



UE Modules Ouverts Disciplinaires



ACOUSTIQUE ENVIRONNEMENTALE

ENVIRONMENTAL ACOUSTICS

Responsable(s): Marie Annick GALLAND, Didier DRAGNA, Marc JACOB

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

Objectifs de la formation

Le bruit est souvent considéré comme une des principales sources de nuisances. Il est donc essentiel voire obligatoire de prendre en compte les contraintes acoustiques dans de nombreux champs d'applications, tels que les bâtiments et les transports. Ce cours présente les notions de bases en acoustique particulièrement utiles aux ingénieurs travaillant dans ces secteurs d'activité : acoustique des salles, des locaux industriels ou des lieux publics, propagation sonore en milieu naturel ou urbain, méthodes et techniques pour réduire les niveaux sonores, qu'elles soient passives (écrans, cloisons, matériaux absorbants,...) ou actives (anti-bruit). Les aspects subjectifs sont également abordés avec les notions de perception, qualité sonore, gêne et nuisance.

Mots-clés : Acoustique, acoustique des salles, méthodes de réduction du bruit, propagation extérieure, perception

Programme

- I- Équations et modèles de base en acoustique
- II- Perception sonore : de l'échelle des déciBels aux nuisances
- III- Acoustique des salles : théorie modale and approche énergétique (théorie de Sabine, tracé de rayons, temps de réverbération, indices)
- IV- Méthodes de réduction du bruit : isolation acoustique (simples et doubles cloisons), écrans, matériaux absorbants, contrôle actif
- V- Propagation extérieure : effets du sol, des bâtiments, impact des conditions météo... ; cartographies acoustiques

Compétences

- Développer une approche cohérente pour établir un diagnostic en acoustique environnementale
- Construire un modèle simplifié
- Proposer une solution technique et évaluer ses performances et ses limites

Travail en autonomie

- Objectifs :** Activités pratiques :
- TP Acoustique des salles : mesure du temps de réverbération et des indices dans la salle de cinéma de l'école; simulation numérique avec le logiciel CATT-Acoustic.
 - TP Propagation extérieure : cartographie acoustique avec le logiciel

Méthodes :

Bibliographie

- A. Pierce, *ACOUSTICS, INTRODUCTION TO ITS PHYSICAL PRINCIPLES AND APPLICATIONS*, Mc Graw-Hill, 1981
- H. Kuttruff *ROOM ACOUSTICS*, Spon Press, 2000
- D. Bies *ENGINEERING NOISE CONTROL*, Spon Press, 2009

Contrôle des connaissances

examen écrit (50%) ; activités pratiques (50%)



ACOUSTIQUE GÉNÉRALE : SOURCES ACOUSTIQUES ET PROPAGATION DU SON

GENERAL ACOUSTICS : ACOUSTICS SOURCES AND SOUND PROPAGATION

Responsable(s): Vincent CLAIR, Didier DRAGNA, Marc JACOB

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

Objectifs de la formation

Ce cours d'acoustique avancé s'intéresse aux sources sonores et à leur propagation. Les principes fondamentaux de l'acoustique, tels que les équations linéaires de l'acoustique et l'évaluation quantitative du son sont présentés brièvement, avant de décrire les sources acoustiques ainsi que leur rayonnement en espace ouvert ou confiné de manière plus approfondie. Le son rayonné par des structures vibrantes ainsi que la propagation acoustique en milieu inhomogène sont aussi discutés. L'objectif du cours est de fournir un socle de connaissances théoriques nécessaire à l'appréhension d'un problème complexe de génération ou de rayonnement sonore. Ce cours fournit aussi une base aux étudiants qui seraient intéressés par des sous-

Mots-clés : Acoustique, onde sonore, sources acoustiques, rayonnement acoustique, acoustique en milieu guidé, son généré par des structures vibrantes, propagation en milieu inhomogène.

Programme

- I – Equations de l'acoustique linéaire (équation d'onde, énergie acoustique, ondes harmoniques)
- II – Ondes planes et sphériques, Conditions aux limites, Impédance de surface
- III – Niveaux acoustiques et analyse spectrale (Décibels, densité spectrale de puissance, pondérations)
- IV – Propagation acoustique en milieu guidé (modes de conduit, fréquences de coupure, modèles basse fréquence)
- V – Sources (sources élémentaires, fonction de Green, distribution de sources)
- VI – Rayonnement des structures vibrantes (équation intégrale de frontières, intégrale de

Compétences

- Comprendre la génération et le rayonnement du son dans des configurations classiques.
- Modéliser et résoudre un problème acoustique.
- Communiquer avec un expert en acoustique.
- Acquérir une base théorique afin d'approfondir un domaine spécialisé de l'acoustique.

Travail en autonomie

Objectifs :

Méthodes : Deux séances de travaux pratiques : 1) Mesure de la puissance acoustique d'une source en chambre anéchoïque et en chambre réverbérante. 2) Propagation en conduit à proximité d'un changement de section brusque.

Un bureau d'étude sur la localisation de sources avec un partenaire industriel

Bibliographie

- A. D. Pierce, *ACOUSTICS: AN INTRODUCTION TO ITS PHYSICAL PRINCIPLES AND APPLICATIONS*, The Acoustical Society of America, 1989
- L. E. Kinsler et al. *FUNDAMENTALS OF ACOUSTICS*, John Wiley & Sons, 1982
- D.T. Blackstock *FUNDAMENTALS OF PHYSICAL ACOUSTICS*, John Wiley & Sons, 2000

Contrôle des connaissances

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



AÉRODYNAMIQUE ET ENERGÉTIQUE DES TURBOMACHINES

FUNDAMENTALS OF TURBOMACHINES

Responsable(s): Alexis GIAUQUE, Pierre DUQUESNE

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

Objectifs de la formation

Le cours a essentiellement pour but de familiariser l'étudiant avec le fonctionnement et le calcul de l'écoulement dans une turbomachine. A partir des notions d'aérodynamique et de thermodynamique appliquées aux turbomachines, on détaillera les principaux outils permettant de dessiner une turbomachine, et plus précisément de déterminer la géométrie d'un compresseur axial répondant à un objectif de performance précis. Le travail pratique sur un banc d'essais de compresseur basse-vitesse permet de mesurer et d'analyser sur un cas concret les différents phénomènes étudiés en cours. Les bureaux d'études ont pour but de réaliser la conception d'un compresseur axial pour un cahier des charges

Mots-clés : turbomachine, compresseur, turbine, aérodynamique, énergétique, compressible

Programme

Fonctions et domaine d'application des turbomachines

Courbes caractéristiques et domaine d'utilisation (point nominal et plage de fonctionnement).

Application des formes intégrales des équations de la mécanique des fluides aux turbomachines.

Analyse aérothermodynamique mono-dimensionnelle : transformations réelles dans les turbomachines, quantification des pertes.

Analyse bidimensionnelle dans le plan circonférentiel : triangles de vitesse, critères de charges en compresseurs, corrélations.

Compétences

- comprendre le fonctionnement des turbomachines
- savoir concevoir un compresseur axial
- maîtriser l'aérodynamique compressible
- savoir analyser l'écoulement interne aux turbomachines

Travail en autonomie

Objectifs : Concevoir un compresseur axial compressible subsonique (complément des BE).
Ecrire le programme de conception aérodynamique du compresseur (matlab,...)

Méthodes :

Bibliographie

N. A. Cumpsty, *COMPRESSOR AERODYNAMICS*, Longman Scientific & Technical, 1989
D Japikse, N. C. Baines *INTRODUCTION TO TURBOMACHINERY*, Concepts ETI, 1987

Contrôle des connaissances

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



AÉRODYNAMIQUE EXTERNE

EXTERNAL AERODYNAMICS

Responsable(s): Jérôme BOUDET, Marc JACOB

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

Objectifs de la formation

Les surfaces portantes sont utilisées en aéronautique, mais également en automobile ou dans la production d'énergie (éolien). La conception aérodynamique de ces surfaces vise généralement à optimiser la force de portance, tout en minimisant la traînée. Les objectifs du cours sont:

- Comprendre et décrire les forces (portance et traînée) induites par un écoulement sur un corps.
- Identifier les paramètres associés.
- Formuler et appliquer des modèles d'écoulement utilisables en aérodynamique.
- Estimer la précision de ces modèles, du point de vue d'un concepteur.

Mots-clés : Portance, Traînée, Aéronautique, Automobile, Énergie, Surfaces portantes.

Programme

1. Dynamique du vol.
 2. Conception bidimensionnelle d'une aile. Approche potentielle et méthodes de singularités.
 3. Portance et effets 3D. Modèles : théories de la surface portante et de la ligne portante.
 4. Contrôle de la traînée.
 5. Effets de la compressibilité.
- TP : étude en soufflerie d'un profil d'aile, et comparaison à des simulations.
BE : exercices de modélisation.
BE : conception géométrique d'un profil d'aile répondant à un cahier des charges donné.

Compétences

- Exploiter les modèles de base de l'aérodynamique.
- Pré-dimensionner une surface portante en aérodynamique.
- Comprendre les principes élémentaires du vol d'un aéronef.

Travail en autonomie

Objectifs : Finalisation des études menées en TP et BE.

Méthodes :

Bibliographie

E.L. Houghton , P.W. Carpenter, *AERODYNAMICS FOR ENGINEERING STUDENT*, Butterworth-Heinemann, 2003
D.P. Raymer *AIRCRAFT DESIGN: A CONCEPTUAL APPROACH*, AIAA, 2012
B.W. McCormick *AERODYNAMICS, AERONAUTICS AND FLIGHT MECHANICS*, Wiley, 1994

Contrôle des connaissances

Note = 55% savoir + 45% savoir-faire
Note de savoir = 100% examen terminal
Note de savoir-faire = 100% contrôle continu (rapports TP et BE)



ALÉAS ET HÉTÉROGÉNÉITÉS DANS LES STRUCTURES

UNCERTAINTIES AND HETEROGENEITIES IN REAL STRUCTURES

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

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

Objectifs de la formation

Le TC de Mécanique des Solides envisage les matériaux constitutifs des structures comme des matériaux homogènes dont les caractéristiques mécaniques et physiques possèdent une valeur déterministe. Les actions ont été aussi envisagées comme étant des actions déterministes pour le dimensionnement des sections.

Or, les structures réelles sont souvent sujettes à des actions, qui par nature sont aléatoires ; ces structures sont fabriquées selon des procédés induisant une certaine variabilité des propriétés. Nous verrons dans ce cours comment prendre en compte cette réalité complexe dans une démarche de dimensionnement qui se doit de rester simple pour l'ingénieur.

Mots-clés : Dimensionnement des structures ; méthode semi-probabiliste ; Eurocodes ; sections hétérogènes ; béton armé

Programme

Partie 1 : Caractérisation statistique des sollicitations, des matériaux dans les modèles mécaniques, introduction à la fiabilité des structures, facteurs partiels de sécurité
Partie 2 : Compléments de mécanique des structures
Partie 3 : Sections hétérogènes et approche spécifique de leur dimensionnement, calcul à la rupture.

Compétences

- Identifier les aléas de chargement et les incertitudes liées aux matériaux et aux modèles dans une structure réelle (p. ex. ossature de bâtiment)
- Appliquer la démarche générale prévue par les Eurocodes (approche semi-probabiliste)
- Dimensionner un élément de structure ayant une section hétérogène, selon la méthode du calcul à la rupture

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.-A. Calgaro, *INTRODUCTION AUX EUROCODES : SÉCURITÉ DES CONSTRUCTIONS ET BASES DE LA THÉORIE DE LA FIABILITÉ*, Presses de l'École Nationale des Ponts et Chaussée, 1999
R. Park, T. Paulay *REINFORCED CONCRETE STRUCTURES*, John Wiley & Sons, 1975
Y. Sieffert *LE BÉTON ARMÉ SELON LES EUROCODES 2*, Dunod, 2010

Contrôle des connaissances

Note = 67% savoir + 33% savoir-faire
Note de savoir = 100% examen terminal + 0% contrôle continu
Note de savoir-faire = 0% examen terminal + 100% contrôle continu,



ANALYSE DES ASSEMBLAGES : GÉOMÉTRIE ET ARCHITECTURE

MECHANICAL ASSEMBLY: ARCHITECTURE AND GEOMETRY ANALYSES

Responsable(s): Didier LACOUR, Bertrand HOUX

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

Objectifs de la formation

Présenter les méthodes et outils d'analyse de la qualité géométrique des assemblages.

La maîtrise de l'architecture et de la géométrie des assemblages est un objectif industriel majeur. La qualité géométrique des pièces, l'architecture des assemblages peuvent avoir des répercussions directes sur la capacité d'assemblage du produit, mais aussi sur les prestations qu'il doit assurer.

Ce cours présente les méthodes modernes de simulation des assemblages en intégrant les défauts géométriques de leurs composants. Il identifie ainsi les concepts théoriques sur lesquelles ces méthodes se basent, afin de comprendre leurs domaines d'application et leurs limites.

Mots-clés : assemblage, architecture, spécifications géométriques, normes ISO GPS, tolérancement, métrologie, analyse d'influences, simulation assemblage, statistique

Programme

Quantification des spécifications et analyse de leurs influences sur l'assemblage (sensibilités) par torseurs de petits déplacements.
Approches statistiques, Monte-Carlo.
Méthodes de spécifications géométriques, matrice GPS (Geometrical Product Specification).
Algorithmes utilisés en métrologie tridimensionnelle (méthodes numériques d'association).

Compétences

- connaître les méthodes et outils d'analyse de la qualité géométrique des assemblages. écrire et interpréter des spécifications géométriques normalisées. analyser les influences et contributions sur un modèle concret. établir et mettre en œuvre une stratégie de contrôle tridimensionnelle.

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

Anselmetti B. - Lavoisier, 2010., *TOLÉRANCEMENT – VOLUMES 1 À 4.*, Hermès, 2010
Charpentier F. *MÉMENTO DE SPÉCIFICATION GÉOMÉTRIQUE DES PRODUITS – LES NORMES ISO-GPS.*, AFNOR, 2015
Bourdet P. & Mathieu L. *TOLÉRANCEMENT ET MÉTROLOGIE DIMENSIONNELLE.*, Cetim, 1999

Contrôle des connaissances

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



APPRENTISSAGE PROFOND & INTELLIGENCE ARTIFICIELLE : UNE INTRODUCTION

DEEP LEARNING & ARTIFICIAL INTELLIGENCE : AN INTRODUCTION

Responsable(s): Emmanuel DELLANDREA, Alberto BOSIO, Alexandre SAIDI, Céline

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

Objectifs de la formation

En permettant des percées jusqu'alors impensables dans un nombre croissant de domaines tels que la vision par ordinateur, le traitement de langues naturelles, la conduite autonome ou encore les jeux, l'apprentissage profond a révolutionné le domaine de l'intelligence artificielle devenue un des piliers majeurs de notre société. Dans ce cours, nous avons pour objectif d'introduire les concepts, les techniques et les outils de base de l'apprentissage profond

Mots-clés : Apprentissage profond, intelligence artificielle, apprentissage supervisé, apprentissage par renforcement, PyTorch

Programme

- Introduction à l'apprentissage automatique et à l'apprentissage profond
- Classification/régression et descente du gradient
- Graphes de calculs et rétro-propagation
- Apprentissage de réseaux de neurones profonds
- Réseaux de neurones convolutionnels (CNN)
- Architectures CNN
- Apprentissage par renforcement profond (acteur, critique, acteur-critique)
- Apprentissage profond embarqué

Compétences

- Comprendre les principes de l'apprentissage profond
- Maîtriser les techniques fondamentales pour l'apprentissage supervisé et l'apprentissage par renforcement.
- Etre capable de mettre en oeuvre une approche d'apprentissage profond avec le framework PyTorch

Travail en autonomie

Objectifs : Les principes de l'apprentissage profond introduits en cours seront mis en oeuvre lors des trois séances de BE en utilisant le framework PyTorch et une carte GPU pour les applications embarqués

Méthodes : Utilisation de PyTorch

Bibliographie

Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville., *DEEP LEARNING*, MIT Press, 2016
Bert Moons, Daniel Bankman, Marian Verhelst *EMBEDDED DEEP LEARNING ALGORITHMS, ARCHITECTURES AND CIRCUITS FOR ALWAYS-ON NEURAL NETWORK PROCESSING*, Springer, 2019
Richard S. Sutton, Andrew G. Barto. *REINFORCEMENT LEARNING: AN INTRODUCTION (2ND EDITION)*, MIT Press, 2018

Contrôle des connaissances

50% savoir , 50% savoir-faire



AUTOMATIQUE AVANCÉE

ADVANCED CONTROL

Responsable(s): Anton KORNIENKO, Xavier BOMBOIS

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

Objectifs de la formation

Les systèmes étant de plus en plus complexes, les cahiers des charges (CdC) serrés, la recherche du correcteur assurant le meilleur compromis entre des spécifications parfois contradictoires doit être vue comme un problème d'optimisation. La commande LQ/LQG est une solution efficace où le CdC est traduit sous la forme d'un critère représentant classiquement un compromis entre la performance dynamique et le coût pour l'atteindre. Supposant un modèle parfait du procédé, elle ne prend pas en compte les besoins actuels de robustesse. La commande H-infinie, généralisation de la commande fréquentielle classique, permet de pallier à cela. Ces 2 approches sont présentées ici en soulevant leurs points forts et faibles sur des exemples permettant

Mots-clés : Commande LQ/LQG, Commande H2, Commande robuste, Commande H-infinie, Commande multivariable.

Programme

Le cours commencera par un récapitulatif des méthodes classiques de commande et de leurs cahiers des charges. La méthode de synthèse LQ/LQG et sa généralisation (càd la commande H2) seront ensuite présentées. Nous nous intéresserons particulièrement aux spécifications additionnelles du cahier des charges qui peuvent être traitées avec cette méthode de commande ainsi qu'aux différentes manières de réaliser cette commande (approche entrée-sortie ou retour d'état avec observateur). Finalement, la deuxième méthode avancée de synthèse de correcteur (la commande H-infinie) sera présentée. Cette méthode permet de considérer un cahier des charges similaire à la méthode LQ/LQG, mais peut également traiter les problèmes de robustesse liée à l'incertitude du

Compétences

- Etre capable de spécifier un critère d'optimisation pour la commande LQ/LQG et la commande H-infinie à partir d'un cahier des charges.
- Etre capable de synthétiser un correcteur en utilisant une méthode de commande avancée.
- Etre capable d'analyser la boucle fermée obtenue et sa performance.

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

Alazard D., Cumer C., Apkarian P., Gauvrit M. et Ferreres G., *ROBUSTESSE ET COMMANDE OPTIMALE*, Cépaduès éditions, 1999
Kwakernaak H. *H2-OPTIMIZATION – THEORY AND APPLICATIONS TO ROBUST CONTROL DESIGN*, Annual Reviews in Control, 26 (1), pp. 45-56, 2002
Skogestad S. and Postlethwaite I. *MULTIVARIABLE FEEDBACK CONTROL, ANALYSIS AND DESIGN*, John Wiley and Sons Chichester, 2005

Contrôle des connaissances

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



BRUITS D'ORIGINE AÉRODYNAMIQUE

AERODYNAMICALLY GENERATED SOUND

Responsable(s): Michel ROGER, Marc JACOB

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

Objectifs de la formation

Le but du cours est de former les étudiants à l'aéroacoustique générale, définie comme la science des bruits d'origine aérodynamique. Ceci inclut la compréhension des phénomènes physiques de base, leur illustration expérimentale et leur modélisation, principalement par le biais d'approches analytiques. Des illustrations fournies par des simulations numériques sont néanmoins citées. Les étudiants seront ainsi amenés au niveau requis pour aborder les problèmes industriels modernes, d'une part, et la littérature scientifique internationale, d'autre part. Bien que des prérequis en mécanique des fluides générale et en acoustique soient utiles, les notions éventuellement manquantes sont rappelées succinctement. Les applications, s'appuyant sur de

Mots-clés : Acoustique, aéroacoustique, aérodynamique, propulsion, aéronautique, mécanique des fluides

Programme

1 - Les bases et applications diverses :

- Petites oscillations dans un gaz et mécanismes du bruit d'origine aérodynamique
- Analogies acoustiques, équations des ondes et résolution par la technique des fonctions de Green
- Propriétés générales des sources sonores en mouvement
- Bruit des jets turbulents libres
- Mécanismes d'oscillations auto-entretenues
- Bruit du vent sur les structures (câbles, antennes, exo-structures des bâtiments ...)
- Aérodynamique instationnaire, bruit des profils d'ailes et hypersustentation

Compétences

- Capacité à identifier des mécanismes aéroacoustiques de base sur un système mécanique complexe
- Capacité à formuler mathématiquement de façon simple un mécanisme de base
- Capacité à comprendre et identifier la signature acoustique d'un écoulement perturbé
- Capacité à mener une analyse dimensionnelle

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

Goldstein, M.E., *AEROACOUSTICS*, McGraw-Hill, 1976

Glegg, S. & Devenport, W. *AEROACOUSTICS OF LOW-MACH NUMBER FLOWS*, Academic Press, 2017

Contrôle des connaissances

Le contrôle se fait sur la base de:

- un examen de 2h (tous documents autorisés, versions française et anglaise,
- la restitution par comptes-rendus des séances de BE et de TP.



CARACTÉRISATION DES SURFACES ET DES NANOSTRUCTURES

CHARACTERIZATION OF SURFACES AND NANOSTRUCTURES

Responsable(s): **Fabrice DASSENOY, Maria-Isabel DE BARROS BOUCHET**

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

Objectifs de la formation

Les nanotechnologies sont concernées par un état très divisé de la matière et un rôle exacerbé des surfaces par rapport au volume. La physicochimie et la chimie des surfaces exposées sont très importantes au regard des applications. Les premières couches atomiques présentes sur les solides sont particulièrement réactives dans de nombreux procédés. Ce cours propose l'étude des principales techniques de caractérisation des surfaces et des structures de faible dimensionnalité. Elle sera illustrée par des applications spécifiques dans le domaine des nanotechnologies et de la biologie.

Mots-clés : Surfaces, Interfaces, Nanostructures, Analyses de surface, Microscopies électroniques, Spectroscopies électroniques

Programme

I – Analyse chimique de la surface des solides.

Les spectroscopies électroniques (photoélectron, Auger), spectroscopie ionique (ToF-SIMS).

Informations sur les liaisons chimiques en surface.

II- Analyse morphologique de la surface à l'échelle subnanométrique.

Les microscopies champ proche (microscopie à effet tunnel, microscopie à force atomique, microscopie champ proche optique) spectroscopie tunnel, mesure des forces d'interaction. Illustrations : (reconstruction de surfaces, molécule unique, cristaux photoniques...)

Compétences

- Savoir se référer aux bonnes techniques de caractérisation pour l'étude et l'analyse des surfaces et des nanostructures
- Connaître le principe de base des principales techniques de caractérisation des surfaces et des nanostructures

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

R. W. Cahn. , *MATERIALS SCIENCE AND TECHNOLOGY : A COMPREHENSIVE TREATMENT.* , WILEYVCH, 1994

Contrôle des connaissances

Test écrit de 2 heures.



CHANGEMENT CLIMATIQUE

CLIMATE CHANGE

Responsable(s): **Pietro SALIZZONI, Alexandre SAIDI, Louis GOSTIAUX, Richard PERKINS**

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

Objectifs de la formation

S'il y a maintenant un consensus que l'évolution de notre climat est en train d'accélérer, il manque toujours un accord sur les mesures à adopter pour le stabiliser et il est probablement trop tard pour qu'une réduction dans les émissions des gaz à effet de serre ait un impact significatif. Les changements climatiques vont impacter tous les aspects du métier de l'ingénieur, et il va falloir les prendre en compte dans chaque projet. Il sera probablement nécessaire

Mots-clés : Changement climatique, gaz à effet de serre, carbone, paléoclimatologie, réchauffement, océans, atmosphère, météorologie, modélisation, systèmes dynamiques

Programme

Introduction : Définition du climat, les processus principaux, l'évidence du changement climatique
Transferts radiatifs : Le rayonnement solaire, l'atmosphère comme filtre, les aérosols
Forçage radiatif, Sensibilité climatique, feedbacks
Circulation atmosphérique et océanique
Reconstruction du climat : Métrologie, l'histoire du climat
Cycle de carbone : Mécanismes de transfert, captage et stockage de carbone
Modélisation du climat : Les hypothèses de modélisation, les données d'entrée, les résultats,

Compétences

- Appréhender la notion du climat, et les processus physiques qui contribuent à sa définition
- Appréhender de façon critique les éléments factuels disponibles concernant l'évolution du climat
- Comprendre comment sont construits les modèles du climat, les hypothèses utilisées et les données nécessaires
- Identifier les conséquences (physiques, économiques et politiques) possibles et probables du changement climatique

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

G. K. Vallis, *ESSENTIALS OF ATMOSPHERIC AND OCEANIC DYNAMICS*, Cambridge University Press, 2019
D. Archer *THE GLOBAL CARBON CYCLE*, Princeton University Press, 2010
M. L. Bender *PALEOCLIMATE*, Princeton University Press, 2013

Contrôle des connaissances

Note = 50% savoir + 50% savoir-faire
Note de savoir = 100% examen terminal
Note de savoir-faire = = 100% Comptes rendus des 3 BE



COMBUSTION POUR LA PROPULSION

COMBUSTION

Responsable(s): Alexis GIAUQUE

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

Objectifs de la formation

La combustion est un phénomène permettant la transformation de l'énergie potentielle chimique contenue dans le carburant en énergie thermique. Ce cours a pour objectif d'appréhender les phénomènes de combustion. Un point d'application particulièrement ciblé concerne les turboréacteurs aéronautiques. Nous verrons quels sont les mécanismes essentiels cinétiques de la combustion, nous essayerons de comprendre la physique des flammes de prémélange et de diffusion, et comment stabiliser ces flammes. Nous nous intéresserons aux régimes turbulents de ces flammes. Puis on abordera l'acoustique dans les chambres aéronautiques. Nous étudierons également la physique de combustion des sprays. La

Mots-clés : Combustion, Mécanique des Fluides et Transferts, Explosions, Mélange Turbulent, Sprays, Cinétique Chimique, Énergétique

Programme

1. Introduction sur la combustion aéronautique
2. Mécanismes essentiels cinétiques de la combustion et de la formation des émissions polluantes
3. Approche 0-D - réacteurs parfaitement et partiellement pré-mélangés (PSR et PaSR) - interaction transport /chimie, mélange turbulent/chimie
4. Propagation des flammes laminaires et turbulentes de prémélange
5. Flammes de diffusion laminaire et turbulente, stabilisation des flammes
6. Formation, dynamique, combustion des sprays, modèles et observation expérimentale
7. Acoustique linéaire dans les chambres de combustion, instabilités en combustion

Compétences

- Savoir utiliser les bilans massiques et énergétiques dans des cas réactifs pratiques
- Savoir exprimer (i) les termes cinétiques dans les équations de bilan locales de mécanique des fluides, et (ii) les hypothèses simplificatrices applicables
- Connaître les particularités des flammes turbulentes, de diffusion et de prémélange
- Savoir analyser la stabilité d'une flamme turbulente dans un turboréacteur

Travail en autonomie

Objectifs : Plusieurs Bureaux d'Etude (BE) numériques seront donnés et impliquent une part de travail en groupe et en autonomie.

Méthodes :

Bibliographie

R. Borghi et M. destriau, *LA COMBUSTION ET LES FLAMMES*, Editions Technip, 1995
K.K. Kuo *PRINCIPLES OF COMBUSTION*, Wiley-Interscience Publication, 2005
C K. Law *COMBUSTION PHYSICS*, Cambridge University Press, 2006

Contrôle des connaissances

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



COMPORTEMENT DES MATÉRIAUX

MECHANICAL BEHAVIOR OF MATERIALS

Responsable(s): Vincent FRIDRICI, Thierry HOC

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

Objectifs de la formation

La mécanique des matériaux est un élément essentiel dans la résistance des structures pour des domaines aussi variés que la santé, l'aéronautique, l'énergie, le transport... Dans tous ces domaines les matériaux sont présents. Ce qui les différencie est leur capacité à résister aux contraintes mécaniques qu'ils subissent mais également leur adaptation à l'environnement dans lequel ils fonctionnent. Pour les biomatériaux ils doivent être biocompatibles, pour l'aéronautique ils doivent être légers, pour l'énergie ils doivent être fiables en conditions extrêmes...

Toutes ces contraintes de performance et de fiabilité, nécessitent une connaissance du comportement à

Mots-clés : Matériaux : métalliques, biologiques, composites, polymères ; Changement d'échelle

Programme

Cours et applications

- Elasticité (anisotropie et non linéarité)
- Visco-élasticité (Polymère et cellules)
- Plasticité (mise en forme)
- Changement d'échelle (de l'atome à la structure)
- Composite
- Rupture et Endommagement: rupture fragile, endommagement continu
- Fatigue multi-axiale

Compétences

Travail en autonomie

Objectifs : Travail sur le projet individualisé portant sur la thématique mécanique et matériaux en fonction de l'aspiration de l'étudiant ou de l'étudiante.

Méthodes :

Bibliographie

J. Lemaître, J.-L. Chaboche, A. Benallal, R. Desmorat., *MÉCANIQUE DES MATÉRIAUX SOLIDES.*, Dunod, 2009

D. François, A. Pineau, A. Zaoui. *COMPORTEMENT MÉCANIQUE DES MATÉRIAUX : VOLUMES 1 ET 2*, Lavoisier, 2009

Michel Dufour, Karine Langlois, Michel Pillu, Santiago Del Valle Acedo *BIOMÉCANIQUE FONCTIONNELLE*, Elsevier Masson, 2017

Contrôle des connaissances

Examen de 2h (50%)

Projet d'étude individualisé (50%)



DÉFIS INFORMATIQUES DU BIG DATA

COMPUTING CHALLENGES OF BIG-DATA

Responsable(s): Stéphane DERRODE, Alexandre SAIDI, Céline HARTWEG-HELBERT

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

Objectifs de la formation

Dans de nombreux domaines scientifiques, tels que la biologie ou les sciences de l'environnement, l'évolution rapide des instruments scientifiques ainsi que le recours intensif à la simulation informatique ont conduit, ces dernières années, à une production importante de données. Les applications scientifiques sont confrontées à de nouveaux problèmes liés essentiellement au stockage et à l'exploitation de ces données.

L'enseignement proposé permettra de découvrir les grandes problématiques soulevées par l'émergence de ces flots de données (stockage, interrogation, analyse et visualisation), et d'aborder certaines solutions technologiques actuellement proposées. Les questionnements d'ordre éthique et juridique que soulèvent la

Mots-clés : Big Data, Data scientist, NoSQL, Hadoop, Big Data analytics, Open Data, Web des données

Programme

- Big Data : une introduction aux enjeux, perspectives et applications
- Problématique des grandes bases de données (NoSql, NewSql)
- Big Data et modèle économique : le cas de l'intermédiation
- Open Data : données publiques ouvertes
- Big-Data Analytics : les bases de l'analyse de grands volumes de données
- Représentation et visualisation des données
- Trois BEs sur la visualisation, sur Apache/Hadoop et sur le web des données (SparQL).

Compétences

- A l'issue de ce MOS, l'étudiant sera capable : - De connaître les enjeux, les opportunités et les problèmes éthiques soulevés par le big-data. - De réaliser des programmes Hadoop/Map-Reduce simples pour exploiter des données réparties. - De manipuler des bases NoSql à l'aide d'un SGBD moderne (p. ex. Mongo-Db).

Travail en autonomie

Objectifs : Rédaction d'une synthèse bibliographique sur un thème du big data, par groupe de 3 à 6 étudiants

Méthodes :

Bibliographie

Philippe Lacomme, *BASES DE DONNÉES NOSQL ET BIG DATA : CONCEVOIR DES BASES DE DONNÉES POUR LE BIG DATA : COURS ET TRAVAUX PRATIQUES*, Ellipses, 2014
Viktor Mayer-Schönberger *BIG DATA : LA RÉVOLUTION DES DONNÉES EST EN MARCHÉ*, R. Laffont, 2014
Srinath Perera *HADOOP MAPREDUCE COOKBOOK : RECIPES FOR ANALYZING LARGE AND COMPLEX DATASETS WITH HADOOP MAPREDUCE*, 2013

Contrôle des connaissances

Note = 50% savoir + 50% savoir-faire
Note de savoir = 100% examen terminal
Note de savoir-faire = 50% synthèse bibliographique + 50% CR de BE



DIAGNOSTIC ET SÛRETÉ DE FONCTIONNEMENT

DIAGNOSIS AND HEALTH MONITORING

Responsable(s): Emmanuel BOUTLEUX, Catherine MUSY, Olivier ONDEL

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

Objectifs de la formation

Les systèmes innovants sont de plus en plus complexes. Dans le domaine de la mécanique des véhicules automobiles, il est par exemple nécessaire de piloter des actionneurs par rapport à une stratégie de commande programmée dans un calculateur, qui réagit en fonction de mesures renvoyées par des capteurs. Dans le domaine aéronautique, on remplace, par exemple, les actionneurs hydrauliques par des actionneurs électriques avec une intelligence embarquée, afin d'obtenir des gains de poids et de flexibilité.

La complexité sans cesse croissante des systèmes ne doit pas nuire à leur fiabilité. Il est donc nécessaire de

Mots-clés : Diagnostic, sûreté de fonctionnement, automatique, identification, reconnaissance des formes, AMDEC, arbre de défaillance

Programme

Enjeux du diagnostic automatisé
Méthodes fonctionnelles d'analyse de défaillance (arbres de défaillances, AMDEC, ...)
Fiabilité
Méthodes de diagnostic :
- à base de modèle
- identification
- analyse de résidus
- à base d'intelligence artificielle
- reconnaissance des formes

Compétences

- Comprendre l'intérêt et la complexité des approches fonctionnelles
- Saisir les enjeux et les difficultés de la sûreté de fonctionnement
- Être capable d'appliquer des méthodes de diagnostic par reconnaissance des formes
- Savoir identifier un modèle physique et l'utiliser à des fins de diagnostic

Travail en autonomie

Objectifs : Pas de travail en autonomie.
3 séances de BE de 4h à l'aide du logiciel Matlab (la maîtrise de ce logiciel est indispensable)-

Méthodes :

Bibliographie

Bernard Dubuisson, *DIAGNOSTIC, INTELLIGENCE ARTIFICIELLE ET RECONNAISSANCE DES FORMES*, Hermès Science Publications, Collection : ic2 prod, 2001
Bernard Dubuisson *DIAGNOSTIC ET RECONNAISSANCE DES FORMES*, Traité des nouvelles technologies. Série diagnosti, 1990
Alain Villemeur *SÛRETÉ DE FONCTIONNEMENT DES SYSTÈMES INDUSTRIELS*, Edition Eyrolles, 1988

Contrôle des connaissances

Note = 50% savoir + 50% savoir-faire
Note de savoir = examen final individuel
Note de savoir-faire = moyenne des 3 comptes-rendus de BE



DURABILITÉ DES MATÉRIAUX ET DES STRUCTURES

DURABILITY OF MATERIALS AND STRUCTURES

Responsable(s): Bruno BERTHEL, Michelle SALVIA

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

Objectifs de la formation

La recherche de systèmes performants, fiables et à sécurité accrue, passe par une bonne prise en compte des mécanismes d'endommagement des matériaux et des structures. Ce cours vise à fournir les outils permettant d'estimer la durée de vie de pièces sous sollicitation mécanique avec prise en compte de l'environnement, essentiellement appliqués au domaine des transports. Chaque famille de matériaux (métaux, polymères, composites ...) possédant des modes de ruines différents, nous aborderons pour chacune d'elle leurs propres mécanismes d'endommagement en lien avec leurs modélisations. Nous aborderons des aspects théorique (mécanique de la rupture, critères de fatigue ...), mais aussi pratique (fractographie, émission acoustique ...).

Mots-clés : Fatigue, Mécanique de la rupture, Eléments finis, Fractographie, Emission acoustique.

Programme

Mécanique de la rupture : aspects matériaux, description d'un champ de contrainte autour d'une fissure et critères énergétiques.

Fatigue des matériaux : les différents domaines de durée de vie, paramètres influençant la tenue en fatigue, règles de dimensionnement et loi de propagation de fissure.

Fatigue multiaxiale : définition et les différentes familles de critères multiaxiaux.

Spécificités des matériaux polymères et composites.

BE d'analyse fractographique : analyse morphologique des faciès de rupture de plusieurs pièces rompues en fonctionnement et reconstruction du scénario qui a engendré la rupture.

Compétences

- Identifier les différents modes d'endommagement et de rupture des matériaux utilisés dans le domaine des transports et savoir analyser un faciès de rupture.
- Maîtriser les bases de la mécanique de la rupture et de la fatigue des matériaux. Savoir utiliser les outils prédictifs de durée de vie en fatigue multiaxiale.
- Connaître les spécificités des matériaux composites et avoir des notions sur la surveillance de l'état des structures (notamment en l'émission acoustique).
- Utiliser des connaissances acquises pour analyser un problème de recherche et en faire une analyse critique.

Travail en autonomie

Objectifs : L'autonomie consiste à préparer les enseignements pratiques, rédiger les comptes rendus et analyser un article scientifique. L'ensemble de ces activités se fait en groupe.

Méthodes :

Bibliographie

Dietmar Gross and Thomas Seelig, *FRACTURE MECHANICS*, Springer, Berlin, Heidelberg, 2011
Jaap Schijve *FATIGUE OF STRUCTURES AND MATERIALS*, KLUWER ACADEMIC PUBLISHERS, 2004
D. Hull and T. W. Clyne *AN INTRODUCTION TO COMPOSITE MATERIALS*, Cambridge University Press, 1996

Contrôle des connaissances

Note = 50% savoir + 50% savoir-faire

Note de savoir = 100% présentation orale



DYNAMIQUE DES STRUCTURES

STRUCTURAL DYNAMICS

Responsable(s): **Olivier DESSOMBZ, Marc JACOB**

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

Objectifs de la formation

L'analyse dynamique des structures à l'aide des méthodes de synthèse modale et d'éléments finis a trouvé un grand nombre d'applications industrielles (aéronautique, automobile, construction navale, ferroviaire, génie civil). Le but principal de ce cours est de présenter ces méthodes dans un cadre général en menant en parallèle et en interaction une approche numérique et une approche expérimentale basée sur des essais vibratoires. La correction des modèles et l'influence de l'amortissement sont aussi abordées.

Mots-clés : Éléments finis - modélisation - méthodes numériques - analyse modale numérique - sous-structuration - synthèse modale - amortissement

Programme

- Discrétisation par éléments finis
- Modification de la formulation matricielle globale
- Problème conservatif standard
- Problème spectral
- Intégration temporelle du problème transitoire
- Modélisation de l'amortissement
- Identification des matrices d'amortissement
- Synthèse modale, Sous-structuration
- Perturbation des modèles dynamiques

Compétences

- Modéliser une structure par éléments finis
- Utiliser un code de calcul industriel par éléments finis généraliste
- Appréhender les fondements des méthodes par éléments finis
- Mettre en œuvre des mesures vibratoires

Travail en autonomie

Objectifs : Finaliser les TP et BE, rédiger les compte rendus

Méthodes :

Bibliographie

J.-F. IMBERT, *ANALYSE DES STRUCTURES PAR ÉLÉMENTS FINIS (3ÈME ED)*, Cepadues, 1995
M. GERARDIN, D. RIXEN *THÉORIE DES VIBRATIONS*, Masson, 1996
L. MEIROVITCH *COMPUTATIONAL METHODS IN STRUCTURAL DYNAMICS*, Sijthoff Nordhoff, 1980

Contrôle des connaissances

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



DYNAMIQUE DES SYSTÈMES BIOLOGIQUES HUMAINS

DYNAMICS OF BIOLOGICAL HUMAN SYSTEMS

Responsable(s): Didier DRAGNA, Marc JACOB

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

Objectifs de la formation

Le corps humain est un système dynamique extraordinairement complexe, dont la description physique est essentiellement multidisciplinaire. Il comporte de nombreux processus d'autorégulation visant à maintenir l'équilibre interne, appelé l'homéostasie. Dans ce cours, on se propose d'aborder la modélisation physique des systèmes biologiques chez l'homme, ainsi que de présenter quelques applications en bio-ingénierie (cœur artificiel, robotique médicale et imagerie).

Mots-clés : biomécanique, cœur, système biologique, cœur artificiel, imagerie

Programme

Système musculo-squelettique : résistance des matériaux, systèmes multi-corps rigides et flexibles, biomatériaux.
Système cardiovasculaire : mécanique du cœur, circulation sanguine, circuits électriques équivalents, cœur artificiel.
Robotique médicale
Imagerie médicale : problèmes inverses, contrôle non destructif, ultrasons, rayons X, IRM.
Activités : Simulation du mouvement avec un modèle multi-corps. Traitement du signal pour un électrocardiogramme. Présentation et compte-rendu de lecture d'un article de recherche

Compétences

- Faire le lien entre votre formation pluri-disciplinaire fondamentale et le génie biomédical.
- Acquérir des connaissances fondamentales en génie biomédical pour maîtriser les applications récentes et futures.
- Etre capable de dialoguer avec des professionnels de santé sur les sujets du programme.

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

D. A. Neumann, *KINESIOLOGY OF THE MUSCULOSKELETAL SYSTEM. FOUNDATIONS FOR PHYSICAL REHABILITATION.*, McGraw-Hill, 2002
L. Waite *BIOFLUID MECHANICS IN CARDIOVASCULAR SYSTEMS.*, McGraw-Hill, 2006
C. Guy, D. Ffytch *INTRODUCTION TO THE PRINCIPLES OF MEDICAL IMAGING.*, Imperial College Press., 2005

Contrôle des connaissances

Note = 0.5*savoir + 0.5*savoir-faire
Note de savoir = examen terminal
Note de savoir-faire = 0.5*comptes-rendus de BE + 0.5*présentation orale et écrite d'un



ENERGIE NUCLÉAIRE

NUCLEAR ENERGY

Responsable(s): Anne-Segolene CALLARD

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

Objectifs de la formation

L'énergie nucléaire représente un domaine technologique et économique important qui recouvre des compétences multidisciplinaires et des métiers variés (conduite de projets, ingénierie, sûreté,...). Ce module, à caractère très industriel, a pour objectif de donner aux élèves une formation à la fois scientifique et technologique dans les différents domaines de l'énergie nucléaire. Une large part sera consacrée à l'étude des filières actuelles de réacteurs nucléaires. Ce module permettra aussi d'appréhender l'ensemble des solutions aux questions de sûreté des installations et de protection des personnes. Il sera en grande partie dispensé par des acteurs du domaine (Framatome, EDF).

Mots-clés : Réacteurs nucléaires, filières nucléaires, sûreté nucléaire.

Programme

Éléments de physique nucléaire : rappels.
Éléments de neutronique
Cinétique des réacteurs.
Filières actuelles de réacteurs nucléaires : Fonctionnement et pilotage.
Sûreté nucléaire.
Cycle du combustible.
Matériaux pour le nucléaire.

Compétences

- Identifier les enjeux scientifiques, économiques et environnementaux du nucléaire.
- Expliquer le cycle des neutrons dans un réacteurs à neutrons thermiques et la notion de criticité
- Expliquer le principes du fonctionnement d'un REP
- Appréhender les questions de sûreté nucléaire

Travail en autonomie

Objectifs : Étude sur les réacteurs nucléaires de future génération.

Méthodes : Travail en groupe et restitution orale.

Bibliographie

John R. LAMARSH, *INTRODUCTION TO NUCLEAR ENGINEERING*, Addison Wesley Publishing company, 2013
Paul BONCHE *LE NUCLÉAIRE EXPLIQUÉ PAR DES PHYSICIENS*, EDP Sciences, 2002
Jacques LIGOU *INTRODUCTION AU GÉNIE NUCLÉAIRE*, Presses polytechniques et universitaires romandes, 1997

Contrôle des connaissances

Note = 60% savoir + 40% de savoir-faire
Note de savoir = examen final
Note de savoir-faire = note de BE (travail en groupe et exposé oral).



ENERGIE STOCKAGE-CONVERSION

ENERGY, STORAGE, CONVERSION

Responsable(s): Jean-Pierre CLOAREC

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

Objectifs de la formation

Ce cours constitue une synthèse de tous les phénomènes physiques mis en oeuvre pour le stockage et la conversion d'énergie. Pour chaque amphi de 2h, un.e spécialiste de l'ECL vient présenter les phénomènes fondamentaux de son domaine : batteries, solaire thermique, solaire photovoltaïque, conversion électromécanique, énergie et rayonnements, combustion, bioénergie. La matière stocke l'énergie sous des formes variées. La densité énergétique, la capacité à stocker et à dispenser de l'énergie dépend de la nature des conversion énergétiques mises en oeuvre: interaction électromagnétique, gravitation.... Les cycles et procédés de transformation permettant les conversions et échanges d'énergie seront étudiés en soulignant

Mots-clés : énergie ; renouvelables ; densité énergétique ; procédés de transformation ; conversion et échange d'énergie ; techniques de stockage; solaire; batteries ; nucléaire ; éolien; gravité ; rayonnement ;

Programme

-Synthèse sur les différents formes d'énergie et les ordres de grandeur associé de densité énergétique dans la matière
-solaire; batteries et stockage électrochimique; conversion électromécanique; conversion électromagnétique; combustion; bio-énergie

Compétences

- Approche système : modéliser un système énergétique en s'appuyant sur plusieurs disciplines, en identifiant les couplages entre disciplines.
- Approche système : argumenter et discuter les choix opérés pour dimensionner un système énergétique complet. Questionner la pertinence des critères de validation.
- Mettre en oeuvre des interactions positives au sein de son équipe de mini-projet
- Réaliser un état de l'art sur un problème ouvert sur des questions techniques-scientifiques-économiques liés à un besoin énergétique. Formaliser le résultat. Faire preuve d'une vision large en prenant en compte les questions technologique,

Travail en autonomie

Objectifs : Mobiliser les notions abordées en cours et les sciences de l'ingénieur sur des cas concrets avec des enjeux scientifiques, techniques et économiques.
Réfléchir sur le dimensionnement de systèmes d'énergie renouvelables.

Méthodes : Mini-projets par équipe sur un sujet au choix parmi une liste de sujets pré-établie, ou sujets éventuellement proposés par les élèves.

Bibliographie

Roger Balian, *LES MULTIPLES VISAGES DE L'ÉNERGIE*, Ecole d'été de Physique sur l'énergie , 2001
CEA (ouvrage collectif) *MEMENTO SUR L'ÉNERGIE « ENERGY HANDBOOK »*, CEA, 2015

Contrôle des connaissances

Note= 50% savoir + 50% savoir-faire



EQUATIONS DIFFÉRENTIELLES STOCHASTIQUES ET MÉTHODES NUMÉRIQUES

STOCHASTIC DIFFERENTIAL EQUATIONS AND PROBABILISTIC NUMERICAL METHODS

Responsable(s): Marie-Christophette BLANCHET, Alexandre SAIDI, Céline HARTWEG-

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

Objectifs de la formation

: Ce cours est un complément du cours de théorie des probabilités, orienté vers la modélisation des phénomènes aléatoires dépendant du temps. Son but est de présenter d'une part les outils théoriques de la modélisation par équations différentielles stochastiques et d'autre part les algorithmes classiques de simulation de ces processus. Ce cours peut autant intéresser les élèves de l'option MIR et de masters à dominante math appli que des élèves d'autres options intéressés par la simulation de processus aléatoires.

Mots-clés : Mouvement Brownien, Martingales, Calcul d'Itô, Equations différentielles stochastiques, Simulation, Méthodes de Monte Carlo par Chaînes de Markov

Programme

0. Rappels de théorie des probabilités (en autonomie)
1. Généralité sur les processus, mouvement brownien
2. Martingales
3. Intégrale stochastique
4. Equations différentielles stochastiques
5. Approximation et simulation de diffusion
6. (BE) Méthodes de Monte Carlo par Chaînes de Markov pour la simulation
7. (masterMeA et GRAF) Diffusions et équations aux dérivées partielles

Compétences

- Savoir modéliser un phénomène à l'aide d'une équation différentielle stochastique
- Savoir appliquer le calcul différentiel d'Itô
- Savoir simuler et/ou discrétiser une diffusion
- Savoir implémenter une méthode de Monte-Carlo avancée (réduction de variance, recuit simulé ou de l'algorithme de Gibbs).

Travail en autonomie

Objectifs :

Méthodes : Préparation des BE

Bibliographie

Francis Comets et Thierry Meyre. ., *CALCUL STOCHASTIQUE ET MODÈLES DE DIFFUSIONS.*, Série Mathématiques pour le Master/SMAI, Dunod, 2006
Nicole El Karoui et Emmanuel Gobet. *LES OUTILS STOCHASTIQUES DES MARCHÉS FINANCIERS*, Editions de l'Ecole Polytechnique, 2011
Bernard Bercu et Djilil Chafaï *MODÉLISATION STOCHASTIQUE ET SIMULATION*, Série Mathématiques pour le Master/SMAI, Dunod, 2007

Contrôle des connaissances

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



GÉNIE DE L'OcéAN ET DU LITTORAL

COASTAL AND OCEAN ENGINEERING

Responsable(s): Richard PERKINS

| Cours : 16.0 | TD : 0.0 | TP : 4 | Autonomie : 0.0 | BE : 8 | Projet : 0.0 | Langue du cours : AN

Objectifs de la formation

L'objectif de ce cours est de fournir une compréhension physique des différents aspects de l'océan. La première partie du cours se focalise sur la dynamique de la houle, et la deuxième partie traite de son interaction avec une structure ou le littoral.

Mots-clés : Océan, littoral, houle, vagues, ondes, courants, marées, interaction fluide-structure, transport solide

Programme

1. Introduction

La composition et les propriétés physico-chimiques de l'océan - La stratification et la stabilité - Les courants, et leurs interactions avec la bathymétrie et l'atmosphère - les marées

2. Les ondes de surface de faible amplitude

Les différents régimes d'ondes de surface - Formulation générale, l'équation de dispersion, la cinématique des particules fluides - Énergie, réflexion, 'shoaling', réfraction et diffraction - Interaction houle-courant - Transport de masse, flux de quantité de

Compétences

- Les étudiants devraient être capables de calculer les propriétés d'une vague en fonction de la période, de la profondeur et de la hauteur des vagues.
- Les élèves devraient être capables de calculer la variation des propriétés des vagues à mesure que la vague s'approche de la côte.
- Les étudiants devraient être capables de calculer les forces induites par les vagues et les courants sur une structure simple.
- Les étudiants devraient être capables d'estimer le seuil de mouvement des sédiments exposés à l'action des vagues et des courants.

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

DEAN, R.G. & DALRYMPLE, R.A., *WATER WAVE MECHANICS FOR ENGINEERS AND SCIENTISTS*, Prentice-Hall
PEDLOSKY, J. *GEOPHYSICAL FLUID DYNAMICS.*, Springer Verlag
SLEATH, J.F.A. *SEA BED MECHANICS*, Wiley

Contrôle des connaissances

Examen écrit (2h): 40%; Comptes rendus de TP et BE (3): 60%



GREEN COMPUTING

GREEN COMPUTING

Responsable(s): Ian O CONNOR, Alberto BOSIO

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

Objectifs de la formation

Ce cours vise à étudier l'exécution d'applications sur les architectures de calcul des points de vue de la fonctionnalité, des performances et de l'efficacité énergétique. Dans ce contexte seront abordés les architectures matérielles parallèles (processeurs multi-cœur, machines SIMD et GPU), les ressources matérielles de communications (bus et réseau) ainsi que le déploiement efficace d'applications sur ces ressources matérielles : placement des tâches, partitionnement matériel/ logiciel et adéquation algorithme architecture. Les techniques d'estimation de la consommation énergétique seront présentées et permettront d'estimer le coût des accès mémoires, des calculs et des communications.

Mots-clés : Consommation énergétique dans les systèmes électroniques numériques, Techniques de conception faible consommation, Architectures de calcul parallèles, Déploiement des applications, Adéquation algorithme architecture

Programme

Principes du partitionnement matériel / logiciel et du dimensionnement des processeurs Architectures multi-cœur et programmation
Stratégies de déploiement de tâches et de réduction de la consommation
Coût énergétique de la communication inter-cœur ou du calcul distribué
Estimation énergétique multi-niveau d'abstraction de l'exécution logicielle

Autonomie et BE : analyse des supercalculateurs économes en énergie (green500.org)
TP (2 séances de 4h) : programmation d'un filtre d'image sur GPU embarqué, optimisation des performances/consommation énergétique

Compétences

- Comprendre les enjeux et les origines de la consommation énergétique dans les architectures de calcul
- Etre capable d'évaluer la consommation énergétique dans les processeurs
- Etre capable d'optimiser la programmation d'algorithmes sur processeurs pour minimiser la consommation énergétique

Travail en autonomie

Objectifs : Analyse des supercalculateurs économes en énergie (green500.org)

Méthodes : Etude en binôme d'un supercalculateur choisie de la liste green500.org, comparaison par rapport aux supercalculateurs de la liste top500.org, rapport et soutenance

Bibliographie

Contrôle des connaissances

Note = 50% savoir + 50% savoir-faire
Note de savoir = 100% examen terminal
Note de savoir-faire = 50% TP + 50% Restitution Autonomie,



HYDRAULIQUE FLUVIALE

RIVER HYDRAULICS

Responsable(s): **Richard PERKINS**

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

Objectifs de la formation

Depuis des siècles, les fleuves et les rivières ont été exploités de plusieurs manières (par exemple, pour fournir de l'eau dans un but domestique ou d'irrigation, pour le transport, pour la génération d'électricité) et encore aujourd'hui les inondations d'un fleuve important peuvent avoir des effets dévastateurs en son voisinage. Le but de ce cours est de fournir aux étudiants une compréhension complète des processus fondamentaux en ingénierie hydraulique, à travers le développement de modèles appropriés mais simples.

Mots-clés : Fleuves, Rivières, Hydraulique, Ecoulement à surface libre, Charge spécifique, Impulsion, Ressaut, Ondes, Transport solide

Programme

1. Introduction
Cycle de l'eau - Les systèmes fluviaux - Les problèmes fluviaux actuels
2. Les écoulements uniformes dans les canaux découverts
La propagation d'une onde de gravité: la profondeur critique - La charge spécifique et l'impulsion - Le ressaut
3. Les écoulements graduellement variés
Résistance à l'écoulement: l'écoulement uniforme et la profondeur normale - les régimes

Compétences

- Les étudiants devraient être en mesure de calculer le profil de surface pour un écoulement permanent dans un canal avec changement de section.
- Les étudiants devraient être capables de calculer le profil de surface d'un écoulement permanent dans un canal incliné, en fonction de la pente du canal, de la rugosité du canal, du débit et des conditions en entrée ou en sortie.
- Les étudiants doivent être capables de calculer la propagation d'une onde dans un canal.
- Les étudiants devraient être capables de calculer le seuil de mouvement pour un

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

HENDERSON, F. , *OPEN CHANNEL FLOW* , Macmillan
RAUDKIVI, A.J. *LOOSE BOUNDARY HYDRAULICS* , Balkema
VIOLETT, P.-L. et al *MÉCANIQUE DES FLUIDES APPLIQUÉE* , Presses de l'ENPC

Contrôle des connaissances

Examen écrit (2h): 40%; compte rendus de TP et BE (3): 60%



IDENTIFICATION DES SYSTÈMES ET DÉCOMPOSITION PARCIMONIEUSE DES SIGNAUX

SYSTEM IDENTIFICATION AND SPARSE DECOMPOSITIONS

Responsable(s): Julien HULLERY, Laurent BAKO, Marc JACOB

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

Objectifs de la formation

La compréhension des phénomènes de la physique couplée à l'avancée des technologies de l'observation, les besoins d'analyse, de diagnostic et de commande des systèmes d'ingénierie font de plus en plus appel à la modélisation expérimentale. Ce travail de modélisation est un préalable à la synthèse de lois de commande des systèmes dynamiques ou à l'analyse et au traitement des signaux. L'objectif de l'enseignement est de donner des principes et des méthodes avancées de modélisation des signaux et des systèmes. L'« identification des systèmes » vise à associer un modèle mathématique à un système dynamique sur la base de données bruitées issues de capteurs. La « décomposition parcimonieuse de signaux » vise à une modélisation compacte d'un

Mots-clés : modélisation, identification de systèmes, estimation paramétrique, parcimonie, dictionnaire de signaux, représentations temps-fréquence, acquisition compressée, optimisation

Programme

Partie I : Identification de systèmes

Introduction à la modélisation des signaux et des systèmes : point de vue systèmes

Notion de structure de modèle : définition et exemples

Méthodes d'estimation basées sur la minimisation de l'erreur de prédiction

Éléments pour l'analyse : identifiabilité, persistance d'excitation, richesse fréquentielle d'un signal

Propriétés asymptotiques des estimateurs : consistance, convergence en distribution

Partie II : Décomposition parcimonieuse de signaux

Compétences

- Comprendre les enjeux applicatifs de la modélisation des signaux et des systèmes
- Construire et identifier un modèle de système à partir de mesures expérimentales
- Connaître les bases usuelles de représentation des signaux
- Obtenir une représentation parcimonieuse d'un signal

Travail en autonomie

Objectifs :

Méthodes : Le cours magistral est complété de 3 BEs de mise en œuvre sous Matlab/Simulink :
BE 1 : Mise en œuvre de méthodes d'identification sur un exemple
BE 2 : Décompositions parcimonieuses de signaux

Bibliographie

L. Ljung, *SYSTEM IDENTIFICATION: THEORY FOR THE USER*, PTR Prentice Hall, 1999
S. Mallat *A WAVELET TOUR OF SIGNAL PROCESSING, THE SPARSE WAY*, Academic Press, 2009
S. Boyd and L. Vandenberghe *CONVEX OPTIMIZATION*, Cambridge University Press, 2004

Contrôle des connaissances

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



INFORMATION QUANTIQUE

PHYSICS FOR INFORMATION TECHNOLOGY

Responsable(s): Anne-Segolene CALLARD

| Cours : 16.0 | TD : 0.0 | TP : 4 | Autonomie : 0.0 | BE : 8 | Projet : 0.0 | Langue du cours : FR

Objectifs de la formation

Au cours des deux dernières décennies, l'évolution rapide l'ingénierie des systèmes quantiques a ouvert la voie à de nouvelles formes de de traitement et de transmission de l'information. A la croisée de la mécanique quantique, l'informatique, la théorie de l'information et l'ingénierie, la mise au point de calculateurs quantiques permet d'envisager des solutions à des problèmes qui paraissaient impossibles à résoudre avec une approche classique. L'objectif du cours est de permettre d'appréhender les enjeux liés aux développements de l'information quantique et comprendre dans quelles mesures ils peuvent modifier le paysage actuel du traitement de l'information.

Mots-clés : Qbit, superposition, intrication, cryptographie quantique, téléportation, ordinateur quantique, photons, jonctions supraconductrices.

Programme

Cours 1 : Introduction, notions de théorie de l'information (Shannon), Complexité d'un algorithme, classe d'un problème, logique classique, porte réversible, promesse de l'information quantique, limites. Supériorité quantique. Que peut-on résoudre avec un calculateur quantique ?

Cours 2 : Mécanique quantique, postulats, notion de qubits, exemple de systèmes simples (Puits, oscillateurs). Application : Cryptographie

Cours 3 : Système a deux états, couplage, système à deux qubits, intrications- corrélations, paradoxe EPR, Mesures de Bell.

Cours 4 : Non clonage, Téléportation, Système à n qubit, indiscernabilité, Pb :

Compétences

- Expliquer la notion de supériorité quantique et identifier les avantages du calcul quantique, ses limites
- Décrire les principales plateformes envisagées pour implémenter des qubits
- Expliquer ce que permettent de faire les principaux algorithmes quantiques, et leurs intérêts .
- Être capable de décrire l'évolution d'un système de Qbits à travers une porte logique quantique .

Travail en autonomie

Objectifs : 1 TP sources de photons uniques
1 BE Calculs quantiques (simulateurs IBM)
1 BE Approfondissement sur un sujet choisi dans une liste.

Méthodes : travail de recherche bibliographique au choix avec restitution orale en binôme.

Bibliographie

M. A. NIELSEN and I. L. CHUANG, *QUANTUM COMPUTATION AND QUANTUM INFORMATION*, Cambridge University Press, 2016
Pascal Degiovanni, Natacha Portier, Clément Cabart, Alexandre Feller et Benjamin Roussel *PHYSIQUE QUANTIQUE, INFORMATION ET CALCUL*, EDP Sciences - Collection : Savoirs Actuels, 2020

Contrôle des connaissances

Note = 50% savoir + 50% de savoir-faire
Note de savoir = examen final
Note de savoir-faire = 40% Note de TP+60% note de BE (exposé oral).



INGÉNIERIE D'UN OBJET DE GRANDE CONSOMMATION

ENGINEERING OF A CONSUMER OBJECT

Responsable(s): José PENUELAS

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

Objectifs de la formation

Montrer à des étudiants n'ayant pas suivi auparavant d'études scientifiques l'implication et l'imbrication des sciences et techniques de l'ingénieur à partir d'un objet connu. Ce module est l'occasion d'introduire l'approche multidisciplinaire propre à l'ingénieur généraliste en exposant les concepts et les outils de la physique, de la science des matériaux, du traitement du signal, de l'automatique qui existent dans la conception et la réalisation d'un objet de grande consommation tel que le disque optique.

Mots-clés : Ingénierie, Matériaux, Physique, Traitement du signal, Automatique, Conception

Programme

- Introduction
- Physique
- Matériaux
- Conception
- Traitement du signal
- Automatique

Compétences

- Comprendre la nature multi disciplinaire de la conception des objets du quotidien.
- Posséder quelques fondamentaux dans les disciplines impliqués

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

Le contrôle des connaissances prendra en compte le travail effectué lors des séances de TP et BE (savoir faire = 1/3) ainsi que la note de l'examen final (savoir = 2/3).



INTERACTIONS FLUIDE-STRUCTURE

FLUID-STRUCTURE INTERACTIONS

Responsable(s): **Mohammed ICHCHOU, Gilles ROBERT, Marc JACOB**

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

Objectifs de la formation

Introduire les mécanismes de couplages entre les fluides et les structures. Modéliser ces couplages et concevoir des systèmes mécaniques qui impliquent des interactions entre fluides et structures.

Mots-clés : Effets de masse ajoutée - Effets élastiques - Ballotements - Surface libre - Ondes de gravité et de Capillarité - Impacts fluide-structure - Effets dissipatifs - Rayonnement - Modes fluide-structure couplés - Modélisation éléments finis - Modèles pistons de conception - Instabilités - Forçage par le fluide - Fluide incompressible couplé à une structure - fluide compressible couplé à une structure.

Programme

I- Couplage fluide-structure classification
II- Mise en équation, mécanismes de couplages
III- Couplage inertiel, couplage fort
IV- Couplage dissipatif, rayonnement acoustique
V- Rayonnement de structures simples (cas non borné et borné)
VI- Interprétation physique et description modal, indicateurs de rayonnement, formulations numériques, opérateur d'impédance de rayonnement, mise en oeuvre.
VII- Éléments de couplage fluide-structure avec convection.

Compétences

- Savoir définir le type de mécanisme entre fluides et structures
- Savoir définir les paramètres pertinents qui définissent les principales classes d'interactions entre fluide et structure
- Savoir modéliser les principaux mécanismes de couplage fluide-structure
- Connaître les principales excitations du fluide à la structure et les modéliser

Travail en autonomie

Objectifs : Savoir analyser un cas réel et le positionner en terme de classe de problèmes fluide-structure

Méthodes : Analyse d'un article/brevet

Bibliographie

F. Axisa, *MODÉLISATION DES SYSTÈMES MÉCANIQUES VOL. 3 : INTERACTIONS FLUIDE STRUCTURE*, Lavoisier
Emmanuel de Langre *FLUIDES ET SOLIDES*, Ecole Polytechnique, 2002
J. P. Morand et R. Ohayon *INTERACTIONS FLUIDES-STRUCTURES*, Broché, 1997

Contrôle des connaissances

Évaluation des TPs et BEs par groupe
Évaluation d'un article.brevet par groupe
Évaluation lors d'un test écrit individuel



INTRODUCTION À DATA SCIENCE

MACHINE LEARNING AND DATA MINING

Responsable(s): Alexandre SAIDI, Céline HARTWEG-HELBERT, Marc JACOB

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

Objectifs de la formation

Donner aux élèves un aperçu et la pratique des bases de cette discipline. Un tour non exhaustif des méthodes les plus utilisées sur des données transactionnelles (ce sont en général des données non-image car les données images nécessitent d'autres traitements).

Mots-clés : Fouille de données, Extraction de connaissances à partir de données, Data Science, Machine learning.

Programme

- La problématique scientifique de l'apprentissage artificiel (Machine Learning)
- Formalisation et fondements Algorithmiques / Statistiques
- Quelques applications typiques
- Apprentissage supervisé, Non-(et semi-) supervisé,
- Classification, régression, association (Introduction à la fouille de textes) - Arbres de décision / de régression
- Méthodes statistiques (Bayes, SVM, Méthodes à base de noyaux)
- Méthodes et indicateurs d'évaluation statistiques
- Méthodes de Classification (Clustering)

Compétences

- Initiation & pratique de Data Science : en présence des données, l'élève devrait être capable de choisir les méthodes applicables. Il devrait ensuite pouvoir évaluer les résultats et choisir la meilleure méthode.
- Rappel des éléments statistiques (de base).
- Apporter un outil d'aide à la décision.

Travail en autonomie

Objectifs : Permettre aux élèves de pratiquer le Data science à travers les méthodes les plus employées.
L'outil utilisé est WEKA.
Le meilleur outil de nos jours serait Python (+ les bibliothèques de Data Science) mais le public de ce MOD n'est pas forcément Informaticien. Il risque

Méthodes :

Bibliographie

u.m. Fayyad & al. From Data Mining to Knowledge Discovery in Databases. 1996.
stan matWin & al. Challenges in Computational Statistics and Data Mining. Jan Mielniczuk, 2016.
i.h. Witten, e. Frank. Data Mining - practical ML Tools & Techniques. 2005.

Contrôle des connaissances

Test écrit + BEs.
Savoir : 66%
Savoir Faire (rendus des BEs) : 33%



INTRODUCTION AUX VIBRATIONS NON-LINÉAIRES

INTRODUCTION TO NONLINEAR VIBRATIONS

Responsable(s): Joël PERRET LIAUDET, Fabrice THOUVEREZ, Marc JACOB

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

Objectifs de la formation

Il s'agit de sensibiliser et familiariser les élèves aux principaux phénomènes liés aux problèmes des vibrations non linéaires. Les connaissances minimales et les règles utiles à l'ingénieur seront introduites en vue de diagnostiquer et traiter ces problèmes. De nombreux exemples issus de problèmes de l'ingénierie viendront illustrer le cours. On peut citer la dynamique des contacts frottants (crissements), des systèmes à jeux (cliquetis), des rotors et transmissions, des ponts soumis aux vents...

Mots-clés : vibrations non linéaires, dynamique des systèmes, stabilité, bifurcations, modes non linéaires, résonances principales, surharmoniques, sous harmoniques, vibrations auto entretenues, galop flottement

Programme

- * Généralités sur les problèmes vibratoires non linéaires en ingénierie, classification des sources
- * Outil de description et d'analyse, Analyse modale non linéaire
- * Perte de stabilité d'équilibre et vibrations auto entretenues (phénomènes de galop, crissement)
- * Phénomènes de résonances non linéaires (principales et harmoniques)
- * Notion de réponses complexes (chaos)
- * Introduction aux méthodes spécifiques aux traitements des phénomènes non linéaires

Compétences

- détecter et/ou diagnostiquer un phénomène de vibrations non linéaires
- caractériser les principaux types de réponses vibratoires
- identifier les principaux phénomènes qui conduisent à ces réponses dynamique
- modéliser certains problèmes non linéaires et les traiter par des méthodes spécifique

Travail en autonomie

Objectifs : Études :
- des résonances non linéaires dans le cas de contacts sous sollicitations normales
- des instabilités qui conduisent à des vibrations auto entretenues comme pour le crissement

Méthodes : sur la base d'un BE et de deux TP.

Bibliographie

A. H. Nayfeh, B. Balachandran. , *APPLIED NONLINEAR DYNAMICS: ANALYTICAL, COMPUTATIONAL AND EXPERIMENTAL METHODS*, J. Wiley, 1995
Vidal, Bergé, Pommeau *L'ORDRE DANS LE CHAOS*, Hermann, 1984
Manneville, P. *INSTABILITÉS, CHAOS ET TURBULENCE*, Ecole Polytechnique, 2004

Contrôle des connaissances

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



LE SYSTÈME ÉLECTRIQUE

ELECTRIC POWER SYSTEM

Responsable(s): **Eric VAGNON**

| Cours : 16.0 | TD : 0.0 | TP : 0.0 | Autonomie : 0.0 | BE : 12 | Projet : 0.0 | Langue du cours : FR

Objectifs de la formation

Le système électrique est une infrastructure majeure des sociétés modernes. La libéralisation du secteur ces dernières années a profondément modifié sa gestion dans un grand nombre de pays et notamment en Europe.

L'objectif du cours est donc d'une part de donner les bases techniques permettant de comprendre le fonctionnement du système électrique et d'autre part de présenter l'organisation de celui-ci à travers le rôle et les relations entre les différents acteurs: producteurs, gestionnaires de réseau de transport, responsables d'équilibre et consommateurs.

Mots-clés : Production, transports, gestionnaire de réseau, équilibre production consommation, planification court et long terme

Programme

Le système électrique dans le contexte énergétique
Equilibre production/consommation
Plan de tension
Les différents acteurs du système électrique, leurs rôles et leurs relations dans le contexte de la libéralisation du marché.
La planification du réseau
Analyse de grands incidents
Fonctionnement du marché de l'énergie électrique

Compétences

- Nommer les contraintes et avantages techniques ou économiques d'un système électrique étendu
- Différencier le rôle des différents acteurs du système électrique
- Définir les actions permettant de gérer le système électrique
- Interpréter et expliquer des évolutions observées sur un réseau

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

P. Bastard et al., *ELECTRICITÉ, VOYAGE AU COEUR DU SYSTÈME.*, Eyrolles, 1999

Contrôle des connaissances

Note = 70% savoir + 30% savoir-faire



LES TURBINES POUR LA PRODUCTION D'ÉNERGIE

POWER PLANT TURBINE TECHNOLOGY

Responsable(s): Pierre DUQUESNE, Alexis GIAUQUE

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

Objectifs de la formation

On s'intéressera dans ce cours aux différents types et assemblages de turbomachines utilisées pour la production d'énergie actuelle et future, en réseau ou locale. On analysera les différentes ressources, les types, géométries et dimensions de turbomachines associées et leur mode de fonctionnement. L'extraction directe de l'énergie contenue dans le vent (les éoliennes), dans les cours d'eau ou dans les chutes d'eau (les turbines hydrauliques) représente une part de cette production. Une autre partie provient d'assemblages de constituants (compresseurs, turbines et sources de chaleur) communément dénommés turbine à gaz ou turbine à vapeur, pouvant produire simultanément chaleur et énergie mécanique (ou

Mots-clés : Production d'énergie, Turbines hydrauliques, Éolienne, Turbine à gaz, Turbine à vapeur

Programme

- Turbines hydrauliques : géométries (turbines à action et à réaction, Francis, Kaplan, Pelton), échanges d'énergie (équation d'Euler), rendement, lois de similitude, phénomène de cavitation
- Éoliennes : géométrie, taille, nombre de pales, puissance récupérable (loi de Betz), régulation.
- Turbines à gaz : introduction à la production d'énergie à partir d'une source de chaleur, formes d'énergie échangée dans les différents composants (notions de travail utile et de variables d'arrêt), représentation graphique des transformations, description des composants.

Compétences

- Comprendre la génération d'énergie à partir d'une turbomachine
- Savoir dimensionner une turbine hydraulique
- Savoir dimensionner une éolienne
- Savoir calculer un cycle de turbine à gaz et à vapeur

Travail en autonomie

Objectifs : Savoir expliquer le fonctionnement d'une turbine Pelton, d'une turbine à gaz ou d'une éolienne à partir du TP.

Méthodes :

Bibliographie

Contrôle des connaissances

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



MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

CONSTRUCTION MATERIALS

Responsable(s): **Eric VINCENS**

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

Objectifs de la formation

C'est une révolution qui se prépare dans les métiers de la construction : celle du nécessaire usage de techniques constructives plus frugales, c'est-à-dire plus économes en énergie grise, moins impactantes pour l'environnement et une ponction moindre sur les ressources naturelles grâce à une capacité des matériaux à être recyclés ou mieux réutilisés.

C'est ainsi que, à côté des techniques conventionnelles, telles que la construction métallique ou le béton armé sont amenées à émerger des techniques plus confidentielles comme la construction en bois ou en paille et des

Mots-clés : granulats, liants, béton, acier, bois, terre, pierre sèche

Programme

Nous aborderons tour à tour les matériaux conventionnels tels que les granulats, les liants tels que les ciments, plâtre, chaux, les bétons (courants, hautes ou très hautes performances, fibrés, autoplaçants, bas carbone), les aciers de construction ou le bois, et les matériaux ou techniques constructives non conventionnelles telles que la paille, terre crue et pierre sèche.

L'emploi des matériaux conventionnels sera remplacé dans son contexte industriel et normatif, on insistera sur l'action de l'environnement qui tend à altérer ou modifier leurs propriétés tant physiques que mécaniques.

Compétences

- savoir identifier et caractériser les matériaux
- connaître les problèmes de durabilité des matériaux dans leur environnement

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

G. Dreux, *NOUVEAU GUIDE DU BÉTON ET DE SES CONSTITUANTS*, Eyrolles, , 1998
Acovitsioti-Hameau, Ada; Cagin, Louis *PIERRE SÈCHE : THÉORIE ET PRATIQUE D'UN SYSTÈME TRADITIONNEL DE CONSTRUCTION*, Eyrolles, 2017
Ulrich Röhlen, Christof Ziegert, Catherine Lattucald *CONSTRUIRE EN TERRE CRUECONSTRUCTION, RÉNOVATION, FINITIONS*, Le Moniteur Editions, 2013

Contrôle des connaissances

- Microtests (QCM) sans documents
- Test final sous forme de QCM sans documents
Note finale = 2/3 test final +1/3 activités de (microtests+TP)



MATIÈRE MOLLE : NANOSYSTÈMES ET INTERFACES BIOLOGIQUES

SOFT MATTER

Responsable(s): Denis MAZUYER

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

Objectifs de la formation

De nombreux systèmes moléculaires complexes (synthétiques ou naturels) sont utilisés, en très petite quantité pour contrôler des fonctions telles que la détergence, l'anti-givrage, le ciblage thérapeutique,.. par une réponse forte à un signal de commande (électrique, thermique ou mécanique) faible. Leur élaboration passe par un état divisé de la matière avec de grandes interfaces entre liquides non miscibles ou entre liquides et solides, difficile à stabiliser et à conditionner. Le cours présente les processus régissant la dynamique de cet état dit "colloïdal" et les propriétés physico-chimiques et rhéologiques d'objets courants (lubrifiants, médicaments, aliments, cosmétiques, cellules) pour des applications allant de la biotechnologie au génie civil.

Mots-clés : Mouillage, adhésion, rhéologie, colloïdes, biotechnologies, physico-chimie des interfaces, polymères en solution, auto-assemblage

Programme

- I. L'état colloïdal : Définition, classification et propriétés des systèmes colloïdaux, Systèmes moléculaires organisés
- II. Physico-chimie colloïdale : Dispersions, émulsions et applications biomédicales, Colloïdes en diagnostic et biotechnologies, Mouillabilité et forces intermoléculaires
- III. Polymères en solutions : Conformation des polymères: rôle du solvant, Polymères aux interfaces et application à la stabilité colloïdale
- IV. Propriétés d'écoulement de la matière molle : Introduction à la rhéologie - expériences et modèles, Rhéologie des suspensions diluées et concentrées et effets des interactions colloïdales

Compétences

- Être capable de comprendre l'influence de la structure milieu colloïdal sur leurs propriétés et de modifier leurs surfaces pour leur conférer une fonctionnalité souhaitée
- Obtenir une compréhension théorique de la physique de la matière molle
- Concevoir des micro-systèmes fabriqués à partir de blocs colloïdaux ainsi que des émulsions ou de dispersions stables.
- Avoir un aperçu global de certaines techniques expérimentales pertinentes pour l'étude de la physique de la matière molle.

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

- P.-G. de Gennes,, *SCALING CONCEPTS IN POLYMER PHYSICS*, Cornell University Press, 1979
P. Coussot, J.-L. Grossiord *COMPRENDRE LA RHÉOLOGIE*, EDP Sciences, 2002
P. Coussot, C. Ancey *RHÉOPHYSIQUE DES PÂTES ET DES SUSPENSIONS*, EDP Sciences, 1999

Contrôle des connaissances

Note = 2/3 savoir + 1/3 savoir-faire

Note de savoir = 50% examen terminal + 50% contrôle continu



MÉTHODES NUMÉRIQUES POUR LES EDP

NUMERICAL METHODS FOR PDES

Responsable(s): Grégory VIAL, Alexandre SAIDI, Céline HARTWEG-HELBERT, Hélène

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

Objectifs de la formation

Le but du cours est de présenter les principales approches actuelles pour la résolution numérique des équations aux dérivées partielles (EDP). Il s'agit moins de proposer une liste exhaustive des techniques effectivement utilisées dans les codes professionnels, que de donner les repères mathématiques et numériques pour la construction et l'analyse des méthodes les plus courantes. La programmation effective de certaines méthodes lors de séances de BE permettra aux élèves de se sensibiliser aux aspects pratiques de mise en œuvre. D'autres BE seront consacrés à l'utilisation de logiciels de recherche, illustrant la résolution complète de problèmes plus complexes.

Mots-clés : Méthodes numériques. Calcul scientifique. Équations aux dérivées partielles.

Programme

Chapitre 1. Rappels sur les EDP linéaires et les méthodes aux différences finies

Chapitre 2. Méthodes d'éléments finis

Chapitre 3. Approximation numérique pour les lois de conservation scalaires

Compétences

- Savoir reconnaître la nature d'une EDP et les enjeux de son approximation numérique
- Connaître les principes des principales familles de méthodes d'approximation des EDP
- Reconnaître les comportements des méthodes dans leurs limites d'utilisation
- Être capable de mettre en œuvre les méthodes d'approximation pour des problèmes modèles

Travail en autonomie

Objectifs : Implémenter les méthodes numériques sur des exemples simples, mais représentatifs. Les trois BE permettent de commencer le travail, qui est terminé en autonomie.

Méthodes :

Bibliographie

- A. Ern, J.-L. Guermond, *ELEMENTS FINIS : THEORIE, APPLICATIONS, MISE EN ŒUVRE. MATHÉMATIQUES ET APPLICATIONS*, Springer, 2002
- B. Despres, F. Dubois *SYSTEMES HYPERBOLIQUES DE LOIS DE CONSERVATION : APPLICATION A LA DYNAMIQUE DES GAZ.*, Ecole Polytechnique, 2005

Contrôle des connaissances

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



MÉTHODES VARIATIONNELLES POUR LES EDP

VARIATIONAL METHODS FOR PDES

Responsable(s): **Martine MARION**

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

Objectifs de la formation

Les méthodes variationnelles ou méthodes d'énergie sont fondamentales dans l'étude des équations aux dérivées partielles (ou EDP) linéaires et surtout non linéaires. Elles reposent sur des estimations des solutions dans des espaces fonctionnels adaptés et sur l'utilisation d'outils puissants d'analyse fonctionnelle.

Le but de ce cours est de

- présenter les notions fondamentales d'analyse à la base de ces méthodes
- montrer comment elle peuvent être utilisées pour étudier des EDP stationnaires (dites elliptiques) ainsi que des EDP d'évolution (dites paraboliques).

Mots-clés : Equations aux dérivées partielles, solutions faibles, problèmes linéaires et non linéaires, méthodes variationnelles

Programme

- Chapitre 1. Espaces de Sobolev
 - Notions sur les distributions
 - Théorèmes de trace et de densité
- Chapitre 2. Problèmes aux limites elliptiques linéaires
 - Méthodes variationnelles
 - Problèmes aux valeurs propres
- Chapitre 3. Problèmes elliptiques non linéaires
 - Topologie faible
 - Méthode de Galerkin

Compétences

- Acquérir les notions d'analyse permettant l'étude des EDPs Savoir les appliquer à divers problèmes

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. Brézis, *ANALYSE FONCTIONNELLE*, Dunod, 2005
- R. Dautray et J.L. Lions *ANALYSE MATHÉMATIQUE ET CALCUL NUMÉRIQUE*, Dunod, 1988
- R. Temam *THEORY AND NUMERICAL ANALYSIS OF THE NAVIER-STOKES EQUATIONS*, North Holland, 1979

Contrôle des connaissances

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



MÉCANIQUE DES MATÉRIAUX ET STRUCTURES COMPOSITES

MECHANICS OF COMPOSITE MATERIALS AND STRUCTURES

Responsable(s): **Mohammed ICHCHOU, Marc JACOB, Olivier BAREILLE**

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

Objectifs de la formation

L'objectif de ce module est de fournir une description détaillée des matériaux et structures composites. Ces matériaux sont en effet de plus en plus employés dans de nombreux secteurs industriels et offrent de nombreux avantages qu'il convient de maîtriser. Le module discutera ainsi des modèles des structures composites souvent utilisées. Il abordera également le comportement dynamique de ces structures. Enfin, les mécanismes d'endommagements seront exposés.

Mots-clés : anisotropie
les laminés
les structures sandwichs
homogénéisation

Programme

Matériaux et structures composites
Modèles structuraux
Modèles tridimensionnels
Théorie des Laminées
Structures Sandwich
Homogénéisation
Comportement dynamique
Endommagements

Compétences

- connaître les types de composites connaître les modèles théorie de l'homogénéisation mécanismes d'endommagements

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

Carl T. Herakovich, *MECHANICS OF FIBROUS COMPOSITES*, John Wiley & Sons, 2004
J.N. Reddy *MECHANICS OF LAMINATED COMPOSITE PLATES*, CRC Press, 1997
D. Gay, S. V. Hoa, S. W. Tsai *COMPOSITE MATERIALS: DESIGN AND APPLICATIONS*, CRC Press, 2003

Contrôle des connaissances

Contrôle continu pendant les séances de TP/BE (33%)
Test écrit (34%)
Travail personnel en autonomie (33%)



MICROSYSTÈMES AUTONOMES

AUTONOMOUS MICROSYSTEMS

Responsable(s): Ian O CONNOR, Pedro ROJO ROMEO

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

Objectifs de la formation

Les avancées spectaculaires dans le domaine des micro-nano-technologies ont ouvert la voie à l'intégration de fonctionnalités extrêmement diverses dans un volume de l'ordre du mm³. Les microsyntèmes autonomes, s'appuyant sur cette intégration et à la base de l'émergence de réseaux de capteurs et l'Internet des Objets, ne nécessitent pas d'apport externe énergétique, sont capables de communiquer sans fil et intègrent des capteurs/actuateurs ainsi que des circuits de traitement de l'information. Leurs applications sont nombreuses : systèmes de capteurs / actuateurs distribués dans l'automobile, le génie civil, la santé, les chaînes de production ...

Mots-clés : technologies micro-nano-électroniques, capteurs / actuateurs, récupération d'énergie, conception faible consommation

Programme

Introduction aux principes des technologies microélectroniques
Description des technologies spécifiques des capteurs / actuateurs intégrés, applications
Récupération d'énergie ambiante
Conditionnement électronique du signal
Contraintes liées à l'intégration nanométrique (thermique, mécanique, bruit, ...)

TP : Introduction aux micro-nanotechnologies en salle blanche

TP : Conception d'un bloc d'amplification CMOS faible bruit, faible consommation, faible tension

Compétences

- Comprendre les enjeux et les principes des microsyntèmes autonomes
- Connaître les techniques de fabrication et les principes de fonctionnement des microcapteurs intégrés
- Etre capable d'analyser un circuit intégré de conditionnement du signal issu d'un capteur
- Connaître les techniques de récupération d'énergie (mécanique, thermique, photovoltaïque) à l'échelle intégrée

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

S. Senturia, *MICROSYSTEM DESIGN*, Springer, 2000

N. Maluf *AN INTRODUCTION TO MICROELECTROMECHANICAL SYSTEMS ENGINEERING*, Artech, 2004

Contrôle des connaissances

Savoir (contrôle écrit 2h sans documents) : coefficient 0.5

Savoir-faire (TPs, BE) : coefficient 0.5



MOD PARCOURS ENTREPRENEUR 1

ENTREPRENEURIAL COACHING 1

Responsable(s): **Thierry FARGERÉ, Sylvie MIRA**

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

Objectifs de la formation

Accompagner les élèves porteurs de leur projet entrepreneurial à avancer sur la définition de leur modèle économique, la connaissance de leur marché et la caractérisation de leur offre.

Transmettre des compétences en matière de droit de la création d'entreprise, finance entrepreneuriale, négociation, communication et pitch entrepreneurial

Mots-clés : Création d'entreprise, modèle économique, lean start up

Programme

Création d'entreprise : modalités et processus
Analyse de marché : clients, concurrents, chaîne de valeur et variables d'évolution
Modèle économique : modèle de revenu et organisation des ressources
Communication et négociation

Compétences

- Manager un projet de création d'entreprise
- Identifier son marché et la stratégie de pénétration
- Construire une offre différenciée
- Vendre son projet à l'écrit et à l'oral : le business plan et le pitch

Travail en autonomie

Objectifs : Travail sur projet, interviews, prototypage

Méthodes :

Bibliographie

Osterwalder A., Pigneur Y, *BUSINESS MODEL GENERATION: A HANDBOOK FOR VISIONARIES, GAME CHANGERS, AND CHALLENGERS*, Wiley, 2010
Ries E *THE LEAN STARTUP: HOW CONSTANT INNOVATION CREATES RADICALLY SUCCESSFUL BUSINESSES*, Penguin, 2011
Masterson AK *BUSINESS MODEL GENERATION: THE BLUEPRINTS EVERY ENTREPRENEUR IN EVERY INDUSTRY NEEDS TODAY TO ACHIEVE MAXIMUM PROFITS*, CreateSpace

Contrôle des connaissances

Business plan et pitch



MOD PARCOURS ENTREPRENEUR 2

ENTREPRENEURIAL COACHING 2

Responsable(s): **Thierry FARGERÉ, Alexandre SAIDI, Sylvie MIRA**

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

Objectifs de la formation

Accompagner les élèves porteurs de leur projet entrepreneurial à avancer sur la définition de leur modèle économique, la connaissance de leur marché et la caractérisation de leur offre.

Transmettre des compétences en matière de droit de la création d'entreprise, finance entrepreneuriale, négociation, communication et pitch entrepreneurial

Mots-clés : Création d'entreprise, modèle économique, lean start up

Programme

Création d'entreprise : modalités et processus
Analyse de marché : clients, concurrents, chaîne de valeur et variables d'évolution
Modèle économique : modèle de revenu et organisation des ressources
Communication et négociation

Compétences

- Manager un projet de création d'entreprise
- Identifier son marché et la stratégie de pénétration
- Construire une offre différenciée
- Vendre son projet à l'écrit et à l'oral : le business plan et le pitch

Travail en autonomie

Objectifs : Travail sur projet, interviews, prototypage

Méthodes :

Bibliographie

Osterwalder A., Pigneur Y, *BUSINESS MODEL GENERATION: A HANDBOOK FOR VISIONARIES, GAME CHANGERS, AND CHALLENGERS*, Willey, 2010
Ries E *THE LEAN STARTUP: HOW CONSTANT INNOVATION CREATES RADICALLY SUCCESSFUL BUSINESSES*, Penguin, 2011
Masterson AK *BUSINESS MODEL GENERATION: THE BLUEPRINTS EVERY ENTREPRENEUR IN EVERY INDUSTRY NEEDS TODAY TO ACHIEVE MAXIMUM PROFITS*, CreateSpace

Contrôle des connaissances

Business plan et pitch



MOD PARCOURS INTRAPRENEUR 1

BUSINESS DEVELOPMENT 1

Responsable(s): Marie GOYON

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

Objectifs de la formation

Former des pilotes de projets innovant en entreprise capables de relever les défis de demain, les mutations systémiques, que ce soit dans l'environnement, l'économie, le social... Les innovations qui peuvent répondre à ces problématiques transversales ne peuvent être centrées sur une approche mono-disciplinaire.

L'approche est centrée sur le projet : apprentissage par le faire, DIY et DIWO : les élèves travaillent en groupes projet sur des sujets proposés par des entreprises. Approche de l'open innovation, ses différentes configurations et écosystèmes. Approfondissement des méthodes et postures vues en métier IIE.

Une formation intrapreneuriale à l'innovation pour répondre aux mutations actuelles du monde économique,

Mots-clés : intrapreneuriat, innovation, pilotage de projet,

Programme

Formation par le projet, en équipes, à partir d'un « brief », sujet donné par l'entreprise. Modules de cours, coaching et applicatifs sur projet. Collaboration interne avec équipe projet entreprise (rdv, réunions, visites...).

Cours : approfondissement Métier IIE. (Design thinking, Business modèles, Enquêtes terrain, réseaux d'acteur...). Apports complémentaires en Open innovation (témoignages, études de cas). Prototypage, fablab.

Compétences

- • Savoir évaluer la faisabilité sociale, technique et économique d'un concept puis d'une solution. Itérer, tester, réaliser une maquette numérique, un prototype, un scénario d'usage, évaluer une faisabilité économique, un degré de désirabilité et un potentiel d'usage.
- • Savoir travailler en environnement pluridisciplinaire. Développer des compétences de médiation, communication, organisation et pilotage de projet en équipes multi-métiers.
- • Savoir travailler en environnement pluridisciplinaire. Développer des compétences de médiation, communication, organisation et pilotage de projet en équipes multi-métiers.

Travail en autonomie

Objectifs : Projet : planification, pilotage, etc...

Méthodes : Projet

Bibliographie

Contrôle des connaissances

Rapport et évaluations orales



MOD PARCOURS INTRAPRENEUR 2

BUSINESS DEVELOPMENT 2

Responsable(s): **Marie GOYON**

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

Objectifs de la formation

Formation au pilotage de projets innovants en interne entreprises.

Une approche globale, cours, coaching et autonomie: Observer les usages et les enjeux internes et externes d'une innovation, développer une idée, la confronter aux réalités, choisir une technologie, composer une offre, définir un business model, préconiser des process, monter un projet, identifier des ressources, fédérer un réseau d'acteurs, assurer un reporting...

Mots-clés : intrapreneuriat, innovation, pilotage, communication, projet, agilité

Programme

Les élèves travaillent sur des projets réels avec des porteurs de projet, en collaborant avec les équipes internes. Séquences en entreprise et enquêtes terrain.

Cours et coaching.

Cours : approfondissement du Métier IIE et Apports Open innovation (témoignages et études de cas), approfondissements enquêtes et prototypage (fablab)

Compétences

- • Savoir travailler en environnement pluridisciplinaire. Développer des compétences de médiation, communication, organisation et pilotage de projet en équipes multi-métiers.
- • Savoir évaluer la faisabilité sociale, technique et économique d'un concept puis d'une solution. Itérer, tester, réaliser une maquette numérique, un prototype, un scénario d'usage, évaluer une faisabilité économique, un degré de désirabilité et un potentiel d'usage.
- • Savoir comprendre les enjeux des évolutions techniques, sociétales, sociales, environnementales en cours ... et projeter les changements à venir. Veille, recherche,

Travail en autonomie

Objectifs : Pilotage de projet, équipe, communication, reporting, planification

Méthodes : Projet

Bibliographie

Contrôle des connaissances

Rapport et évaluation orales



NANOPHOTONIQUE

NANOPHOTONICS

Responsable(s): Emmanuel DROUARD, Christelle MONAT

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

Objectifs de la formation

La photonique a connu des développements importants dans l'émission de la lumière, son traitement, son transport et sa détection, appliqués dans de nombreux secteurs. Les progrès technologiques, notamment issus de la microélectronique, pour la réalisation de dispositifs micrométriques, ont permis la mise en œuvre de nouveaux concepts d'optique intégrée pour le contrôle de la lumière, qui sont aujourd'hui couramment utilisés. Les recherches actuelles, très actives, sur les dispositifs submicrométriques, tels les cristaux photoniques, bénéficieront à des secteurs à fort potentiel : information et communications, biologie, énergie. Le but de ce cours est de donner les bases physiques communes à ces nouvelles technologies, afin de pouvoir aborder la

Mots-clés : Biréfringence, Guide d'onde, Cristal Photonique, Optique non linéaire

Programme

Polarisation de la lumière
Optique guidée planaire (M)
Optique intégrée & Fibre optiques (M)
Cristaux photoniques & Nanophotonique: principes et perspectives d'applications
Optique non linéaire: effet Kerr optique, doublage de fréquence, conversion de longueur d'onde. (M)

Pour un thème, illustration par un intervenant extérieur.

2 TP: Simulations « Finite Difference Time Domain » de composants d'optique intégrée,

Compétences

- être capable de décrire la propagation de la lumière dans un matériau biréfringent
- comprendre et utiliser les effets du profil d'indice et de la longueur d'onde sur les modes guidés
- comprendre et savoir utiliser les propriétés de dispersion des structures micro-nanophotoniques
- comprendre l'origine de phénomènes d'optique non linéaire et comment les appliquer à du traitement tout optique de l'information

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

B.E. A . Saleh, M. C Teich, *FUNDAMENTAL OF PHOTONICS*, Wiley, 2007
H. Rigneault, J.M. Lourtioz *LA NANOPHOTONIQUE*, Lavoisier, 2005

Contrôle des connaissances

70% savoir (test écrit final), 30% savoir faire (TP/BE)



NANOTECHNOLOGIES

NANOTECHNOLOGIES

Responsable(s): **Magali PHANER GOUTORBE, Emmanuelle LAURENCEAU**

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

Objectifs de la formation

Les nanosciences et nanotechnologies traitent de la compréhension des propriétés spécifiques de structures à l'échelle nanométrique, ainsi que de l'élaboration et de la caractérisation de ces nanostructures. Les nanotechnologies permettent de repousser les limites de la miniaturisation et d'engendrer de nouvelles applications et de nouvelles fonctionnalités en microélectronique, photonique, science des matériaux, biologie avec des applications en médecine, en énergie et concernant les enjeux environnementaux

Cet enseignement présente les propriétés spécifiques des nanostructures et nanomatériaux, ainsi que les outils d'observation et d'élaboration à l'échelle nanométrique.

Mots-clés : Physique des systèmes de faible dimensionnalité, Microscopies électroniques et en champ proche, Nanolithographie, Nanomatériaux, Nanoélectronique et Nanophotonique, Nanobiotechnologies, Nanotechnologie pour l'énergie et l'environnement.

Programme

Introduction aux nanosciences et nanotechnologies.

Applications des nanotechnologies dans les objets de tous les jours et de demain (smartphone, nanorobot, nanocapsule médicale, pour l'énergie et l'environnement ...)

Techniques d'observation et de caractérisation des nanostructures.

Procédés de fabrication nanolithographie.

Nanomatériaux, nanofils et nanoparticules.

Nanoélectronique, électronique moléculaire, transistor à un électron.

Nanophotonique.

Compétences

- Maîtriser les enjeux des nanotechnologies dans les domaines des technologies de l'information, des matériaux, de la médecine, de l'énergie et de l'environnement. Comprendre les phénomènes physiques des structures de faible dimensionnalité. Réfléchir aux développements futurs des nanotechnologies.

- Approfondir la compréhension d'une technique d'élaboration de nanostructures par la participation à la fabrication d'un échantillon type. Approfondir la compréhension d'une technique de caractérisation de nanostructures par la participation à l'observation à l'échelle nanométrique de ce même échantillon.

Travail en autonomie

Objectifs : Approfondir la connaissance du cours

Acquérir des connaissances sur un domaine des nanotechnologies peu ou pas abordé en cours

Travailler en groupe (4-5 élèves)

Méthodes : Revoir les notions abordées en cours

Créer des vidéos pédagogiques sur un domaine d'application peu abordé en cours à partir d'articles scientifiques et avec l'aide du pôle pédagogie

Bibliographie

M. LAHMANI, C. BRECHIGNAC, P. HOUDY, *LES NANOSCIENCES. TOME 1: NANOTECHNOLOGIES ET NANOPHYSIQUE. EDITIONS BELIN, 2004.*, Editions Belin, 2004

M. LAHMANI, C. BRECHIGNAC, P. HOUDY. *LES NANOSCIENCES. TOME 2: NANOMATÉRIAUX ET NANOCHIMIE.*, Editions Belin, 2006

M. LAHMANI, C. BRECHIGNAC, P. HOUDY. *LES NANOSCIENCES. TOME 3: NANOBIOTECHNOLOGIES ET NANOBIOLOGIE.*, Editions Belin, 2007

Contrôle des connaissances

Note : 50% savoir, 50% savoir faire

Savoir : 50% Examen + 50% contrôle continu

Savoir-faire : 100% contrôle continu



OCÉANOGRAPHIE : CONCEPTS GÉNÉRAUX ET ÉTUDES DE CASS

OCEANOGRAPHY : GENERAL CONCEPTS AND CASE STUDIES

Responsable(s): Louis GOSTIAUX, Pietro SALIZZONI

| Cours : 16 | TD : 0 | TP : 0.0 | Autonomie : 0.0 | BE : 12 | Projet : 0.0 | Langue du cours : AN

Objectifs de la formation

Nous allons aborder ici différents aspects des sciences de l'océan en lien avec les domaines de spécialisation des étudiants présents : mathématiques (analyse de signaux, modèles et prédictions), physique-chimie (mécanique des fluides, thermodynamique) et énergétique (bilans globaux, géo-ingénierie). L'étude des océans occupe une place majeure au regard des enjeux environnementaux, économiques et stratégiques du XXIème siècle. Des BE applicatifs viendront compléter cette formation sur des cas concrets et des jeux de données réels.

Mots-clés : Océanographie, Physique, Mécanique des Fluides, Analyse de données, Énergie, Écologie

Programme

«The planetary ocean» (2x2h + BE1) Grandeurs caractéristiques, bassins, système Terre. Pression et niveau des océans. Propriétés de l'eau, stratification. Différences milieux côtier et hauturier.
«The moving ocean» (3x2h + BE2) Ondes de surfaces. Marées. Ondes internes. Courants de gravité. Ondes intertielles, de Rossby et de Kelvin. Couches d'Ekman. Vorticité. Circulation Globale. Théorie de Stommel. El Niño.
«The living ocean» (1x2h) Écosystèmes. Nutriments et turbulence.
«The energetic ocean» (2x2h + BE3) Bilan énergétique, forçage et dissipation. Modèles. Énergie thermique et marémotrice. Minerais, forages.

Compétences

- Maîtriser les notions de base en océanographie, en lien avec les connaissances acquises au cours des années précédentes.
- Prendre en main des jeux de données institutionnels et les utiliser pour analyser une zone d'étude maritime donnée.
- Interpréter des mesures in situ au regard des connaissances acquises dans ce cours; mobiliser d'autres sources d'information.
- Avoir une vision globale du milieu marin, des différents facteurs physiques, chimiques, biologiques à prendre en compte pour l'appréhender.

Travail en autonomie

Objectifs : [BE1] «The planetary ocean» : chaque groupe étudie une zone géographique différente (topographie, masses d'eau, courants grande échelle, marées).
[BE2] «The moving ocean» : on détaille un processus physique de cette zone.
[BE3] «The energetic ocean» : les aspects énergétiques de la zone d'étude seront abordés, d'un point de vue local ou global suivant la zone.

Méthodes : Ces BE se tiendront au SkyLab pour bénéficier des possibilités de visualisation de données sur écran et susciter le travail collaboratif. Les élèves apprennent dès la première séance à trouver les jeux de données publics (topographie, courants, marées, colonne d'eau, mesures in situ) nécessaires à l'analyse.

Bibliographie

- [1] Adrian E. Gill, *ATMOSPHERE-OCEAN DYNAMICS*, Academic Press (London), 1982
- [2] Michèle Fieux *THE PLANETARY OCEAN*, EDP Sciences, Les Ulis, France, 2017
- [3] Mark W. Denny *HOW THE OCEAN WORKS : AN INTRODUCTION TO OCEANOGRAPHY*, New Jersey : Princeton University Press, 2011

Contrôle des connaissances

Note = 60% savoir + 40% savoir-faire

- Note de savoir = 66% examen terminal + 34% contrôle continu (QCM)
- Note de savoir-faire = 100% contrôle continu (trois compte-rendus de BE)



PARCOURS BÂTIMENT ET ARCHITECTURE

BUILDING & ARCHITECTURE

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

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

Objectifs de la formation

Ce parcours est seulement accessible aux élèves des filières "Bâtiments & Infrastructures (BI)" de l'option "Transition Ecologique & Territoires (TET)", et aux étudiant.e.s en M2 Génie Civil. Il vise à donner des outils scientifiques et techniques en amont pour pouvoir appréhender très rapidement et être force de proposition dans le cadre du projet d'option réalisé en collaboration avec l'ENSAL. Ce parcours permet aussi d'avancer certains cours de filières pour pouvoir être opérationnel plus rapidement sur le projet d'option.

Mots-clés : Structures à ossatures ; bois ; acier

Programme

Partie 1 : Structures à ossatures
Partie 2 : Ouvrages d'art

Compétences

- Savoir modéliser une structure à ossatures
- Savoir déterminer et comprendre le cheminement des efforts dans un ouvrage
- Savoir appréhender l'interaction existant structure et enveloppe

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 = 67% savoir + 33% savoir-faire
Note de savoir = 100% examen terminal + 0% contrôle continu
Note de savoir-faire = 0% examen terminal + 100% contrôle continu,



PROPAGATION DES ONDES ÉLASTIQUES

ELASTIC WAVE PROPAGATION

Responsable(s): **Sebastien BESSET, Marc JACOB**

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

Objectifs de la formation

Dans le domaine de la Vibro-acoustique, la maîtrise du comportement des structures se heurte à la difficulté d'utiliser la méthode des éléments finis. La vision ondulatoire apparaît alors indispensable et constitue la base de nombreuses méthodes d'analyse utilisées dans l'industrie. Sa mise en oeuvre dans le domaine des transports a permis d'optimiser le confort vibro-acoustique des véhicules. Dans le domaine du Génie Civil, le calcul du comportement vibro-

Mots-clés : Propagation, vibro-acoustique, rayonnement, sismique, milieux stratifiés, couplage fluide-structure, couplage sol-structure

Programme

I - Introduction : Propagation d'un milieu mono-dimensionnel - Ondes harmoniques - Flux de puissance
II - Analyse des ondes dans les solides : Propagation dans un espace fini - Propagation dans un demi-espace - Ondes dans les milieux stratifiés - Guide d'ondes - Cas des milieux périodiques
III - Analyse vibro-acoustique : Comportement non-modal des structures - Formulation Intégrales

Compétences

- Comprendre les principaux phénomènes vibro-acoustiques
- Maîtriser les échanges d'énergie vibratoire entre les milieux élastiques
- S'initier aux outils de calculs vibro-acoustiques utilisés en conception mécanique
- Comprendre les règles de dimensionnement parasismique

Travail en autonomie

Objectifs : Apprendre et approfondir une partie du cours via une analyse bibliographique et une réflexion sur un problème d'application.

Méthodes :

Bibliographie

A. Bedford & D.S. Drumheller, *INTRODUCTION TO ELASTIC WAVE PROPAGATION*, Wiley, 1994
F.E. Richard, JR Hall & R.D. Woods *VIBRATIONS OF SOILS AND FOUNDATION*, Prentice Hall, 1970
James F. Doyle *WAVE PROPAGATION IN STRUCTURES. SPECTRAL ANALYSIS USING FAST DISCRETE FOURIER TRANSFORMS - SECOND EDITION*, Springer, 1997

Contrôle des connaissances

Bureaux d'étude
Etude de document scientifique



PHYSIOLOGIE HUMAINE ET BIOTECHNOLOGIES

HUMAN PHYSIOLOGY AND BIOTECHNOLOGY

Responsable(s): **Emmanuelle LAURENCEAU**

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

Objectifs de la formation

L'objectif est de mettre à niveau les connaissances de base en physiologie et de permettre la compréhension des mécanismes de communication et de régulation de l'organisme. L'intégration entre les différentes fonctions sera abordée à partir d'exemples concrets pour les applications biomédicales en s'appuyant sur l'étude de systèmes tels que les systèmes cardiovasculaire et respiratoire.

Une seconde partie permettra d'approcher le fonctionnement d'une cellule vivante dans son milieu naturel et d'appréhender les potentialités des cellules et des biomolécules qui les composent dans les secteurs de la santé. L'accent sera mis sur le lien entre structure, environnement et aptitude à remplir une fonction biologique. Le

Mots-clés : Cellules, biologie moléculaire, systèmes respiratoire et cardiovasculaire, applications biomédicales

Programme

Organisation de la cellule vivante
Organisation du corps humain : Systèmes cardio-vasculaire, immunitaire
Mécanismes biologiques fondamentaux
Les cellules dans leur environnement
TP : Analyse de la croissance cellulaire
BE : Pharmacologie
BE : Analyse de la fonction cardiaque par imagerie

Compétences

- Connaître les bases en biologie cellulaire et moléculaire Comprendre le fonctionnement du corps humain et les relations structure-fonction biologique Appréhender les enjeux dans le secteur de la santé Appliquer les connaissances à la résolution d'une problématique

Travail en autonomie

Objectifs : Préparation des connaissances de bases nécessaires pour chaque cours

Méthodes : Mise à disposition d'un polycopié de cours

Bibliographie

Alberts Bruce M. (Collab.) Johnson Alexander (Collab.) Lewis Julian (Collab.), *BIOLOGIE MOLÉCULAIRE DE LA CELLULE*, Flammarion Médecine-Sciences, 2004
Étienne Jacqueline *BIOCHIMIE GÉNÉTIQUE, BIOLOGIE MOLÉCULAIRE*, Masson, 2006
Silverthorn Dee Unglaub *PHYSIOLOGIE HUMAINE*, Pearson education, 2007

Contrôle des connaissances

Evaluation de TP = savoir-faire
Evaluation de BE = méthodologie
Examen final = savoir



PHYSIQUE DES ÉCOULEMENTS TURBULENTS

PHYSICS OF TURBULENT FLOWS

Responsable(s): **Christophe BAILLY, Christophe BOGEY, Marc JACOB**

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

Objectifs de la formation

Le cours introduit différents aspects de la physique des écoulements turbulents et de la modélisation associée, et illustre de manière pratique un certains résultats récents issus d'études expérimentales et numériques. Les principaux objectifs sont la maîtrise des concepts de base (production/développement de la turbulence, couche limite de turbulence, équilibre local, rôle non local de la vorticité, turbulence homogène et isotrope, théorie de Kolmogorov), le développement de compétences dans la modélisation de la turbulence et dans l'analyse des résultats, ainsi que de fournir d'un aperçu des techniques expérimentales.

Mots-clés : Turbulence, nombre de Reynolds, couche limite turbulente, dynamique de la vorticité, transferts d'énergie, turbulence homogène et isotrope, théorie de Kolmogorov

Programme

1. Quelques propriétés générales de la turbulence, structure turbulente dans l'espace spectral, échelles, moyenne temporelle et ergodicité; 2.  coulement moyen: décomposition de Reynolds, bilan de l'énergie cinétique, fermeture par viscosité turbulente, illustrations; 3.  coulements en conduite et couches limites: loi log., fermeture, phénoménologie; 4. Vorticité: Biot & Savart, déformation,  q. d'Helmholtz, théorie de la distorsion rapide, appariement, enstrophie, hélicité; 5. Turbulence homogène et isotrope: corrélation des vitesses en deux points, échelles de longueur, tenseur spectral, hyp. de Taylor, spectre d'énergie, turbulence isotrope, relation de Karman-Howarth, expériences, Kolmogorov,  q. de Lin; 6. Champs turbulents et visualisation

Compétences

- Connaître la description spatio-temporelle de la turbulence
-  tre capable de décrire et de modéliser quelques écoulements turbulents classiques
- Savoir interpréter le comportement d'écoulements turbulents

Travail en autonomie

Objectifs : Des exercices sont régulièrement proposés (deux au choix dans une liste, faisant appel au traitement du signal ou au développement de modèles simples sous Matlab/Python entre autres, ...

Méthodes : ..., deux séances de travaux pratiques (simulation numérique d'un canal plan et mesures avec un fil chaud dans un jet libre) ainsi qu'un bureau d'étude.

Bibliographie

Bailly, C. & Comte-Bellot, G., *TURBULENCE (IN ENGLISH)*, Springer, ISBN 978-3-319-16159-4, 2015
Davidson, P. A. *TURBULENCE*, Oxford University Press, Oxford, 2004
Pope, S.B. *TURBULENT FLOWS*, Cambridge University Press, Cambridge, 2000

Contrôle des connaissances

Note = 50% savoir + 50% savoir-faire
Note de savoir = 80% exercices + 20% travaux pratiques
Note de savoir-faire = 40% exercices + 60% travaux pratiques



RECHERCHE OPÉRATIONNELLE ET OPTIMISATION

OPERATIONS RESEARCH

Responsable(s): **Abdel-Malek ZINE, Alexandre SAIDI**

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

Objectifs de la formation

Familiariser les élèves avec les techniques d'optimisation et leurs applications en recherche opérationnelle.

Mots-clés : Optimisation, recherche opérationnelle, combinatoire, graphes, Algorithme Simplex, Contraintes, problèmes convexes

Programme

Partie I : présentation de la recherche opérationnelle.
Les problèmes d'Optimisation et de Recherche Opérationnelle
Savoir poser un problème, le formaliser
Théorie de la complexité, classes de complexité
Partie II : Résolution de problèmes à variable continues (A. Zine)
Optimisation sans contraintes et algorithmes
Optimisation avec contraintes et algorithmes
Programmation linéaire et algorithme du simplexe
Partie III : Résolution de problèmes à variables discrètes (A. Saidi)

Compétences

- Familiariser les élèves avec les techniques d'optimisation Algorithmique combinatoire Optimisation et recherche opérationnelle Résolution de Contraintes
- Modéliser mathématiquement des problèmes d'optimisation Créer des algorithmes et résoudre numériquement des problèmes d'optimisation Maîtriser la complexité combinatoire des problèmes d'optimisation Choisir un algorithme de résolution approprié, Savoir spécifier une solution ("Programmation Mathématique")

Travail en autonomie

Objectifs : Modélisation et résolution de problèmes d'optimisation par systèmes linéaires et par systèmes de satisfaction de contrai

Méthodes :

Bibliographie

P. Venkataraman. Applied Optimization with Matlab. Wiley, 2009.
A. Billionnet. Optimisation discrète : De la modélisation à la résolution par des logiciels de progr
Michael Carter, Camille C. Price, Ghaith Rabadi *OPERATIONS RESEARCH: A PRACTICAL INTRODUCTION*, Chapman and Hall/CRC, 2017

Contrôle des connaissances

Savoir : 66%
Savoir Faire (rendus des BEs) : 33%



RECONNAISSANCE ET COMPORTEMENT DES SOLS

SOILS SURVEY AND SOILS BEHAVIOUR

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

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

Objectifs de la formation

Tout aménagement est susceptible de perturber un équilibre naturel et ce risque doit pouvoir être évalué par une connaissance approfondie du site et des outils scientifiques adaptés.

Ce cours a donc pour objectifs :

- de donner aux étudiants les connaissances nécessaires pour définir et réaliser une campagne de reconnaissance des sols d'un site, cette reconnaissance sera complétée par des essais en laboratoire

Mots-clés : sol, sable, argile, instabilité

Programme

Comportement expérimental des sols (argile +sables)
Reconnaissance des sols (essais in situ +laboratoire)
Stabilité des pentes (statique +dynamique)

Compétences

- maîtriser les différents modèles géomécaniques et hydrauliques
- savoir analyser la stabilité des talus et pentes
- comprendre le comportement des sols selon leur nature

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

G. Olivari, *MÉCANIQUE DES SOLS*, ECL-SDEC polycopié
Ph. Mestat *DE LA RHÉOLOGIE DES SOLS À LA MODÉLISATION DES OUVRAGES GÉOTECHNIQUES* , 2000

Contrôle des connaissances

- TPs
- Test de 2h sans documents
note du MOD : $2/3 \cdot \text{test} + 1/3 \cdot \text{TPs}$



REPRÉSENTATION ET MANIPULATION DE DONNÉES STRUCTURÉES

REPRESENTATION AND MANIPULATION OF STRUCTURED DATA

Responsable(s): Daniel MULLER, Alexandre SAIDI

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

Objectifs de la formation

Quelle que soit la technologie sous-jacente, les systèmes d'information s'appuient sur un certain nombre de paradigmes incontournables : structuration des données, usage de métadonnées, vérifications d'intégrité, réutilisation par transformation plutôt que par duplication, échange d'informations structurées entre applications ou modules...

Ce cours s'attache à montrer comment les standards basés sur XML favorisent ou même induisent certains fondamentaux comme l'intégrité des données, l'interopérabilité des applications, voire leur internationalisation, et comment les nombreuses applications qui en découlent s'inscrivent dans cette dynamique au sein de

Mots-clés : Données structurées, XML, DTD, XML Schema, Xpath, XSLT, Webservices

Programme

Introduction à la problématique des systèmes d'information
Structuration des données – XML
Intégrité des informations – validation, DTD, schémas
Interopérabilité – espaces de nommage
Recherche d'information – Xpath, XQuery
Transformations – XSLT
Échange d'informations, Services Web – XML-RPC
Exemples d'applications – SVG, XSL-FO

Compétences

• Compétence 2 "L'ingénieur centralien appréhende, analyse et résout des problématiques relatives à des systèmes" - Composante 1 "Représenter et modéliser"

Travail en autonomie

Objectifs : BE 1 - Conception d'une application XML
BE 2 - Transformations avec XSLT
BE 3 - Focus sur une application (SVG, XSL-FO, ...)

Méthodes : BEs

Bibliographie

Danny Ayers, Liam R.E. Quin, Joe Fawcett, *BEGINNING XML, 5TH EDITION*, Wrox, 2012
Ian Williams *BEGINNING XSLT AND XPATH: TRANSFORMING XML DOCUMENTS AND DATA*, Wrox, 2009
Amelia Bellamy-Royds, Kurt Cagle, Dudley Storey *USING SVG WITH CSS3 AND HTML5*, O'Reilly Media, Inc., 2017

Contrôle des connaissances

50% savoir (Examen final sous forme de QCM), 50% savoir-faire (moyenne des BEs)



RÉSEAUX INFORMATIQUES

COMPUTER NETWORKS

Responsable(s): René CHALON, Alexandre SAIDI

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

Objectifs de la formation

Ce cours expose les principes et les protocoles de base des réseaux informatiques en mettant l'accent sur les protocoles TCP/IP. Les caractéristiques et les architectures des réseaux locaux, moyens et hauts débits ainsi que les protocoles d'Internet sont détaillés de manière systématique et méthodique. Cette approche à la fois conceptuelle et pratique permet à chacun de mieux comprendre l'offre actuelle, l'évolution et les perspectives des réseaux informatiques actuels et futurs.

Mots-clés : réseaux, modèle OSI, Ethernet, Wi-Fi, Internet, IP, TCP, UDP, DNS, HTTP

Programme

Cours :

- 1- Introduction : concepts généraux, modèles OSI et architecture TCP/IP
 - 2- Couche physique : support et transmission des données
 - 3- Réseaux locaux : topologies, Ethernet, WiFi
 - 4- Couche Réseau : notion d'internet, protocole IP, adressage, routage, IPv6
 - 5- Couche transport : TCP, UDP, SCTP
 - 6- Couche application : modèle client/serveur, DNS, messagerie électronique, FTP, World Wide Web
- Bureaux d'étude :

Compétences

- Connaître les principes des réseaux informatiques
- Analyser et concevoir des réseaux locaux Ethernet
- Analyser et concevoir des réseaux basés sur les protocoles TCP/IP

Travail en autonomie

Objectifs : Chaque élève reçoit une licence individuelle du simulateur réseau lui permettant d'effectuer les BE et de concevoir ses propres architectures de réseaux.

Méthodes :

Bibliographie

- G. Pujolle et al., *LES RÉSEAUX*, Eyrolles, 2018
D. Comer *INTERNETWORKING WITH TCP/IP - VOLUME 1, PRINCIPLES, PROTOCOLS AND ARCHITECTURE*, Pearson, 2015
C. Servin *RÉSEAUX ET TÉLÉCOMS*, Dunod, 2013

Contrôle des connaissances

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



SIMULATION NUMÉRIQUE DES ÉCOULEMENTS

NUMERICAL FLOW SIMULATION

Responsable(s): **Christophe CORRE, Fabien GODEFERD, Marc JACOB**

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

Objectifs de la formation

L'objectif du cours est de donner aux étudiants qui le suivent un niveau "utilisateur avancé / développeur novice" de méthodes numériques pour les écoulements, avec un accent mis plus particulièrement sur les écoulements compressibles rencontrés dans les applications aéronautiques et spatiales ainsi que dans des dispositifs de conversion d'énergie. A l'issue du cours, l'étudiant.e doit être en mesure de sélectionner une méthode de résolution adaptée au problème visé et de comprendre son comportement (précision, robustesse). Il/Elle saura également réaliser certains développements simples dans des codes de simulation existants : modification de conditions aux limites ou implémentation d'un nouveau flux numérique.

Mots-clés : Classification des EDP. Méthode des caractéristiques. Différences finies. Volumes finis. Schémas centrés et décentrés. Solveurs de Riemann. Schémas TVD. Maillages structurés et non-structurés. Méthodes spectrales.

Programme

CM1 : Introduction à la CFD. Des travaux pionniers aux enjeux du 21ème siècle.

CM2 et CM3 : Etude de problèmes scalaires : classification des équations, méthode des caractéristiques et méthode des différences finies.

CM4 et CM5 : Extension de schémas aux différences finies pour des problèmes modèles d'advection ou d'advection-diffusion au cas de systèmes non-linéaires : du schéma décentré d'ordre 1 aux schémas de haute résolution

CM6 et CM7 : Schémas volumes finis en maillages structurés et non-structurés. Des équations d'Euler en maillage cartésien aux équations de Navier-Stokes en maillage triangulaire.

Compétences

- Compréhension des enjeux actuels de la simulation numérique des écoulements (Computational Fluid Dynamics / CFD). Mise en œuvre de la méthode des caractéristiques pour l'analyse de solution exactes de lois de conservation scalaires. Etude de l'erreur de troncature et du facteur d'amplification d'un schéma aux différences finies pour des problèmes modèles d'advection, de diffusion et d'advection-diffusion en une et plusieurs dimensions d'espace. Implémentation d'un flux numérique dans un code de résolution de l'équation du trafic routier.

- Analyse des propriétés de schémas centrés et décentrés pour la résolution des

Travail en autonomie

Objectifs : Travail en autonomie sur exercices à la suite des séances de cours : vérification de la bonne assimilation des concepts et outils.

Travail en autonomie à la suite des séances de BE : capacité à réaliser les tâches de développement, capacité à réaliser, interpréter et restituer des expériences numériques.

Méthodes : Les 3 séances de 4h de BE permettent la mise en place du travail en autonomie attendu sur les 3 niveaux de difficulté successivement abordés : loi de conservation scalaire 1D, système de lois de conservation 1D, système de lois de conservation multi-D. Les codes utilisés sont présentés et mis en oeuvre

Bibliographie

Thomas H. Pulliam, David W. Zingg, *FUNDAMENTAL ALGORITHMS IN COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS*, Springer, 2014

Eleuterio F. Toro *RIEMANN SOLVERS AND NUMERICAL METHODS FOR FLUID DYNAMIC - A PRACTICAL INTRODUCTION*, Springer-Verlag, 2009

Charles Hirsch *NUMERICAL COMPUTATION OF INTERNAL AND EXTERNAL FLOWS - THE FUNDAMENTALS OF CFD*, Butterworth-Heinemann, 2007

Contrôle des connaissances

Note = 40% savoir (examen final) + 60% savoir-faire (rapports de BE)

Note de savoir = 100% note examen final

Note de savoir-faire = 100% moyenne des 3 notes de rapports de BE



STABILITÉ DES SYSTÈMES MÉCANIQUES

STABILITY OF MECHANICAL SYSTEMS

Responsable(s): Jean-Jacques SINOÛ

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

Objectifs de la formation

Lors de la conception des structures et des systèmes mécaniques, il est impératif de maîtriser les risques d'instabilité provenant de nombreux phénomènes. On peut citer en particulier les divers couplages de nature non-conservative liés à l'existence de frottements ou de contacts entre une structure élastique en mouvement et un fluide ou un solide. Par ailleurs, les phénomènes de flambement et de cloquage sont de plus en plus dimensionnants compte tenu de l'allègement des structures associé à l'utilisation de nouveaux matériaux. Dans les domaines du transport, du Génie Civil et de l'énergie, on peut citer : les bruits de freins, la résistance aux crashes, les instabilités de machines tournantes, le risque d'effondrement des bâtiments, stabilité des systèmes

Mots-clés : Stabilité, crissement de freins, fluide-structure, machines tournantes, couplage aéroélastique, couplage hydro-élastique

Programme

- I. Présentation générale et illustration d'exemples pour le monde industriel
- II. Flambement des structures élastiques
- III. Structures élastiques non conservatives
- IV. Stabilité des systèmes mécanique et vibration
- V. Vision ingénierie et démarche ingénierie, recherche et développement
- VI. Applications à objets industriels: structures frottantes et structures couplées avec un écoulement

Compétences

- Développer une vision synthétique des risques d'instabilités des systèmes mécaniques en phase de conception.
- S'initier aux outils de calcul permettant de prévoir les risques d'instabilités.
- Comprendre les phénomènes de couplage à l'origine des instabilités.

Travail en autonomie

Objectifs : Apprendre et approfondir une partie du cours.

Méthodes : Analyse bibliographique et réflexion sur un problème d'application

Bibliographie

Wanda Szemplinska-Stupnicka., *THE BEHAVIOR OF NONLINEAR VIBRATING SYSTEMS VOL 1. FUNDAMENTAL CONCEPTS AND METHODS : APPLICATIONS TO SINGLE-DEGREE OF FREEDOM SYSTEMS.*
Robert D. Blevins. *FLOW-INDUCED VIBRATION*
Roland Bigret *STABILITÉ DES MACHINES TOURNANTES ET DES SYSTÈMES*

Contrôle des connaissances

Bureaux d'étude
Commentaire d'article scientifique à orientation industrielle ou académique



STATISTIQUE APPLIQUÉE AUX SCIENCES DE L'INGÉNIEUR

STATISTICAL ENGINEERING

Responsable(s): Céline HARTWEG-HELBERT, Alexandre SAIDI

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

Objectifs de la formation

L'objectif de ce cours est de fournir les outils classiques de la statistique mathématique qui permettent d'aborder le choix du modèle probabiliste, son estimation et son évaluation. Nous nous intéresserons tout particulièrement au modèle linéaire et à ses extensions dans le contexte d'apprentissage statistique en grande dimension (LASSO, RIDGE, PCR PLS), au modèle logistique et aux modèles à base d'arbres (CART, RF, Boosting etc.). Le but de ce cours est aussi d'assurer une formation à la manipulation de données et à la mise en oeuvre pratique des modèles étudiés. Pour cela, une partie conséquente du cours est orienté vers la mise en oeuvre des différents modèles à l'aide du logiciel R à travers l'étude d'un grand nombre d'exemples.

Mots-clés : Régression linéaire et logistique. Sélection de modèles. Plans d'expériences. Régression pénalisée L1, L2. Modèles à base d'arbres.

Programme

- 1) Rappel sur la régression linéaire. Validités et limites de la méthode. Sélection de modèles.
- 2) Plans d'expériences : criblage et surface de réponses
- 3) Régression logistique
- 4) Apprentissage en grande dimension (régression LASSO, Ridge etc, modèles à base d'arbres)
- 5) Classification

ACTIVITES PRATIQUES

Compétences

- Savoir reconnaître différentes classes de problèmes de l'apprentissage statistique.
- Savoir mettre en oeuvre des modèles de base de l'apprentissage statistique et valider leur pertinence.
- Savoir proposer des méthodes d'apprentissage adaptées à la grande dimension
- Savoir utiliser le logiciel R.

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

G. Saporta, *PROBABILITÉS, ANALYSE DES DONNÉES ET STATISTIQUE*, Technip, 2020
T Hastie, R Tibshirani, J Friedman *THE ELEMENTS OF STATISTICAL LEARNING: DATA MINING, INFERENCE, AND PREDICTION*, Springer, 2009

Contrôle des connaissances

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



SYSTÈMES EMBARQUÉS SÉCURISÉS

SECURE EMBEDDED SYSTEMS

Responsable(s): Cédric MARCHAND

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

Objectifs de la formation

Les systèmes électroniques embarqués sont partout aujourd'hui que ce soit dans nos poches, maisons ou voitures mais aussi dans l'industrie, l'aéronautique ou le secteur spatial. De plus en plus de ces systèmes sont utilisés dans des applications où les données manipulées sont sensibles et nécessitent d'être protégées. L'avènement des objets connectés qui sont de plus en plus nombreux ont éveillé un intérêt particulier pour les problématiques de sécurité auprès du grand public avec notamment le paiement sans contact, les compteurs électriques connectés, la domotique, etc.

Mots-clés : Système embarqués, sécurité, cryptographie, attaques matérielles et contremesures

Programme

Ce cours est structuré en trois parties (16h) plus deux travaux pratiques de 4h chacun:

Dans un premier temps, il s'agira d'introduire les notions de systèmes embarqué et de sécurité :

- 1- Définition des notions de systèmes embarqués, de sécurité. Vue d'ensemble des enjeux et des risques
- 2 - Introduction aux systèmes embarqués, microcontrôleur et FPGA
- 3 - Introduction à la cryptographie

Compétences

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 = 70% savoir + 30% savoir-faire
Note de savoir = 100% examen terminal
Note de savoir-faire = 50% contrôle continue



SYSTÈMES D'INFORMATION EN ENTREPRISE

ENTERPRISE INFORMATION SYSTEMS

Responsable(s): Romain VUILLEMOT, Alexandre SAIDI, Charles-Edmond BICHOT

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

Objectifs de la formation

Les objectifs de ce cours sont de vous faire percevoir la structure générale d'un système d'information (SI) ; de vous introduire les notions et les outils permettant de l'utiliser, de le construire et de le maintenir ; d'analyser les problématiques métier et les formaliser côté SI ; d'apprendre à modéliser le SI ; de poser la problématique de l'échange d'information entre sous-systèmes et de comprendre les challenges liés à la construction du bon SI par des acteurs de cultures très différentes (utilisateur final, technicien du SI, architecte du SI, etc).

Mots-clés : systèmes d'information ; urbanisation ; architecture des systèmes d'information ; cybersécurité ; processus ; ERP

Programme

Chapitre 1 : Introduction
Chapitre 2 : Architectures techniques
Chapitre 3 : Les grandes constituantes du SI en entreprise
Chapitre 4 : L'urbanisation du SI
Chapitre 5 : Pilotage des SI
Chapitre 6 : Cybersécurité, normes et bonnes pratiques
Chapitre 7 : SOA et informatique dans les nuages

Compétences

Travail en autonomie

Objectifs : S'immerger à travers un bureau d'étude à la réalité des problématiques rencontrées par la mise en œuvre et la gestion d'un système d'information en entreprise.

Méthodes : Un professionnel, consultant ERP et travaillant à la mise en place des systèmes d'information en entreprise, vous guidera sur une étude de cas issus de son expérience et vous fera réfléchir aux problématiques concrètes du métier.

Bibliographie

Yves Caseaut, Gérard Roucairol, *URBANISATION, SOA ET BPM : LE POINT DE VUE D'UN DSI*, Broché, 2008
Christophe Longépé *LE PROJET D'URBANISATION DU SI*, Lavoisier, 2009
Jacques Printz et Yves Caseau *ARCHITECTURE LOGICIELLE : CONCEVOIR DES APPLICATIONS SIMPLES, SÛRES ET ADAPTABLES*, Dunod, 2009

Contrôle des connaissances

Note = 50% savoir + 50% savoir-faire
Note de savoir = 100% examen terminal
Note de savoir-faire = 100% compte-rendu du bureau d'étude



SYSTÈMES DE BASES DE DONNÉES

DATABASE SYSTEMS

Responsable(s): **Mohsen ARDABILIAN, Alexandre SAIDI, Daniel MULLER**

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

Objectifs de la formation

Les bases de données sont au coeur de tout système d'information aujourd'hui omniprésent dans notre vie quotidienne (travail, organisation, web, etc.). Ce cours a pour objectif d'étudier les principes de programmation de bases de données relationnelles et semi-structurées qui sont les fondements de toute application dans les divers systèmes d'information. Il aborde aussi des aspects d'implémentation de systèmes de bases de données comme le contrôle de concurrence ou encore l'optimisation de requêtes.

Mots-clés : bases de données, modélisation de données structurées ou non, stockage et accès de données, langages relationnels, contrôle de concurrence, optimisation de requêtes, contraintes d'intégrité

Programme

Introduction (Modèle relationnel, schémas, SQL, modèle semistructuré, XML)
Modèles de données (entité/association, relationnel, objet)
Langages relationnels (Algèbre relationnelle, SQL, Datalog)
Programmation SQL (PL/SQL, Embedded SQL)
Applications web et bases de données (JDBC, PHP)
XML Xpath-Xquery-xslt
Transactions et Contrôle de concurrence
Optimisation de requêtes
contraintes d'intégrité

Compétences

- être capable de comprendre les composantes majeures d'un système d'information
- mettre en oeuvre des techniques fondamentales pour développer un système d'information et ses applications

Travail en autonomie

Objectifs : Trois BEs sont prévus pour mettre en place une base de données, extraire des données à travers SQL et développer un système d'information Web pour une application de gestion particulière

Méthodes : utilisation de MySQL

Bibliographie

H.Garcia-Molina, J.D.Ullman, J.Widom, *DATABASE SYSTEMS: THE COMPLETE BOOK*, Pearson Prentice Hall, 2002
Georges Gardarin *BASES DE DONNÉES* ([HTTP://GEORGES.GARDARIN.FREE.FR/LIVRE_BD_CONTENU/XXTOTALBD.PDF](http://georges.gardarin.free.fr/livre_bd_contenu/xxtotalbd.pdf)), Eyrolles, 2003

Contrôle des connaissances

40% savoir, 60% savoir faire



TRAITEMENT ET ANALYSE DES DONNÉES VISUELLES ET SONORES

PROCESSING AND ANALYSIS OF VISUAL AND AUDIO DATA

Responsable(s): **Mohsen ARDABILIAN, Alexandre SAIDI, Céline HARTWEG-HELBERT,**

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

Objectifs de la formation

Le traitement et l'analyse des données visuelles et sonores sont des approches de base en vision et audition par ordinateur. S'appuyant sur des techniques d'Intelligence Artificielle, elles sont développées et appliquées dans le but de doter les machines de la capacité de voir, d'entendre et d'acquérir une compréhension de haut niveau du contenu des images, du son ou de vidéos numériques. Du point de vue de l'ingénierie, l'objectif est d'automatiser les tâches que le système visuel et auditif humain peut effectuer avec des applications dans de nombreux domaines : Art, Audiovisuel, Vision industrielle, Véhicules autonomes, Médecine, Surveillance, Militaire, etc.

Mots-clés : Analyse d'image, analyse de vidéo, analyse audio, IA, caractéristique, descripteur, forme, couleur, texture, classification, reconnaissance, fusion, traitement d'image, super résolution, Big Data

Programme

Recherche d'image et de son par le contenu
Évaluation des approches d'analyse et de traitements d'images et de son
Algorithmes de traitement d'images, super résolution
Algorithme de traitement audio
Algorithmes d'analyse d'images et de son, de bout en bout

Compétences

- Etre capable d'appliquer les algorithmes de traitement adéquats à un contexte donné
- Etre capable d'appliquer les algorithmes d'analyse adéquats à un contexte donné
- Evaluer des algorithmes ou des systèmes de traitement et d'analyse
- Connaître des algorithmes de traitement et analyse de l'état de l'art, ainsi que leurs principes

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

R. Szeliski, *COMPUTER VISION -- ALGORITHMS AND APPLICATIONS*, Springer, 2010
A. Divakaran *MULTIMEDIA CONTENT ANALYSIS: THEORY AND APPLICATIONS*, Springer, 2008
R. O. Duda, P. E. Hart & D. G. Stork *PATTERN CLASSIFICATION*, Wiley Interscience, 2004

Contrôle des connaissances

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



TRIBOLOGIE : PRINCIPES ET APPLICATIONS

TRIBOLOGY

Responsable(s): Denis MAZUYER

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

Objectifs de la formation

Environ 25% de l'énergie consommée par l'humanité est perdue dans les contacts entre des surfaces en mouvement. Ce chiffre montre que la compréhension des phénomènes tribologiques de frottement, de lubrification et d'usure est nécessaire pour répondre aux enjeux technologiques de production durable et de fiabilisation des biens de consommation ou de frugalité énergétique. Au carrefour de la mécanique, de la physique et de la chimie des matériaux, ce cours donne les principes et les méthodes d'ingénierie des surfaces utilisés en tribologie pour concevoir les interfaces complexes dans les implants biologiques, les assemblages mécaniques de propulsion et de transmission de puissance ou les procédés de fabrication.

Mots-clés : Friction, lubrification, ingénierie de surfaces, mécanique du contact, science des matériaux

Programme

- I. La mécanique du contact statique : Mécanique du contact lisse et rugueux, Effet des couches minces
- II. Lois macroscopiques du frottement et de l'usure : Frottements statique et dynamique, Mécanismes physiques de l'usure
- III. Les lubrifiants et les surfaces : Adhésion entre surfaces et mécanique du contact adhésif, Structure et propriétés des lubrifiants et des additifs
- IV. La lubrification fluide : Lubrification hydrodynamique et principes physique de la portance, Lubrification élastohydrodynamique et contacts sous haute pression
- V. La lubrification limite : Le contrôle du frottement et de l'usure, Lubrification moléculaire

Compétences

- Etre capable d'analyser un problème industriel en tribologie et de poser un diagnostic
- Caractériser les propriétés des surfaces rugueuses et des lubrifiants liquides vis-à-vis d'une application tribologique impliquant un contact glissant.
 - Proposer des solutions basées sur un choix de matériaux, de revêtement de lubrification ou de conception adapté à une application tribologique donnée.
 - Appliquer les concepts fondamentaux de frottement, d'usure et de lubrification pour prédire le comportement tribologique d'interface en glissement courantes.

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

- G.W. Stachowiak, A.W. Batchelor, *ENGINEERING TRIBOLOGY*, Butterworth - Heinemann, 2014
I.L. Singer, H. M. Pollock *FUNDAMENTALS OF FRICTION: MACROSCOPIC AND MICROSCOPIC PROCESSES*, Springer Netherlands, 1992
F.P. Bowden, D. Tabor *FRICTION AND LUBRICATION OF SOLIDS*, Oxford University Press, 1954

Contrôle des connaissances

Note = 2/3 savoir + 1/3 savoir-faire

Note de savoir = 100% examen terminal