du cours : AN

Objectifs de la formation

The objective of the course is to establish the relationships between surface functionality and surface morphology, in a biomimicry approach. In terms of surface functionality, the focus will be on the wettability and optical properties of natural textured surfaces. The course should develop knowledge in biomimicry and bio-inspiration of surfaces by offering a description of biological surfaces in terms of morphology and surface chemistry. The morphology and chemistry of plant and animal surfaces will be studied in detail. The morphology/chemistry/wettability relationships of these surfaces will be the focus of this training action. The physics of wetting and adhesion will be studied in detail. The different wettability models will be presented both

Mots-clés : biomimicry, bio-inspired surface, vegetal surface, animal surface, morphology, wetting, adhesion, structural color, adhesion, biodiversity, ecological transition

Programme

Physics of wetting and adhesion I
Physics of wetting and adhesion II
Physics of wetting and adhesion III
Physics of wetting and adhesion - Applications
Structures and functions of plant surfaces for biomimetic innovations
Structures and functions of animal surfaces for biomimetic innovations
Wetting of bio-inspired surfaces
Bibliographic review: bio-inspired super-hydrophobic surfaces
Biomimicry and optical properties: structural coloring

Compétences

- - Know the morphology of natural surfaces (plant and animal) - shapes, dimensions, multi-scale aspects
- - Know the main chemical compounds forming the surface of plant leaves or insect cuticles
- - Know the physical laws of wettability
- - Know how to establish the relationship between wettability and surface morphology - Know how to establish the relationship between structural coloration and surface morphology

Travail en autonomie

Objectifs : Preparation of exercises for training classes.
Bibliographic study of recent biomimicry and surface engineering publications: training in the scientific approach in the context of the ecological transition

Méthodes : Bibliographic study of recent publications, synthesis and oral presentation

Bibliographie

Eddie Y. K. Ng, Yuehao Luo, Eddie Yin-Kwee Ng, *BIO-INSPIRED SURFACES AND APPLICATIONS*, World Scientific, 2016
Edward Yu. Bormashenko *PHYSICS OF WETTING - PHENOMENA AND APPLICATIONS OF FLUIDS ON SURFACES*, De Gruyter, 2017
Robin H. A. Ras and Abraham Marmur *NON-WETTABLE SURFACES: THEORY, PREPARATION AND APPLICATIONS*, Royal Society of Chemistry, 2017

Contrôle des connaissances

Final mark = Knowledge mark = 70% final exam mark + 30% bibliographic assessment mark



VIVANT, INFORMATION ET SYSTÈME

LIFE, INFORMATION AND SYSTEM

Responsable(s): Julien HULLERY, Bénédicte LAFAY, Gérard SCORLETTI

| Cours : 12.0 | TD : 16.0 | TP : 0.0 | Autonomie : 4.0 | BE : 0.0 | Projet : 0.0 | Langue du cours : MI

Objectifs de la formation

Comprendre le vivant, ses formes, structure et organisation, son fonctionnement et sa variation, est indispensable pour appréhender le monde dont nous faisons partie et dont nous dépendons. De nombreuses propriétés du vivant n'apparaissent qu'au niveau du système biologique considéré dans sa globalité. De même, la notion d'information est au cœur des mécanismes d'adaptation, de reproduction et d'évolution. L'objectif de cet enseignement est de présenter la pertinence et le potentiel d'application de l'approche système et de la théorie de l'information à l'étude du vivant.

Mots-clés : Vivant, ADN, ARN, Réplication, Transcription, Évolution, Adaptation, Émergence, Théorie de l'information, Information génétique, Stockage, Codage, Transmission de l'information, Systèmes, Rétroaction, Régulation, Réseaux, Interconnexions

Programme

- I – Vivant
 - a) Fonctionnement du vivant
 - b) Notions d'information biologique
- II – Information
 - a) Théorie de l'information en biologie
 - b) Interactions et réseaux d'information
- III - Systèmes
 - a) Modèles dynamiques des systèmes vivants
 - b) La rétroaction

Compétences

- Analyser et connaître l'objet d'étude (le vivant)
- Identifier et formuler les questions et les enjeux propres à l'étude du vivant
- Appliquer l'approche systémique à l'analyse du fonctionnement du vivant (ingénierie inverse)
- Comprendre les enjeux de stockage, de codage et de transmission de l'information génétique

Travail en autonomie

Objectifs : Étude d'articles scientifiques à l'interface entre les trois aspects du cours

Méthodes : Chaque groupe, de 7 ou 8 élèves selon l'effectif, étudie un article différent. Un résumé graphique retraçant les enjeux et la démarche de l'article est demandé. Une présentation orale à l'ensemble des élèves est ensuite effectuée.

Bibliographie

Bertalanffy, L. v. , *GENERAL SYSTEM THEORY, FOUNDATIONS, DEVELOPMENT, APPLICATIONS*, George Braziller, New York., 1968
Shannon, C.E. *A MATHEMATICAL THEORY OF COMMUNICATION*, Bell System Technical Journal, 1948
Wiener, N. *CYBERNETICS OR CONTROL AND COMMUNICATION IN THE ANIMAL AND THE MACHINE*, MIT Press, 1948

Contrôle des connaissances

Note = 30% savoir + 70% savoir-faire
Note de savoir = 100% examen terminal
Note de savoir-faire = 100% contrôle continu