Catalogue des cours sélectionnés

1 : Aléatoire
2 : Analyse convexe et optimisation non-différentiable
3 : Analyse numérique et applications
4 : Analyse Numérique et Matlab
5 : Analyse numérique et optimisation
6 : Analyse spectrale
7 : Application de la programmation parallèle au calcul distribué
8 : Approximation numérique pour la propagation des fronts d'ondes
9 : Aspect théoriques du calcul réparti
10 : ATHENS - MP11 - Calcul des structures
11 : ATHENS - MP19 - Operations research in the industry
12 : Automatique : Concepts généraux et application en ingéniérie
13 : Automatique : Dynamique et contrôle des systèmes
14 : Automatique et Recherche Opérationnelle
15 : Automatique. Dynamique et contrôle des systèmes [V1E+V2D]
16 : Calcul avancé des structures
17 : Calcul des structures avec "ABAQUS"
18 : Calcul parallèle avancé & HPC
19 : Calcul scientifique
20 : Calcul scientifique : une introduction
21 : Chaînes de Markov et martingales en temps discrets
22 : Chaînes de Markov [V1A]
23 : Commande optimale
24 : Complexité et Graphes
25 : Conception des ouvrages géotechniques appliquée
26 : Conception, calculs & contrôle partie 1
27 : Contrôle des EDP
28 : Contrôle optimal et équations Hamilton-Jacobi-Bellman
29 : Création de Start-Up Technologique
30 : Ecoulements compressibles[V1E]
31 : Electromagnétisme et Acoustique dans l'industrie aéronautique et automobile : de la modélisation au calcul haute performance
32 : Éléments finis
33 : Eléments finis 2 [V2A]
34 : Estimation fonctionnelle
35 : Etude et modélisation des systèmes mécaniques
36 : Fonctions de variable complexe [V3B]
37 : Formation expérimentale en génie chimique (1A)
38 : Identification pour l'automatique
39 : Image et signal

40 : Ingénierie du trafic
41 : Ingénierie du trafic - 2
42 : Initiation à la recherche opérationnelle [V2A-V2E]
43 : Initiation au calcul parallèle haute performance
44 : Interactions matériaux-procédés-processus
45 : Introduction à la discrétisation des équations aux dérivées partielles
46 : Introduction au Calcul Scientifique (AST)
47 : Introduction au Calcul Stochastique [V3C]
48 : Introduction aux méthodes statistiques
49 : Jeux, graphes et R.O.
50 : L'équation des ondes et sa résolution numérique
51 : Les équations de Maxwell et leur approximation
52 : Maillages et applications
53 : Martingales et Algorithmes Stochastiques [V2B]
54 : Mathématiques des modèles multi-échelles
55 : Mathématiques discrètes pour la protection de l'information [V1E]
56 : Mathématiques et Signal
57 : Mathématiques financières
58 : Mathématiques pour l'image
59 : Méca. des mat. & structures en plasticité finie
60 : Mécanique des Fluides numérique code Saturne
61 : Méthodes asymptotiques hautes fréquences pour les équations d'ondes
62 : Méthodes de décomposition de domaine pour l'analyse numérique des EDP
63 : Méthodes de Monte-Carlo
64 : Méthodes numériques
65 : Micro- informatique : logiciels scientifiques
66 : Modal de Mathématiques Appliquées
67 : Modèles aléatoires en Ecologie et Evolution
68 : Modèles numériques de la dynamique des fluides
69 : Modèles stochastiques en finance
70 : Modélisation des matériaux multicouches
71 : Modélisation et calcul scientifique
72 : Modélisation et gestion durable des ressources naturelles
73 : Modélisation mathématique
74 : Modélisation probabiliste et statistique
75 : Modéliser / programmer / simuler
76 : Optimal design of structures (Conception optimale des structures)
77 : Optimisation
78 : Optimisation
79 : Optimisation combinatoire
80 : Optimisation des grands systèmes
81 : Optimisation Différentiable: Théorie et Algorithmes [V1C + V2C]
82 : Optimisation dynamique
83 : Optimisation et contrôle
84 : Optimisation produit, procédé, matériau
85 : Optimisation Quadratique
86 : Outils élémentaires d'analyse pour les EDP
87 : Physique statistique des processus irréversibles
88 : Probabilités et statistique
89 : Problèmes inverses

90 : Problèmes inverses
91 : Processes and estimation
92 : Programmation
93 : Programmation dynamique
94 : Programmation hybride & multi-coeurs
95 : Programmation mathématique
96 : Projet du département IMI
97 : Projet Personnel de Mathématiques Appliquées
98 : Propagation dans les guides d'ondes.
99 : Radioprotection partie 2
100 : Recherche opérationnelle
101 : Recherche opérationnelle : aspects mathématiques et applications
102 : Recherche opérationnelle: modélisation et utilisation logiciels
103 : Résolution des problèmes de diffraction par équations intégrales
104 : Résolution des problèmes difficiles d'optimisation combinatoire : méthodes exactes et approchées.
105 : Scientific modelling
106 : Simulation multiéchelle et homogénéisation
107 : Simulation numérique et méthodes de changement d'échelle
108 : Simulation stochastique et méthodes de Monte-Carlo
109 : Stabilisation par bouclage
110 : Stage d'informatique pour l'ingénieur - (AST)
111 : Systèmes d'exploitation pour calculateurs hautes performances
112 : Systèmes d'exploitation pour calculateurs hautes performances
113 : Systèmes distribués à grande échelle
114 : Systèmes distribués à grande échelle
115 : Systèmes Dynamiques: Stabilité et Commande
116 : Techniques avancées de segmentation
117 : Théorie de la décision et théorie des jeux
118 : Théorie des jeux
119 : Théorie des jeux
120 : Théorie des jeux avancée
121 : Théorie spectrale des opérateurs autoadjoints et applications aux guides optiques
122 : Traitement du signal
123 : Transport et diffusion
124 : Un cours sur l'homogénéisation
125 : Un monde chaotique
126 : Une introduction aux modéles mathématiques pour l'écologie
127 : Voyage de département IMI

Aléatoire

Ce cours introduit les notions de base de la théorie des probabilités, c'est-à-dire l'analyse mathématique de phénomènes dans lesquels le hasard intervient. Il insistera en particulier sur les deux notions majeures qui sont les fondements de cette théorie: le conditionnement et la loi des grands nombres. L'enseignement a pour objectif l'acquisition du raisonnement probabiliste et l'apprentissage de la modélisation probabiliste et de la simulation. Cette modélisation est fondamentale dans de nombreux domaines d'applications. Le cours est illustré par de nombreux exemples concrets et des expérimentations numériques. Il offre aussi une petite ouverture statistique.

Pendant cet enseignement, les élèves réaliseront un projet de simulation en binôme qui sera pris en compte pour la note du module.

Contenu :
1 - Espace de probabilité - Expérience et événement aléatoires - Probabilité sur un espace fini - modèles d'urnes - Tribu - Probabilité sur un espace dénombrable - Conditionnement et indépendance.

2 - Espace fini ou dénombrable - Variable aléatoire - Espérance et variance - Lois usuelles (binomiale, Poisson) - Lois conditionnelles et indépendance.

3 - Variables aléatoires réelles et vecteurs aléatoires - Loi d'une variable aléatoire réelle - Simulation - Moments - Densité de probabilité - Lois usuelles (exponentielle, normale) - Vecteurs aléatoires - Calcul de lois - Simulation par méthode du rejet.

4 - Convergence de suites de variables aléatoires - Loi des grands nombres - Méthode de Monte-Carlo.

5 - Fonction caractéristique - Vecteurs gaussiens - Convergence en loi - Théorème de la limite centrale - Intervalles de confiance.

6 - Modèles dynamiques aléatoires - Marche aléatoire simple - Processus de branchement - Files d'attente - Quelques mots sur les suites récurrentes aléatoires discrètes.

Période : Printemps
Nombre d'heures : 28
Crédits ECTS : 5
École : École Polytechnique
Dernière mise à jour : mardi 13 mars 2012

Analyse convexe et optimisation non-différentiable

A partir des outils de l'analyse convexe, l'objectif de ce cours est de présenter les algorithmes de résolution des problèmes d'optimisation non différentiables. Le cours fait appel à de nombreux exemples d'application et met en évidence la nécessité de prendre spécifiquement en considération le caractère non différentiable

des problèmes, en particulier lorsqu'ils sont appliqués à l'approximation de problèmes combinatoires.Les trois premières séances sont consacrées à l'exposé des résultats principaux de l'analyse convexe, avec des exercices destinés à l'apprentissage de la manipulation de ces outils. Les trois séances suivantes présentent les algorithmes et leurs applications dans le cadre de la relaxation lagrangienne pour la résolution approchée de problèmes combinatoires, et sont accompagnées de travaux pratiques en Scilab.ATTENTION : la première séance du cours est déplacée du vendredi 11 au mardi 15 septembre !

Analyse convexe et optimisation non-différentiable

Niveau requis
Optimisation différentiable Cours AO201 de l'ENSTA. Jean-Charles Gilbert.

Modalités d'évaluation
Examen écrit portant sur l'analyse convexe et projet sur ordinateur.

Période : Automne
Nombre d'heures : 22
Crédits ECTS : 2
École : École Nationale Supérieure de Techniques Avancées
Dernière mise à jour : lundi 14 décembre 2009

Analyse numérique et applications

Ce cours a pour objet de familiariser les étudiants avec les méthodes numériques. Dans de nombreux cas, en effet, les élèves seront confrontés dans leur vie professionnelle à la nécessité de résoudre des problèmes mathématiques pour lesquels aucune solution analytique ne peut être obtenue.

On abordera dans le cadre de ce cours essentiellement quatre thèmes :Algèbre linéaire : résolution de système, inversion de matrices, calcul de valeurs et vecteurs propresIntégration numériqueOptimisation numériquesRésolution d'équations différentielles

Modalités d'évaluation
écrit+CC+tut.

Période : Printemps
Nombre d'heures : 30
Crédits ECTS : 3
École : École Nationale de la Statistique et de l'Administration Économique
Dernière mise à jour : mercredi 03 septembre 2008

Analyse Numérique et Matlab

Les objectifs du cours sont les suivants :Savoir programmer avec Matlab, non comme avec une boîte noire, mais d'une part en exploitant ses spécificités (vectorisation des calculs), et d'autre part en sachant analyser les résultats et évaluer la confiance à leur accorder (importance de la notion de conditionnement d'un système linéaire).
La maîtrise théorique et pratique d'outils mathématiques (moindres carrés pour la régression linéaire, analyse en composantes principales (ACP) pour l'exploration de données multidimensionnelles, transformée de Fourier discrète pour le traitement numérique du signal).
Susciter le réflexe de recourir à Matlab pour la résolution de problèmes posés dans d'autres enseignements par des applications variées et concrètes (modélisation de processus, analyse de données de puces à ADN).

Contenu Cet enseignement est fait sous forme de TP-cours pendant lequel les notions et les outils associés sont introduits par de brefs exposés, suivis immédiatement d'une mise en oeuvre pratique.
Introduction à MATLAB
L'environnement de développement
La manipulation des données
La manipulation des graphes
La programmation
La lecture et l'écriture des données
Algèbre et modélisation linéaires
Résolution de systèmes linéaires et moindres carrés
Valeurs et vecteurs propres
Valeurs et vecteurs singuliers (factorisation SVD)
Modélisation linéaire par rapport aux paramètres
Analyse en composantes principales (ACP)
Éléments de traitement du signal
Signaux à temps continu
Signaux à temps discret
Éléments de filtrage linéaire
Liens avec les autres modules d'enseignement
Travaux Pratiques d'Ondes et Acoustique : programmation avec Matlab et mise en œuvre des outils de traitement de signal.
Travaux Pratiques de Physiologie : programmation avec Matlab et applications de l'ACP.

Niveau requis
Les bases de la programmation sont nécessaires, et normalement acquises au cours des TP de Programmation de première année de l'ESPCI.

Modalités d'évaluation
Rapport illustrant l'un des thèmes mentionnés ci-dessus accompagné d'un programme Matlab.

Période : Hiver & Printemps
Nombre d'heures : 23
Crédits ECTS : 1
École : École Supérieure de Physique et de Chimie Industrielles de la Ville de Paris
Dernière mise à jour : mardi 19 mars 2013

Analyse numérique et optimisation

Les mathématiques appliquées ont une triple vocation de modélisation des problèmes scientifiques ou industriels, d'analyse mathématique, et de résolution numérique de ces problèmes. L'objectif de cet enseignement est de présenter les outils nécessaires d'analyse numérique et d'optimisation pour atteindre ce triple but. L'enseignement combinera des concepts mathématiques théoriques et une mise en oeuvre pratique (à l'aide des logiciels Scilab et FreeFem ++) sur des exemples d'applications concrètes.
La note de module prendra en compte un mini-projet de simulation numérique et un devoir "à la maison" en plus des habituels contrôles écrits.
Ce cours est particulièrement recommandé aux élèves qui comptent s'intéresser aux aspects de simulation numérique dans les sciences de l'ingénieur.

1) Modélisation simple de phénomènes stationnaires et instationnaires issus de la physique, mécanique, chimie, finance, etc. Simulation numérique par différences finies. Stabilité, consistance, et convergence des schémas numériques.

2) Analyse mathématique des équations aux dérivées partielles issues de la modélisation. Formulations variationnelles, lemme de Lax-Milgram, espaces d'énergie (espaces de Sobolev), solutions faibles. Propriétés qualitatives des solutions : principe du maximum, régularité, etc. Fonctions propres et valeurs propres, résolution des problèmes instationnaires (paraboliques ou hyperboliques).

3) Résolution numérique des équations aux dérivées partielles. Méthode des éléments finis. Schémas explicite ou implicite en temps. Résolution de systèmes linéaires, calcul de valeurs propres. Mise en oeuvre pratique sur ordinateur.

4) Optimisation en dimension finie ou infinie. Minimisation sous contraintes. Conditions d'optimalité, multiplicateurs de Lagrange. Convexité, dualité. Algorithmes de type gradient.

5) Programmation linéaire. Algorithme du simplexe, polyèdres entiers.

Référence bibliographique :
Analyse Numérique et Optimisation par Grégoire Allaire (2005)
Fiche détaillée Ouvrage disponible auprès des Editions de l'Ecole Polytechnique.

Niveau requis
Pour les élèves ayant effectué leurs études en France : aucun autre prérequis que le niveau de connaissances acquis en classes préparatoires ou en premier cycle universitaire.

Pour les autres élèves : algèbre linéaire, calcul différentiel, équations différentielles ordinaires.

Modalités d'évaluation
Un contrôle hors classement de 2 heures à mi-parcours.
Un devoir "maison".
Un mini-projet de simulation numérique.
Un contrôle classant de 4 heures en fin de cycle.
Une évaluation de la présence et du travail fourni en Petite Classe.

Période : Printemps
Nombre d'heures : 72
Crédits ECTS : 10
École : École Polytechnique
Dernière mise à jour : mardi 13 mars 2012

Analyse spectrale

L'analyse en fréquences, en particulier la transformée de Fourier, est un outil qui permet de décomposer les signaux ou les opérateurs selon leurs modes fondamentaux. Cette théorie mathématique a de nombreuses applications pour l'ingénieur, parfois spectaculaires : étude des cours de la bourse, compréhension climatique de la température des océans, mise en résonance de structures de génie civil conduisant à leur ruine, etc.
A l'issue de ce cours, les étudiants sauront utiliser à bon escient la transformation de Fourier pour analyser un problème physique ou un signal donné, et connaitront les limitations théoriques, pratiques et numériques de cet outil.
Ils sauront également décomposer une équation aux dérivées partielles, issue d'un problème de physique concret (vibration d'une membrane, équation de Schrödinger, ...), en ses modes propres, afin de prédire son évolution temporelle et ses états d'équilibre, et de les approcher numériquement de manière efficace et correcte.

Le cours se décompose en trois parties :
1) Dans un premier temps, les étudiants apprendront à se servir de la transformée de Fourier et de sa généralisation aux distributions pour résoudre des équations aux dérivées partielles et étudier la régularité de leurs solutions.
2) Dans un second temps, les étudiants analyseront les méthodes numériques de calcul d'une transformation de Fourier et sauront quantifier leurs limitations, notamment les effets indésirables de la discrétisation numérique (tels que l'aliasing).
3) Enfin, les étudiants verront comment on peut décomposer une équation aux dérivées partielles en ses modes propres généralisés par le biais de la théorie spectrale, et sauront quelles précautions il faut prendre pour effectuer cette décomposition dans un espace fonctionnel de dimension infinie.
Ils appliqueront la méthode à des problèmes standards issus de la physique (détermination des modes propres de vibration d'une structure de génie civil, calcul de l'état fondamental d'une molécule) et de la théorie des probabilités (équation de Fokker-Planck régissant l'évolution de la loi d'un processus stochastique).

Niveau requis
Analyse 1re année

Modalités d'évaluation
Les 13 séances de 3h de ce cours seront menées en "pédagogie active" : après une brève introduction par l'enseignant, les élèves résoudront des problèmes en petits groupes, avant une restitution finale. Une

séance de travaux pratiques sur machines, ainsi qu'un mini-projet, compléteront la formation. A l'issue de chaque séance, un compte-rendu des exercices de la journée sera demandé à l'un des élèves du groupe, et tous les élèves devront lire en avance le cours de la semaine suivante dans le polycopié.

Période : Automne
Crédits ECTS : 4
École : École des Ponts ParisTech
Dernière mise à jour : vendredi 08 juillet 2011

Application de la programmation parallèle au calcul distribué

Ce cours se compose de six séances de travaux dirigés sur la machine parallèle du Laboratoire de Mathématiques Appliquées de l'ENSTA. Cette machine ainsi que son utilisation seront présentées en début de cours.Les premières séances seront consacrées à la parallélisation de l'algorithme de décomposition de domaine par la méthode de Schwartz présenté lors du cours A1-3. La mise en oeuvre de cette parallélisation reposera sur les notions introduites lors du cours A1-2 et sur de nouvelles fonctionnalités MPI enseignées dans ce cours.Les séances suivantes consisteront en une introduction à la programmation à mémoire partagée avec OpenMP, et aux fonctions MPI-2 d'accès à la mémoire distante.

Application de la programmation parallèle au calcul distribué

Modalités d'évaluation
Projet réalisé pendant les séances de cours et soutenance lors de la dernière séance.

Période : Automne
Nombre d'heures : 22
Crédits ECTS : 2
École : École Nationale Supérieure de Techniques Avancées
Dernière mise à jour : lundi 14 décembre 2009

Approximation numérique pour la propagation des fronts d'ondes

Nous présentons un aperçu de diverses méthodes numériques pour l'approximation des équationsde propagation de fronts, et plus généralement des équations d'Hamilton-Jacobi.Ces équations interviennent dans plusieurs domaines tels que la propagation d'ondes (dans l'approximation haute fréquence), la modélisation de propagation d'interfaces, le calcul de plus courts chemins (géodisques) en théorie du contrôle optimal.Nous mettons en oeuvre sur différents exemples les méthodes de différences finies et semi-lagrangiennes, la "Fast Marching Method", les méthodes de lignes de niveau et leur lienavec les

équations hyperboliques, et des méthodes récentes "antidiffusives".

Approximation numérique pour la propagation des fronts d'ondes

Modalités d'évaluation
Contrôle écrit et sur machine

Période : Automne
Nombre d'heures : 21
Crédits ECTS : 2
École : École Nationale Supérieure de Techniques Avancées
Dernière mise à jour : lundi 14 décembre 2009

Aspect théoriques du calcul réparti

Dans ce cours, on se propose de présenter quelques problèmes théoriques reliés à des problèmes classiques de calcul réparti, puis de les résoudre sur des applications pratiques.Nous étudierons les classes de problèmes ci-dessous :+ Placement de tâches : supposons que l'on dispose d'une architecture répartie, composée de processeurs et de liens de communication entre les processeurs, ainsi que d'un ensemble de tâches (programmes) à exécuter sur cette architecture. Le placement consiste à déterminer une affectation des tâches sur les processeurs, de façon à ce que celles-ci soient efficacement exécutées.+ Parallélisation automatique : dans ce cas, un programme informatique a été écrit, et l'on désire l'exécuter sur une architecture parallèle donnée. Plutôt que de le paralléliser 'à la main', c'est le compilateur qui est chargé de reconnaître les parties parallèles du programme, ce qui doit permettre de le paralléliser automatiquement. Il s'agit donc de comprendre les règles mises en oeuvre dans le compilateur.+ Partitionnement et équilibrage : on s'intéresse enfin au problème de la répartition des données, sur une architecture parallèle et/ou distribuée. Pour opérer une affectation convenable, il convient d'étudier a priori les interactions entre les données, ainsi que leur poids respectif. Ensuite, on peut les répartir, en tenant compte de ces deux paramètres.Les applications abordées en TD auront pour thèmes principaux l'algèbre linéaire et le calcul scientifique. On considérera en particulier la résolution itérative de systèmes linéaires, à l'aide des méthodes de Jacobi et Gauss-Seidel. D'autres méthodes seront proposées au cours A1-3.

Aspect théoriques du calcul réparti

Modalités d'évaluation
Interrogation écrite lors de la dernière séance.

Période : Automne
Nombre d'heures : 21
Crédits ECTS : 2
École : École Nationale Supérieure de Techniques Avancées
Dernière mise à jour : lundi 14 décembre 2009

ATHENS - MP11 - Calcul des structures

Objectifs: A l’heure actuelle où les structures industrielles (génie civil) et les ouvrages souterrains (travaux miniers et géotechniques) deviennent de plus en plus complexes et où les problèmes d’optimisation et de stabilité se posent avec beaucoup d’acuité, la connaissance des méthodes modernes de calcul des structures est souvent indispensable pour un ingénieur. Le cours de calcul de structures a pour but de familiariser les élèves avec la Méthode des Eléments Finis appliquée au calcul des efforts et des déformations dans les structures réelles, aussi complexes soient-elles.

Programme: La session comprend 20 séances de cours, démonstrations et travaux pratiques.rappels des notions fondamentales de la mécanique des milieux continus et des lois de comportement (élasticité linéaire) - théorème des puissances virtuelles.méthodes des éléments finis (MEF) - principe de la programmation sur ordinateur de la MEF.application de la méthode aux milieux élastoplastiques et viscoélastiques ou viscoplastiques.présentation du logiciel VIPLEF qui est mis à la disposition des élèves.études de cas simples choisis et traités par les élèves

Niveau requis
Notions fondamentales de la mécanique des milieux continus (déplacements, déformations, contraintes, équations d’équilibre) et des lois de comportement (au moins l'élasticité linéaire). Notions de calcul matriciel et tensoriel.

Modalités d'évaluation
Forme du contrôle : projets utilisant le programme mis à la disposition des élèves.

Période : Automne
Nombre d'heures : 37
Crédits ECTS : 2
École : MINES ParisTech
Dernière mise à jour : samedi 11 décembre 2010

ATHENS - MP19 - Operations research in the industry

Objectifs: This course will focuss on three important concepts of Optimization and Computer Science theory : linear programming (LP), graph theory and dynamic programming (DP). Its aim is to provide ATHENS students with a solid background in Operations Research so they can tackle real problems in the industry. The domain of applications is spreading from planning, to logistics, from routing to and inventory control to revenue management. After a two days "crash-course" in operations research that will focuss on fondamental concepts and techniques, we will work with them on 6 test-cases that can be found in Airlines or Transportation companies, Telecommunication companies, Services and commodities.

Programme: OR Crash-course = two daysLinear ProgrammingDynamic ProgrammingDuality : how it is used in algorithmsInteger and Mixed-Integer ProgrammingGraph Theory : the main models Heuristics, Branch & Bound, Column generationAdvanced Modelling Applications = three daysInventory control

Planning and assignment problems Network optimization Scheduling Routing, Shortest-Path problems Revenue Management

Niveau requis
Some knowledge of mathematical modelisation, duality concepts in optimization, an interest in computer science and programming, the ability to use spreadsheets.

Modalités d'évaluation
Multiple choice items test plus mini-project or oral exam.

Période : Automne
Nombre d'heures : 37
Crédits ECTS : 2
École : MINES ParisTech
Dernière mise à jour : mercredi 30 septembre 2009

Automatique : Concepts généraux et application en ingéniérie

L'automatique est la science de la commande des systèmes dynamiques. Elle joue un rôle essentiel en aéronautique et espace et dans les processus de production (matériaux et produits finis).
L'introduction de l'électronique fait que son usage se généralise dans l'automobile, la robotique, etc.
L'automatique intervient aussi pour la commande de grands systèmes : pilotage de réseaux de service (gaz, électricité), régulation de niveaux de rivières, gestion durable de populations de poissons.

Le cours commence par quelques exemples pratiques, à travers lesquels les problématiques fondamentales de l'automatique sont mises en évidence, suivis de brefs rappels sur les systèmes dynamiques avec un accent particulier sur les équations différentielles ordinaires, leur stabilité et leur comportement asymptotique. Seront ensuite abordés les concepts de contrôlabilité, stabilisation et observabilité pour les systèmes commandés linéaires, ainsi que leurs caractérisations et leurs conséquences pour la commande des systèmes. On appliquera ces concepts pour la planification de trajectoires.

L'étude des systèmes commandés non linéaires est ensuite brièvement abordée par une rapide introduction au contrôle géométrique non linéaire et son outil de base, le crochet de Lie. Enfin, la dernière partie du cours s'attache à présenter les questions liées à l'optimisation des systèmes dynamiques par les méthodes de commande optimale.
On commencera par la théorie linéaire-quadratique (LQ) avec une application au filtre de Kalman déterministe
et on poursuivra par la minimisation du temps pour les systèmes commandés linéaires. On terminera par une présentation du Principe du maximum de Pontryaguine (PMP) qui permet d'écrire des conditions d'optimalité et à certaines de ses applications pour des synthèses optimales.

Ce cours accepte un maximum de 60 élèves.

Période : Printemps
Nombre d'heures : 36
Crédits ECTS : 4
École : École Polytechnique
Dernière mise à jour : lundi 12 mars 2012

Automatique : Dynamique et contrôle des systèmes

Objectifs: Le but est de présenter les notions et outils fondamentaux nécessaires à l'analyse et au contrôle des systèmes. Ce cours est articulé autour des trois thèmes suivants :Systèmes dynamiques : stabilité, robustesse, théorie de perturbations.Commandabilité : stabilisation par bouclage, planification et suivi de trajectoire.Observabilité : estimation, observateur asymptotique, filtrage et diagnostic.Le cours part de quelques exemples issus du monde industriel ou académique. Chaque exemple motive et justifie les définitions et résultats abstraits sur lesquels reposent une classe d'algorithmes de contrôle et/ou d'estimation. Dans bien des domaines scientifiques, une théorie a très souvent pour origine une petite collection d'exemples bien compris et analysés. Nous nous inscrivons dans cette démarche. Une approche qui part du particulier pour aller vers le général permet aussi de mieux comprendre les ressorts fondamentaux sur lesquels reposent certains résultats mais aussi de bien cerner leur limitations. L'Automatique est un domaine actif de recherche. Le cours abordera certaines questions qui n'admettent pas de réponse claire aujourd'hui bien qu'elles aient de fortes motivations pratiques.

Programme: Le cours sera composé pour moitié (environ) d'amphis et pour moitié de petites classes dont 3 en salle informatique et utilisant le logiciel libre Scilab/Scicos.

Modalités d'évaluation
L'évaluation sera assurée par un examen écrit. La note finale tiendra également compte du travail effectué en mini-projet. Ce mini-projet, réalisé en monôme ou en binôme, sera l'occasion pour les élèves de mettre la main à la pâte sur un cas concret en effectuant une étude en simulation avec Scilab/Scicos.

Période : Printemps
Nombre d'heures : 27
Crédits ECTS : 2
École : MINES ParisTech
Dernière mise à jour : samedi 11 décembre 2010

Automatique et Recherche Opérationnelle

Coordinateur d'option :
Frédéric Bonnans
Mail : frederic.bonnans@polytechnique.edu

Responsables de l'option:
Frédéric Bonnans
Mail: frederic.bonnans@polytechnique.edu

Yacine Chitour
Mail: chitour@cmap.polytechnique.fr

Stéphane Gaubert
Mail: stephane.gaubert@inria.fr

Secrétariat du Département de Mathématiques Appliquées
Tél: 01 69 33 46 01.
Fax: 01 69 33 46 46.
Mail: departement@cmapx.polytechnique.fr

Cette option regroupe deux disciplines complémentaires : l'automatique, art de la commande de systèmes dynamiques, et la recherche opérationnelle, qui met en œuvre les techniques d'optimisation continue et discrète. Ces deux secteurs connaissent une demande soutenue.
L'automatique (Frédéric Bonnans et Yacine Chitour) est très utilisée depuis longtemps en aéronautique et dans les processus de production (chimie, cimenteries, laminage, biotechnologies). Avec l'invasion de l'électronique elle devient un élément-clé dans de nouveaux secteurs comme l'automobile. Elle intervient aussi dans la commande de grands systèmes.
La recherche opérationnelle (Frédéric Bonnans et Stéphane Gaubert) est la technique fondamentale de résolution des problèmes de gestion complexes : plans de production, horaires de transport, affectation de moyens, conception de réseaux, investissements.
Ces deux disciplines sont présentes dans les grandes entreprises mais aussi dans de petites sociétés. Elles occupent une place importante dans les universités françaises comme étrangères.

Stage d'avril à juillet :
L'option "Automatique et Recherche Opérationnelle" est conçue pour des élèves qui cherchent une formation dans cette spécialité, soit pour aborder un problème industriel, soit pour s'initier à la recherche et ce, quel que soit le choix ultérieur de leur carrière. Pour les élèves très motivés qui veulent s'expatrier durant leur stage d'option, il est possible de trouver des sujets de stages dans des universités ou des petites sociétés étrangères.

Exemples de stages effectués les années passées :
Automatique :
- Stabilisation de satellites d'astéroïdes
- Commande optimale dans le domaine spatial
- Planification de trajectoires de robots

Recherche opérationnelle :
- Optimisation de réseaux telecom
- Gestion de voies ferrées
- Optimisation de production électrique
- Gestion de réserves de gaz

Organismes d'accueil proposant des stages :
- Laboratoires publics de recherche :
IFREMER, IFP, INRIA, ONERA, Ecoles d'ingénieurs et Universités.

- Grandes entreprises et centres de recherche appliquée :
Air Liquide, Air France, Bouygues, France Telecom, EDF, GDF, SNCF.

- Organismes d'accueil à l'étranger :
Universités américaines (Columbia, San Diego) ou européennes, ainsi que quelques sociétes.

Période : Printemps
Nombre d'heures : 480
Crédits ECTS : 20
École : École Polytechnique
Dernière mise à jour : lundi 12 mars 2012

Automatique. Dynamique et contrôle des systèmes [V1E+V2D]

ATTENTION: la durée et le positionnement des séances (amphis, PC, TD info) ne sont pas "classiques" et peuvent changer d'une semaine sur l'autre. REGARDER ATTENTIVEMENT LA PROGRAMMATIONLobjectif de ce cours est de donner une vision large des techniques de lAutomatique telle quelle est pratiquée dans le monde industriel et dans le monde académique. Nous aborderons, dans une même approche très générale, le cadre des systèmes linéaires ou non-linéaires, de dimension finie ou infinie, en nous concentrant sur les questions fondamentales suivantes : stabilité, transitoires entre deux points de fonctionnement, et estimation de létat.En préliminaire, nous étudierons les notions de stabilité (au sens de Lyapounov) des systèmes dynamiques et les relieront à des considérations concrètes dingénierie. Nous chercherons à modifier les systèmes instables, en les stabilisant à laide dun contrôleur (rétro-action). En particulier, nous insisterons sur les régulateurs Proportionnel Intégral Dévivé (PID) qui sont extrêmement fréquents dans les applications.Ensuite, une fois le système stabilisé, nous nous intéresserons aux manœuvres, cest à dire à la planification de trajectoires entre différents régimes déquilibre. Nous insisterons en particulier sur les techniques doptimisation de trajectoires, avec la commande linéaire quadratique (LQ).Enfin, nous nous intéresserons à lestimation de grandeurs non mesurées qui sont requises pour la synthèse effective des contrôleurs. Nous présenterons les observateurs de Luenberger et le filtre de Kalman et conclurons sur la stabilité du schéma observateur-contrôleur.Ce cours est une introduction aux cours plus spécialisés de la filière "Optimisation, Recherche Opérationnelle et Commande des Systèmes", dans lesquels il trouve un grand nombre de prolongements. Aussi souvent que possible, chaque notion mathématique sera illustrée par un cas concret issue du monde de lingénierie ou du monde académique. Au delà du formalisme, nous voulons montrer le caractère universel de la démarche présentée. Un élève ayant bien assimilé ce cours saura comment analyser un système et concevoir et régler un contrôleur pour celui-ci. Créneaux horaires du cours en 2009/2010: V1E + V2D

Automatique. Dynamique et contrôle des systèmes [V1E+V2D]

Niveau requis
AO102

Modalités d'évaluation
interrogation écrite et projet à réaliser.

Période : Automne
Nombre d'heures : 40
Crédits ECTS : 4
École : École Nationale Supérieure de Techniques Avancées
Dernière mise à jour : lundi 14 décembre 2009

Calcul avancé des structures

Partie 1 :
Maîtrise de la conception d'ensemble des structures.
Acquisition des principales méthodes de calcul d'ensemble et d'analyse des conditions d'instabilité.
Extension au calcul non linéaire en grands déplacements des grandes structures souples haubanées ou suspendues.
Partie 2 :
Maîtrise de la conception d'ensemble et de la conception locale des structures par analyse aux éléments finis.
Apprentissage de la discrétisation et de la modélisation des structures, de la manipulation de logiciels, de la formalisation et de l'interprétation des résultats.

Partie 1 - Calcul avancé des structures (amphi + petite classe) :
discrétion des milieux continus et à l'extension des résultats de la Mécanique des milieux continus aux structures discrétisées,
principales méthodes de calculs d'ensemble des structures, méthode des forces, méthode des déplacements, méthode des éléments finis,
analyse de l'instabilité d'ensemble des structures,
calculs non linéaires en grands déplacements (structures souples à câbles).
Partie 2 - Modélisation par éléments finis (séances d'application informatique pratique)
présentation rapide de la méthode et de sa formalisation au niveau de l'élément et au niveau global.
présentation des divers types d'éléments et leur utilisation pratique.
application à la conception de structures sur la base de discrétisation par éléments de poutres ou de coques sur les axes principaux suivants :
prise en compte du phasage de mise en oeuvre sur exemple de tablier de pont poussé et de tablier construit par encorbellement,
prise en compte de surcharges mobiles, lignes d'influence, enveloppes, combinaison de chargements intégrant la mise en oeuvre et les surcharges d'exploitation,
prise en compte de la précontrainte.

Niveau requis

Les théorèmes généraux de la Mécanique des milieux continus déformables

Modalités d'évaluation
13 séances de 3 heures.

Période : Automne
Nombre d'heures : 21
Crédits ECTS : 2
École : École des Ponts ParisTech
Dernière mise à jour : mercredi 14 septembre 2011

Calcul des structures avec "ABAQUS"

Ce cours sert à prendre en main un logiciel d'éléments finis largement répandu dans l'industrie. Il met l'accent sur l'utilisation du code de calcul dans le cas d'études non-linéaires et en grandes déformations (plasticité, mise en forme, hyperélasticité...) en complément des notions apprises dans le cours de mécanique physique des matériaux.

Séance 1 : prise en main / partie en hpp
Séance 2 : introduction aux non-linéarités / poutre en grand déplacement
Séance 3 : hyperélasticité / compression d'un élastomère
Séance 4 : introduction au contact / compression avec plateaux rigides
Séance 5 : notion d'assemblage dans ABAQUS
Séance 6 : TP de synthèse de l'ensemble des notions vues précédemment
Séance 7 : maillage paramétré / écrasement au double cylindre
Séance 8 : dynamique / analyse fréquencielle
Séance 9 : dynamique / car crash
Séance 10 et 11 : les composites dans ABAQUS
Séance 12 et 13 : bureau d'étude

Modalités d'évaluation
Petites classes

Période : Automne
Crédits ECTS : 4
École : École des Ponts ParisTech
Dernière mise à jour : mercredi 02 novembre 2011

Calcul parallèle avancé & HPC

La première partie du cours comprendra une introduction générale au calcul haute performance (High Performance Computing), incluant une présentation du panorama mondial, européen et français, et présentant les nombreux débouchés qui s'offrent aux experts de cette filière.La deuxième partie du cours présentera la programmation OpenMP (Open Multi-Processing), interface de programmation pour le calcul parallèle sur architecture à mémoire partagée, devenant avec l'apparition des processeurs multicœurs une option de plus en plus utilisée afin de programmer les cœurs d'un même processeur. Cette interface de programmation applicative (API) est supportée sur de nombreuses plateformes, incluant Unix et Windows, pour les langages de programmation tels que C/C++ et Fortran. La dernière partie du cours est consacrée à des scientifiques, qui viendront présenter leur domaine de recherche (astrophysique, climat, nanomatériaux,...), ainsi que leurs codes de simulations parallèles, en cours de développement ou en production, sur les plus grandes architectures de calcul du moment. Ils donneront un aperçu de la façon dont ils ont appréhendé la programmation parallèle en en présentant les principes ainsi que des exemples concrets de mise en œuvre.

Calcul parallèle avancé & HPC

Période : Automne
Nombre d'heures : 20
Crédits ECTS : 2
École : École Nationale Supérieure de Techniques Avancées
Dernière mise à jour : lundi 14 décembre 2009

Calcul scientifique

De la mécanique à l'environnement en passant par la finance, l'aéronautique ou les transports, les problèmes posés à l'ingénieur font massivement intervenir des équations aux dérivées partielles. L'objectif du cours est d'apporter aux élèves des connaissances scientifiques leur permettant d'appréhender l'approximation numérique de telles équations. Le cours propose également une introduction à l'optimisation avec ou sans contraintes.
L'équipe pédagogique s'attachera à transmettre un corpus de notions fondamentales en privilégiant un nombre limité de méthodes et à restituer ces notions dans le cadre d'applications concrètes. Des liens forts existent entre ce cours et d'autres cours du S1, notamment Analyse et Mécanique.

1.Eléments finis : analyse de convergence, éléments finis P1 en dimension 1 et 2.
2.Optimisation : optimisation libre puis avec contraintes, conditions d'optimalité et algorithmes d'optimisation numérique.
3.Lois de conservation : modélisation physique, notion de solution faible entropique, approximation par une méthode de volumes finis.

Modalités d'évaluation
1 examen de 3h.

Période : Automne
Crédits ECTS : 3
École : École des Ponts ParisTech
Dernière mise à jour : mardi 26 juillet 2011

Calcul scientifique : une introduction

Objectifs: Ce cours est, comme son titre l'indique, une introduction au calcul scientifique. Son objectif principal est de permettre aux étudiants de comprendre précisément quelles sont les limitations des simulations numériques utilisées pour prendre des décisions industrielles ou politiques stratégiques (type durabilité de l'enfouissement de déchets nucléaires), et de leur donner des outils pour évaluer ou au moins questionner la crédibilité de résultats numériques. Un ordinateur donne toujours un résultat, mais est-ce le bon ?Plus précisément, vous saurez à l'issue de cours quelles questions poser pour déterminer la confiance à accorder (ou pas) à un résultat numérique, en distinguant les types d'erreur possiblesconnaitrez quelques méthodes numériques employées quotidiennement (de manière explicite ou implicite), leurs succès et leurs limitationssaurez implémenter informatiquement quelques algorithmes simples et en éprouver les limites

Programme: concepts généraux du calcul scientifique (modélisation, analyse d'erreur)calcul numérique des intégrales : méthodes déterministes et méthodes stochastiquesintégration des équations différentielles ordinaires

Niveau requis
Cours d'analyse et de probabilité de niveau L3.

Modalités d'évaluation
Compte-rendus de TP et rendu d'exercices en fin de séance de TD

Période : Automne
Nombre d'heures : 11
École : MINES ParisTech
Dernière mise à jour : vendredi 13 juillet 2012

Chaînes de Markov et martingales en temps discrets

Le temps est un paramètre important dans les problèmes qui concernent les ingénieurs : fiabilité des systèmes, files d'attente, évolution des systèmes biologiques, économiques etc. Il est aussi un élément essentiel du choix de décision "optimal".

Lorsque le système dynamique étudié est aléatoire, la distinction du "passé" (connu) et du futur à "estimer " est à la base de la théorie des processus de Markov et des martingales.

Plusieurs questions naturelles se posent dans la modélisation de ces phénomènes : l'existence de situation d'équilibre, la simulation des phénomènes, l'estimation des paramètres du modèle...

Récemment ces processus ont été utilisés dans la résolution de problèmes déterministes tels que la recherche du minimum d'une fonction et autres algorithmes stochastiques. Le choix optimal de la date de prise de décision ouvre le champ des problèmes de contrôle stochastique et de leurs applications aux Mathématiques financières.

Contenu:

1 -Rappels de théorie de la mesure et de théorie des probabilités.

2 - Espérance conditionnelle. Application au filtre de Kalman-Bucy. Temps d'arrêt et information.

3 - Chaînes de Markov : premières définitions, problème de Dirichlet. Excursions indépendantes.

4 - Loi invariante : existence en espace d'état fini, classification des états, récurrence positive et existence de loi invariante en espace d'état dénombrable.

5 - Théorème ergodique, théorème central limite, convergence des lois marginales. Applications (PageRank de Google, algorithmes stochastiques de Hasting Metropolis, Recuit simulé).

6 - Martingales et temps d'arrêt. Décomposition des surmartingales. Inégalités de Doob. Martingales fermées.

7 - Convergence des martingales. Applications à l'algorithme stochastique de Robins-Monroe. Dynamique des populations et processus de Galton-Watson.

8 - Arrêt optimal. Enveloppe de Snell en horizon fini, puis infini. Problème de la secrétaire. Application à la finance.

9 - Applications en biologie et en mécanique statistique.

Référence bibliographique :
Chaînes de Markov et martingales en temps discrets, Nizar Touzi (2009)

Niveau requis
Bonne connaissance du cours de tronc commun MAP311.

Modalités d'évaluation
Un contrôle classant à la fin du cours. Une évaluation de présence et du travail fourni en Petite Classe.

Période : Automne
Nombre d'heures : 36
Crédits ECTS : 5
École : École Polytechnique

Dernière mise à jour : lundi 12 mars 2012

Chaînes de Markov [V1A]

L'étude des chaînes de Markov donne un cadre rigoureux pour décrire une certaine classe d'évolutions aléatoires, où le hasard intervient de telle sorte que le seul élément utile pour évaluer de façon probabiliste l'évolution dans le futur que l'on puisse tirer de l'observation du passé est l'état du présent ("oubli" du passé), et qui ont lieu au cours d'un temps discret sur un espace discret. Ceci permet de fournir des modèles mathématiques pour de nombreux problèmes concrets et de les analyser. Créneaux horaires du cours en 2009/2010: V1A

Chaînes de Markov [V1A]

Niveau requis
MA101

Modalités d'évaluation
Interrogation écrite.

Période : Automne
Nombre d'heures : 21
Crédits ECTS : 2
École : École Nationale Supérieure de Techniques Avancées
Dernière mise à jour : lundi 14 décembre 2009

Commande optimale

Les technologies actuelles cherchent de plus en plus à traiter des systèmes complexes, constitués par un grand nombre de paramètres liés les uns aux autres par une structure bien déterminée. Un autre aspect de l'évolution générale est aussi la recherche de performances évoluées (notion de productivité, de coût, de qualité des produits, ...) et des performances optimales (aller sur la lune en consommant le minimum de carburant, planifier une économie de façon optimale, etc). L'objectif de ce cours est de présenter les méthodes théoriques et numériques de la commande optimale permettant de résoudre ces systèmes complexes.Le cours magistral est accompagné de séances de travaux dirigés et de travaux pratiques en Matlab ou Scilab, durant lesquelles les étudiants mettent en oeuvre sur un cas concret les méthodes numériques étudiées.ATTENTION : la deuxième séance du cours est déplacée du mardi 15 au vendredi 11 septembre !

Commande optimale

Modalités d'évaluation
Interrogation écrite et contrôle sur machine durant les séances de travaux pratiques.

Période : Automne
Nombre d'heures : 22
Crédits ECTS : 2
École : École Nationale Supérieure de Techniques Avancées
Dernière mise à jour : lundi 14 décembre 2009

Complexité et Graphes

Ce cours s'appuie sur les problèmes de graphes pour présenter la théorie de la complexité.Les graphes sont des outils puissants permettant de modéliser de nombreux problèmes comme, par exemple, la construction d'emplois du temps. La complexité algorithmique étudie la difficulté intrinsèque des problèmes, en particulier vis-à-vis du temps nécessaire à leur résolution.Tout d'abord, des définitions et problèmes de graphes sont présentés ainsi que quelques applications (coloration, couverture,...). Ensuite, on donne une introduction à l'étude des classes de complexité, en s'appuyant sur divers problèmes d'optimisation combinatoire, principalement de graphes. A la fin du cours les élèves sauront évaluer la difficulté d'un problème de recherche opérationnelle et déterminer le type de résolution approprié: une méthode exacte pour un problème "facile" et, en général, une méthode approchée pour un problème "difficile".On fera une étude détaillée des classes P et NP. Les problèmes calculables en temps polynomial déterministe forment la classe P. La classe NP est constituée de problèmes dont la solution est vérifiable en temps polynomial, mais les trouver peut demander un temps exponentiel. Ces deux classes contiennent des milliers de problèmes de la théorie des graphes, de logique, des automates et d'autres domaines.

Complexité et Graphes

Niveau requis
IN102.

Modalités d'évaluation
Examen final.

Période : Automne
Nombre d'heures : 22
Crédits ECTS : 2
École : École Nationale Supérieure de Techniques Avancées
Dernière mise à jour : lundi 14 décembre 2009

Conception des ouvrages géotechniques appliquée

En relation avec le module de Conception des ouvrages géotechniques, ce module d'application vise à familiariser les étudiants avec les expérimentations qui permettent de caractériser les sols au laboratoire et in-situ. En parallèle est proposée la conception d'un projet d'ouvrage géotechnique à l'aide d'un logiciel aux éléments finis utilisé dans la pratique.

Les séances se répartissent entre activités expérimentales et conception du projet, avec :
3 séances consacrées à la mise en oeuvre par les élèves d'essais de laboratoire (triaxial,?)
3 séances sur le terrain (aire de Ferrières) consacrées à la mise en oeuvre par les élèves des essais au pressiomètre, au scissomètre et au pénétromètre dynamique
7 séances consacrées à un projet de conception et de calcul d'ouvrage à l'aide d'un code de calcul aux éléments finis : cas réels de mur de quai ou soutènements de parking, mur en sol cloué, remblai sur sol compressible..

Niveau requis
Mécanique des sols et des roches.

Modalités d'évaluation
13 séances de 3 heures.

Période : Printemps
Nombre d'heures : 42
Crédits ECTS : 4
École : École des Ponts ParisTech
Dernière mise à jour : mercredi 27 juillet 2011

Conception, calculs & contrôle partie 1

Comprendre le fonctionnement, et être capable de dimensionner les systèmes mécaniques, les systèmes dinstrumentation et les logiciels qui interviennent dans une installation nucléaire. Ce cours se conjugue en trois parties :Partie 1 : Comprendre le fonctionnement des instrumentations dans une installation nucléaire, tant du point de vue des capteurs" in situ", que des traitements de linformation qui sen suivent.Capteurs – mesures associéesDescription des différents types de capteurs. Mesure des principales grandeurs physiques : mécaniques (déplacement-dimension, force), hydrauliques (pression, débit, niveau) et thermiques (mesures de température). Conception de capteurs : applications de la méthode des éléments finis (microsystèmes, capteurs à fibre optique…). Applications : mesure de défaut par courant de Foucault en champ lointain. Analyse ultrasonores de B-SCAN pour la localisation et la caractérisation de défauts.Mesures indirectes – construction de modèlesDéfinition dune mesure indirecte. Régularisation dun problème mal posé. Utilisation dinformation a priori. Choix dun modèle de représentation, choix de lordre dun modèle. Applications de mesures indirectes dans lanalyse de fûts de stockage : débitmétrie ultrasonore, dimensionnement automatique de défauts, mesure automatique sans contact de conductivité, imagerie du contenu dun fût de stockage.Prise de décision : détection – estimationDétecteur bayésien,

détecteur du Minimax, détecteur de Neyman-Pearson. Estimationbayésienne, maximum de vraisemblance, estimateur des moindres carrés (version récursive).Qualification des performances dun détecteur et dun estimateur. Applications de ces outils àune étude de cas de démantèlement

Conception, calculs & contrôle partie 1

Modalités d'évaluation
Partiel en février 2010 puis examen final commun à S4DCODE 1, 2 et 3 fin mars.

Période : Automne
Nombre d'heures : 24
Crédits ECTS : 2
École : École Nationale Supérieure de Techniques Avancées
Dernière mise à jour : lundi 14 décembre 2009

Contrôle des EDP

Le but est de présenter des problèmes de contrôle optimal de systèmes régis pardes équations aux dérivées partielles. Nous étudierons ensuite les outils mathématiqueset les méthodes numériques pour la résolution de tels problèmes.

Contrôle des EDP

Modalités d'évaluation
Projets (Les TP seront notés à chaque séance)

Période : Automne
Nombre d'heures : 21
Crédits ECTS : 1
École : École Nationale Supérieure de Techniques Avancées
Dernière mise à jour : lundi 14 décembre 2009

Contrôle optimal et équations Hamilton-Jacobi-Bellman

Contrôle optimal et équations Hamilton-Jacobi-Bellman

Modalités d'évaluation
TP noté et examen écrit

Période : Automne
Nombre d'heures : 19
Crédits ECTS : 1
École : École Nationale Supérieure de Techniques Avancées
Dernière mise à jour : lundi 14 décembre 2009

Création de Start-Up Technologique

L'objectif est de faire découvrir le processus de création et de croissance des start-up technologiques, leur environnement technique, marketing et financier, en lien avec l'innovation et la recherche. Une présentation du monde des start-up sera faite en quelques séances, complétée par des conférences faites par des créateurs de start-up technologiques, des investisseurs et des responsables de valorisation industrielle.

Dans le cadre de cet enseignement d'approfondissement, par groupes de 4, les élèves développeront un projet de création de start-up basé sur une innovation technologique, de préférence lié à leur programme d'approfondissement. Les élèves pourront partir de résultats de recherche des laboratoires de Polytechnique, ou d'idées développées lors d'un projet scientifique, ou de technologies développées par des start-up de l'incubateur de l'X ou d'ailleurs.
Ce projet de start-up sera concrétisé sous la forme d'un business plan, incluant les points essentiels de différentiation et de valorisation par l'innovation technologique, qui sera présenté oralement à un jury d'investisseurs, comme lors d'une recherche de financements. Une méthodologie d'écriture d'un business plan sera présenté aux élèves, mais une place importante est laissée au travail personnel.

Numerus clausus:80

Période : Hiver & Printemps
Nombre d'heures : 36
Crédits ECTS : 4
École : École Polytechnique
Dernière mise à jour : mercredi 21 mars 2012

Ecoulements compressibles[V1E]

Le cours est consacré aux écoulements où les phénomènes de compressibilité ne sont plus négligeables. L'étude sera menée pour les fluides non visqueux et repose sur l'exploitation soignée des équations de bilan (masse, quantité de mouvement, énergie et entropie)Le passage d'un bilan sous forme globale à une écriture locale permet en cas de présence dans le domaine de surfaces de discontinuités, de dégager

clairement les relations de sauts qui relient les grandeurs thermomécaniques de part et d'autre des lieux de discontinuités.L'approximation acoustique, les écoulements unidimensionnels, continus ou non, les chocs (droit, oblique) seront abordés.

Ecoulements compressibles[V1E]

Modalités d'évaluation
Contrôle de connaissances et projet

Période : Automne
Nombre d'heures : 21
Crédits ECTS : 2
École : École Nationale Supérieure de Techniques Avancées
Dernière mise à jour : lundi 14 décembre 2009

Electromagnétisme et Acoustique dans l'industrie aéronautique et automobile : de la modélisation au calcul haute performance

Cet enseignement d'approfondissement présente deux méthodes numériques largement diffusées dans le monde industriel pour la résolution des phénomènes de propagation d'ondes, la méthode des différences finies et la méthode des éléments finis de frontière. Nous en présenterons des applications industrielles comme la réduction du bruit des avions ou des voitures, la Compatibilité Electromagnétique qui permet d'assurer le bon fonctionnement des systèmes électriques embarqués, l'installation des antennes afin d'assurer une bonne couverture et diminuer les effets parasites de couplages entre antennes.

Même si les deux physiques concernées semblent très éloignées l'une de l'autre, une approche commune mathématique et numérique permet de mutualiser les développements numériques et la compréhension des notions clés : causalité et condition de radiation, dispersion numérique, écriture sous forme intégrale des équations...

Le cours est composé de séances magistrales introductives permettant d'aborder la modélisation théorique et numérique, de séances en petits groupes pour analyser le cas simplifié mais très instructif de la dimension 1, des séances pratiques permettant d'utiliser des logiciels industriels dans un contexte tridimensionnel. Un polycopié est disponible rassemblant l'ensemble des résultats utiles.

Des projets de modélisation numérique seront proposés aux élèves consistant en une étude voisine du travail d'un ingénieur d'étude en milieu industriel.

Modalités d'évaluation
Un projet de modélisation numérique et une évaluation de la présence et du travail fourni en séance.

Période : Automne
Nombre d'heures : 36
Crédits ECTS : 4

École : École Polytechnique
Dernière mise à jour : lundi 12 mars 2012

Éléments finis

Objectifs: La méthode des éléments finis fait partie du bagage que chaque ingénieur doit posséder, tant elle s'est imposée dans des domaines très divers (mécanique des solides et des fluides, thermique, électricité, magnétisme).Le but de ce cours est de présenter les aspects fondamentaux de cette méthode, vue comme un outil de base en modélisation, et également de donner aux élèves les repères pour évoluer dans l'environnement des codes industriels.L'une des originalités de ce cours est son orientation pluridisciplinaire, puisque l'équipe enseignante est composée de mathématiciens appliqués, et de mécaniciens. On pourra ainsi présenter les bases mathématiques de la méthode, et en montrer l'application à des situations réalistes.

Programme: L'enseignement comprend une partie théorique (avec cours et petites classes), et une partie pratique, basée sur un mini-projet. La partie "cours" comprend un exposé de la formulation théorique de la méthode (10 séances de cours et TD), mais aussi celui de sa mise en oeuvre (5 séances de cours et TD), et de l'environnement industriel (5 séances). Les mini-projets correspondent à un tiers du cours. Ceux-ci seront à choisir parmi une liste de sujets dirigés soit vers des applications spécifiques, soit vers des développements algorithmiques ou mathématiques : dynamique, mécanique statique, contact, thermique, diffusion, mécanique des fluides, adaptation de maillage,... Contenu Formulation théorique et mise en oeuvre de la méthodeFormulation variationnelle: Espaces de Sobolev, solutions faibles, théorème de Lax Milgram, lien avec les travaux virtuels et le calcul des variations.Méthode des éléments finis: Description de la méthode, exemples d'éléments finis, résultats de convergenceFormulation matricielle: Matrices élémentaires, assemblage, conditions aux limites, résolution, algorithmes en mécanique et en thermiqueEnvironnement de calculLien avec la CAO: Chaînes de conceptionLes techniques de maillages : Méthodes de Delaunay, frontale. Maillage d'une pièce complexe.Les grands codes du commerce: organisation d'un code de calcul, quelques exemplesCalcul parallèle: Machines et algorithmes associés, solveurs parallèles, décomposition de domaine Applications Les élèves intéressés par des applications sur pièces réelles utiliseront un grand logiciel du commerce, ou les logiciels des Centres de Recherche de l'École. Ils réaliseront un calcul réaliste d'un point de vue industriel. Ceux qui sont plus intéressés par les aspects maths appliquées pourront utiliser une plate-forme de développement, telle que FreeFem++.

Modalités d'évaluation
L'évaluation du cours s'effectue au travers du projet. Les élèves doivent rendre une note de calcul, ou un manuel de développement, et devront également construire une page web synthétisant les principaux résultats obtenus.

Période : Automne
Nombre d'heures : 37
Crédits ECTS : 3
École : MINES ParisTech
Dernière mise à jour : vendredi 29 juillet 2011

Eléments finis 2 [V2A]

Ce cours fait suite au premier cours sur les elements finis. Il a pour objectif de presenter la methode des elements finis dans des situations moins "standard". Une premiere partie du cous concernera les elements finis pour des problemes instationnaires, plus precisement pour les problemes de propagation d'ondes (equations hyperboliques lineaires) et pour l'equation de la chaleur (equations paraboliques). Dans une deuxieme partie, on s'interessera aux elements finis mixtes utilises dans le cadre de formulation mixtes (typiquement probleme de Stokes). Créneaux horaires du cours en 2009/2010: V2A

Eléments finis 2 [V2A]

Niveau requis
cours MA201 sur les elements finis (partie 1)

Modalités d'évaluation
examen la derniere seance

Période : Automne
Nombre d'heures : 21
Crédits ECTS : 2
École : École Nationale Supérieure de Techniques Avancées
Dernière mise à jour : lundi 14 décembre 2009

Estimation fonctionnelle

L'objet de ce cours est de présenter quelques méthodesclassiques de l'estimation fonctionnelle.

1) Estimateurs à noyaux et par projection d'une densité.Validation croisée. Procédures de seuillage. Vitesses deconvergence et inégalités d'oracle.2) Estimation non-paramétrique de la fonction de régression. Estimateurspar polynômes locaux, par projection et par la méthode dessplines. Vitesses de convergence. Estimation adaptative.3) Introduction à l’estimation fonctionnelle enanalyse statistique multivariée et en problèmes inverses.

Modalités d'évaluation
écrit

Période : Printemps
Nombre d'heures : 20
Crédits ECTS : 2
École : École Nationale de la Statistique et de l'Administration Économique
Dernière mise à jour : mercredi 29 juillet 2009

Etude et modélisation des systèmes mécaniques

Retrouvez la fiche descriptive sur :
http://www.ensam.fr/fr/formation_initiale/ingenieur_arts_et_metiers/cursus_pedagogiques/parcours_master_ingenieur/ue_2emeannee/etude_et_modelisation_des_systemes_mecaniques_ued_2eme_annee

Période : Automne & Printemps
École : Arts et Métiers ParisTech
Dernière mise à jour : mardi 18 septembre 2012

Fonctions de variable complexe [V3B]

La théorie des fonctions holomorphes qui a été développée au 19ème siècle sous l'impulsion de Gauss, Cauchy, Riemann ... constitue l'une des toutes premières réussites de l'analyse. Sa puissance et sa simplicité font que les fonctions holomorphes se rencontrent dans presque tous les domaines des mathématiques pures ou appliquées, depuis la théorie de nombres (hypothèse de Riemann), la théorie spectrale, les équations différentielles et aux dérivées partielles. Elles constituent également un outil particulièrement important en physique (développements asymptotiques), en automatique (transformation de Laplace, localisation de pôles) ou en mécanique des fluides (fluides parfaits, stabilité).Le cours se propose de décrire les fondements de la théorie ainsi que ses applications typiques. Des exercices variés essentiellement centrés sur les applications permettront d'en goûter tout le sel et d'acquérir une compréhension renouvelée de certains des calculs formels de la physique, de la mécanique ou de l'automatique.Créneau horaire du cours en 2009/2010: V3B

Fonctions de variable complexe [V3B]

Modalités d'évaluation
Contrôle écrit

Période : Automne
Nombre d'heures : 21
Crédits ECTS : 2
École : École Nationale Supérieure de Techniques Avancées
Dernière mise à jour : lundi 14 décembre 2009

Formation expérimentale en génie chimique (1A)

Objectifs :

Aborder les notions relatives aux mécanismes de transfert de quantité de mouvement (mécanique des fluides) et de chaleur (loi de Fourier) nécessaires pour le métier d'ingénieur chimiste.

Déroulement de la formation :

- mesures de pertes de charges dans un circuit

- débitmétrie

- écoulement dans une canalisation

- écoulement dans un milieu poreux

- détermination de la distribution des temps de séjours

- étude d'un échangeur à tubes coaxiaux

- transfert thermique

Niveau requis
Notions de transfert de quantité de mouvement et de chaleur (loi de Fourier)

Modalités d'évaluation
Compte rendu + observation des élèves

Période : Automne
Nombre d'heures : 32
Crédits ECTS : 2
École : Chimie ParisTech
Dernière mise à jour : mercredi 17 novembre 2010

Identification pour l'automatique

L'objectif de ce cours est de présenter les concepts et démarches générales permettant l'identification de processus physiques. Les techniques classiques sont traités en insistant sur les notions communes à toutes les approches : la notion de modèle,la représentativité d'un modèle (rapports entre modèle, mesure et réalité physique), le principe de l'information a priori (nécessaire pour tout les choix à faire : structure du modèle, critère, algorithme ...) et les liens entre identification et compression de l'information. Particulièrement dédié à la modélisation ce cours vient naturellement introduire des notions fondamentales qui seront utilisées dans les autres cours du module.

Identification pour l'automatique

Niveau requis
Théorie des signaux et système, continu et discret, algèbre linéaire. Notion d'optimisation. Discrete-time signals and systems, linear algebra. Basic principles of optimisation.

Modalités d'évaluation
Projet à réaliser Participation au Travaux Dirigés

Période : Automne
Nombre d'heures : 21
Crédits ECTS : 1
École : École Nationale Supérieure de Techniques Avancées
Dernière mise à jour : lundi 14 décembre 2009

Image et signal

Coordinateur d'option:
Frédéric Bonnans
Mai l: frederic.bonnans@polytechnique.edu

Directeurs d'option:
Stéphanie Allassonnière
Mail : stephanie.allassonniere@polytechnique.edu

Antonin Chambolle
Mail : antonin.chambolle@polytechnique.edu

Secrétariat du Département de Mathématiques Appliquées
Tél.: 01 69 33 46 01.
Fax : 01 69 33 46 46.
Mail : departement@cmapx.polytechnique.fr

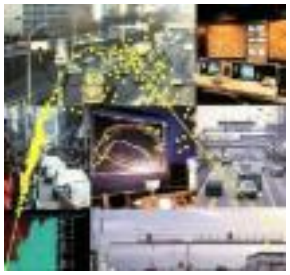
L'analyse et le traitement automatique d'informations contenues dans des signaux ou des images ont des applications considérables. Cette option est dans le sillage du cours MAP555 de Traitement du signal.

Des stages sont offerts en France soit en milieu industriel soit dans des centres de recherche. De nombreux stages sont aussi proposés dans des laboratoires de recherche à l'étranger, notamment, aux Etats-Unis, en Suisse, en Australie, à Singapour et au Brésil. Dans tous les cas, l'objectif est de donner aux élèves l'occasion de compléter leurs connaissances mais surtout de participer à un travail de recherche ou à un développement industriel. Les domaines d'applications sont très variés : imagerie médicale, reconnaissance de la parole, vision par ordinateur, compression, télécommunications... Ces stages

comportent tous une partie modélisation et implémentation dont le ratio dépend du stage.

Période : Printemps
Nombre d'heures : 480
Crédits ECTS : 20
École : École Polytechnique
Dernière mise à jour : lundi 12 mars 2012

Ingénierie du trafic



Connaître les méthodes scientifiques - en particulier la théorie du trafic - nécessaires à l'exploitation des réseaux routiers et à la mise en ?uvre des nouveaux systèmes télématiques pour la route. A l'issue du cours, les étudiants sauront appliquer les principales lois de trafic pour déterminer les paramètres de fonctionnement des infrastructures routières.

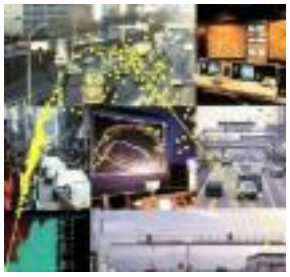
Le cours de 7 séances est structuré autour des chapitres suivants :
1.Variables microscopiques et macroscopiques du trafic. Distributions statistiques
2.Capteurs de mesure et nouvelles technologies des véhicules traceurs
3.Diagramme fondamental de la route. Capacité et niveaux de service des routes principales
4.Cartographie automatique du trafic et applications
5.Ondes cinématiques et ondes de choc de circulation. Applications aux effets de goulot
6.Lois de poursuite et simulation fine du trafic
7.Etude de cas illustrant les principaux concepts sur un exemple réel

Niveau requis
Tous les éléments nécessaires sont rappelés en cours ou durant les séances de travaux dirigés.

Modalités d'évaluation
7 séances de 3 heures incluant des travaux dirigés d'application.

Période : Automne
Crédits ECTS : 4
École : École des Ponts ParisTech
Dernière mise à jour : mercredi 02 novembre 2011

Ingénierie du trafic - 2



Connaître les pratiques actuelles et les méthodes futures d'exploitation des réseaux routiers et de mise en ?uvre des nouveaux systèmes télématiques pour la route (systèmes intelligents de transport). A l'issue du cours, les étudiants seront capables d'identifier et d'appliquer les solutions potentielles à un problème de trafic donné.

Le cours comprend 6 séances structurées autour des chapitres suivants :
1.Calcul des carrefours à feux. Formule de Webster
2.Phénomènes d'attente. Calcul des retards et des perturbations du trafic
3.Régulation des réseaux urbains : ondes vertes et plans de feux
4.Techniques et méthodes de gestion dynamique du trafic
5.Détection automatique des incidents routiers
6.Etude d'un cas concret avec évaluation multicritère : trafic, sécurité, environnement durable

Niveau requis
Les bases fondamentales du module ITRA1 sont supposées acquises. Tous les autres éléments principaux sont rappelés en cours.

Modalités d'évaluation
6 séances de cours de 3 heures, incluant des travaux dirigés d'application.

Période : Automne
Crédits ECTS : 2
École : École des Ponts ParisTech
Dernière mise à jour : mercredi 02 novembre 2011

Initiation à la recherche opérationnelle [V2A-V2E]

La Recherche Opérationnelle (R.O.) est la discipline des méthodes scientifiques utilisables pour élaborer de meilleures décisions. Elle permet de rationaliser, de simuler et doptimiser larchitecture et le fonctionnement des systèmes de production ou dorganisation. La R.O. apparaît comme une discipline-carrefour associant les mathématiques, léconomie et linformatique.Les apports de la R.O. sont visibles dans les domaines les plus divers : de lorganisation des lignes de production de véhicules à la

planification des missions spatiales, de loptimisation de portefeuilles bancaires à laide au séquençage de lADN ou à lorganisation de la couverture satellite des téléphones portables…Tous ces problèmes sont de nature discrète ou combinatoire. Si l'existence d'une solution optimale est en général triviale, sa recherche de manière énumérative, même effectuée par les ordinateurs les plus puissants, pourrait demander plusieurs siècles de calcul.Le but du cours est de familiariser les élèves avec loptimisation combinatoire et de leur faire connaître des outils qui permettent de résoudre les problèmes les plus faciles, en particulier les graphes et la programmation mathématique. Créneaux horaires du cours : V2A

Initiation à la recherche opérationnelle [V2A-V2E]

Modalités d'évaluation
Examen final.

Période : Automne
Nombre d'heures : 22
Crédits ECTS : 2
École : École Nationale Supérieure de Techniques Avancées
Dernière mise à jour : lundi 14 décembre 2009

Initiation au calcul parallèle haute performance

L'objectif de ce cours est de fournir les bases pratiques du calcul parallèle permettant de développer des applications sur des machines parallèles et massivement parallèles. Le but recherché est dexploiter au mieux la puissance des calculateurs à haute performance. L'enseignement comprendra quelques exposés théoriques et de nombreux travaux pratiques avec la progression suivante : + Initiation à la bibliothèque d'échange de messages MPI + Exercices sur un cluster de quelques dizaines de processeurs + Initiation au calcul haute performance (High Performance Computing) et optimisation.Le cours A1-2 se déroule au Service d'Astrophysique du CEA-Saclay, sur le site de l'Orme des Merisiers (Batiment 709, 2ème étage, salle 220).

Initiation au calcul parallèle haute performance

Modalités d'évaluation
Projet informatique.

Période : Automne
Nombre d'heures : 22
Crédits ECTS : 2
École : École Nationale Supérieure de Techniques Avancées
Dernière mise à jour : lundi 14 décembre 2009

Interactions matériaux-procédés-processus

Retrouvez la fiche descriptive sur :
http://www.ensam.fr/fr/formation_initiale/ingenieur_arts_et_metiers/cursus_pedagogiques/parcours_master_ingenieur/ue_1ereannee/interactions_materiaux_procedes_processus_uec_1ere_annee

Période : Automne
École : Arts et Métiers ParisTech
Dernière mise à jour : mardi 18 septembre 2012

Introduction à la discrétisation des équations aux dérivées partielles

Ce cours est centré sur la méthode des différences finies pour l'approximation des principales équations aux dérivées partielles de la physique (elliptiques, paraboliques et hyperboliques). Son objectif est double:- Introduire, sur des exemples modèles relativement simples, quelques propriétés essentielles des solutions de ces équations.- Donner les bases de la méthode des différences finies, introduire les notions de schémas explicite et implicite.- Sensibiliser les élèves aux notions de consistance, stabilité et convergence d'un schéma numérique.

Introduction à la discrétisation des équations aux dérivées partielles

Niveau requis
MA102

Modalités d'évaluation
examen écrit

Période : Automne
Nombre d'heures : 21
Crédits ECTS : 2
École : École Nationale Supérieure de Techniques Avancées
Dernière mise à jour : lundi 14 décembre 2009

Introduction au Calcul Scientifique (AST)

L'objectif de ce cours est de fournir aux élèves une méthode de résolution de problèmes simples issus de la physique, de la mécanique, de la finance, etc et, en parallèle, de réaliser la mise en oeuvre informatique

de ce processus, à l'aide du langage MATLAB. Plus précisément, nous examinerons les quatre étapes du processus de résolution telles que décrites ci-dessous sous un angle théorique, et sous un angle informatique : 1° Identifier la/les quantité(s) à calculer modéliser le phénomène (physique, mécanique, etc.) associé. 2° Choisir une méthode d'approximation ou de discrétisation. 3° Construire le problème approché évaluer la qualité de la solution approchée. 4° Résoudre le problème approché.

Introduction au Calcul Scientifique (AST)

Modalités d'évaluation
Contrôle continu en TD

Période : Automne
Nombre d'heures : 16
Crédits ECTS : 2
École : École Nationale Supérieure de Techniques Avancées
Dernière mise à jour : lundi 14 décembre 2009

Introduction au Calcul Stochastique [V3C]

Ce cours de probabilités avancées s'inscrit dans le prolongement du cours MA202.Nous nous intéresserons à des processus aléatoires à temps continu. L'effort sera mis sur l'étude du mouvement brownien dont on étudiera les propriétés principales : on montrera que c'est une martingale continue, et qu'il est également un processus de Markov fort. En établissant ces propriétés, nous nous familiariserons avec certaines techniques classiques liées au mouvement brownien. Dans un second temps, l'intégrale stochastique sera définie. Cette nouvelle notion d'intégration est l'objectif de ce cours. Elle débouchera naturellement sur le calcul d'Itô, dont une application sera l'étude de certaines équations différentielles stochastiques. Ce cours est avant tout une base théorique pouvant déboucher sur de nombreuses applications (Physique, Biologie, Mathématiques financières, étude et analyse probabiliste des EDPs). Il est indispensable pour des élèves souhaitant suivre les modules MAE10 ``Modèles Stochastiques pour la Finance'' et MAE50 ``Méthodes Numériques Probabilistes''.Créneaux horaires du cours en 2009/2010: V3C

Introduction au Calcul Stochastique [V3C]

Niveau requis
MA101, MA204, MA202

Modalités d'évaluation
Examen final

Période : Automne
Nombre d'heures : 21
Crédits ECTS : 2
École : École Nationale Supérieure de Techniques Avancées

Dernière mise à jour : lundi 14 décembre 2009

Introduction aux méthodes statistiques

Cet enseignement a trois objectifs. Le premier objectif est de fournir les outils de statistique mathématique permettant de mettre en oeuvre toutes les étapes de la modélisation d'un phénomène concret depuis le choix du modèle probabiliste jusqu'à son estimation et son évaluation. Le deuxième objectif est de décrire, dans le cours et dans les petites classes, des exemples concrets de modélisation dans divers domaines (traitement du signal, économétrie, sciences de l'environnement, etc.). Le troisième objectif est de transmettre, notamment à travers le projet (facultatif), un savoir-faire pratique fondé à la fois sur la maîtrise des outils théoriques et sur leurs applications à partir d'un logiciel informatique comme Scilab.

Programme prévisionnel (en 9 séances de 1h30 chacune)

1. Echantillonnage, fonction de réparition empirique et intervalles de confiance. Test de Kolmogorov-Smirnov. Le point de vue asymptotique et non-asymptotique.

2. Modélisation et expérience statistique. Paramétrisation.

3. Méthodes d'estimation classique en densité et régression paramétrique : substitution, M-estimation, maximum de vraisemblance, modèle linéaire et moindres carrés. Propriétés asymptotiques.

4. Théorie asymptotique paramétrique pour l'estimation. Notion d'efficacité asymptotique et ses limites.

5. Décision statistique et tests. Points de vue non-asymptotique, Neyman-Pearson, p-valeur et lien avec les intervalles de confiance.

6. Tests aymptotiques. Convergence d'un test, vitesse de séparation des hypothèses.
Tests d'adéquations à un modèle paramétrique, test du Chi-deux.

Modalités d'évaluation
Contrôle de connaissances (écrit) et mini-projet facultatif (en binôme)

Période : Printemps
Nombre d'heures : 36
Crédits ECTS : 5
École : École Polytechnique
Dernière mise à jour : lundi 12 mars 2012

Jeux, graphes et R.O.

Ce cours comporte deux parties reliées par un thème commun: les jeux.La première partie est consacrée à la résolution de jeux solitaires ou à deux joueurs à l'aide de la théorie des graphes et de la programmation linéaire. Ces outils (graphes et PL), qui ont beaucoup d'autres utilisations, seront présentés avant d'être utilisés pour trouver des stratégies gagnantes dans plusieurs jeux: jeu de Marienbad, Sudoku, divers casse-tête, jeux à deux joueurs à somme nulle (concurrence)...La deuxième partie du cours concerne la théorie des jeux. La théorie des jeux a pour objectif de développer les concepts aussi bien que les modèles formalisés en vue de lanalyse du conflit et de sa résolution. Les applications sont nombreuses : en Economie, politique, négociations mais aussi bien théorie de lévolution et équilibres évolutionnistes. Seront abordés le modèle stratégique, le modèle extensif et quelques aspects du modèle coopératif. Nous définirons pour chacun des modèles les principaux concepts déquilibre, les liens éventuels entre les modèles et nous donnons des éléments pour le calcul.

Jeux, graphes et R.O.

Modalités d'évaluation
Examen écrit + petit projet

Période : Automne
Nombre d'heures : 44
Crédits ECTS : 3
École : École Nationale Supérieure de Techniques Avancées
Dernière mise à jour : lundi 14 décembre 2009

L'équation des ondes et sa résolution numérique

L'objectif de ce cours est l'analyse mathematique et numerique des equations d'ondes en regime transitoire. Le cours est divise en trois parties. Une partie sur l'analyse mathematique dans laquelle sont etudiees les principales caracteristiques, proprietes des ondes (propagation a vitesse finie, cone de dependance, identite d'energie etc...), le caractere bien pose des equations d'ondes (theoreme de Hille-Yosida, notions de solutions fortes, de solutions faibles et...). La deuxieme partie concerne l'approximation numerique de l'equation des ondes. Les outils de l'analyse numerique de ces equations sont l'analyse de Fourier et les identites d'energie. Ces outils seront definis et utilises pour analyser les schemas aux differences finies et aux elements finis les plus classiques. Les resultats principaux concernent les questions de convergence, de stabilite, et les analyses de dispersion des schemas. Enfin, la derniere partie presentera des methodes de traitement numerique des problemes poses en milieux non bornes: les conditions aux limites absorbantes et les couchesabsorbantes.

L'équation des ondes et sa résolution numérique

Niveau requis
MA201

Modalités d'évaluation
Examen écrit

Période : Automne
Nombre d'heures : 21
Crédits ECTS : 2
École : École Nationale Supérieure de Techniques Avancées
Dernière mise à jour : lundi 14 décembre 2009

Les équations de Maxwell et leur approximation

Dans ce cours, nous considérons les ondes de nature électromagnétique, solutions des équations de Maxwell. Ce cours visera deux objectifs principaux : - introduction à l'étude mathématique et physique de ces équations. - étude de techniques de discrétisation et mise en oeuvre numérique.Les outils nécessaires à la réalisation du premier objectif seront abordés lors de séances de cours.La réalisation du second objectif fera l'objet d'un projet informatique.Dans le cadre du projet, nous mettrons notamment l'accent sur la résolution mathématique et l'approximation de problèmes dépendant du temps, en domaine borné.

Les équations de Maxwell et leur approximation

Niveau requis
Bonnes connaissances sur les Méthodes d'Eléments Finis (cours ENSTA MA201) et les Méthodes de Différences Finies (cours ENSTA MA103 ou MA261).

Modalités d'évaluation
Contrôle continu, dépôt d'un rapport de projet et soutenance orale.

Période : Automne
Nombre d'heures : 20
Crédits ECTS : 2
École : École Nationale Supérieure de Techniques Avancées
Dernière mise à jour : lundi 14 décembre 2009

Maillages et applications

L'objectif de ce cours est de mettre en lumière le rôle prépondérant des maillages 3D pour la modélisation, la simulation et la visualisation. Le cours permettra aux élèves d'acquérir des connaissances théoriques et pratiques sur la génération de maillages tridimensionnels et le traitement de maillages de surfaces. On s'attachera à mettre chaque technique présentée dans un contexte applicatif. A l'issue de ce module les élèves maitriseront des structures de données fondamentales en géométrie algorithmique, comme les enveloppes convexes et les triangulations. Ils auront également eu une présentation d'un algorithme depuis ses aspects théoriques (concepts géométriques sous-jacents, étude de complexité, convergence) jusqu'à son implantation en utilisant le langage C++ et Scilab.
Pour la vie professionnelle ce module permet aux étudiants de prendre du recul sur un aspect important de l'ingénierie numérique: la génération de maillages pour la simulation. Ce module présente également la géométrie comme quatrième vague du multimédia, après le son, les images et les vidéos. Que ce soit pour une finalité calcul ou image (ingénierie ou multimédia), la géométrie devient une composante essentielle de la "boite à outils standard" de l'ingénieur.

Introduction et notions de base: Diagramme de Voronoi, triangulation de Delaunay, filtrage et raffinement de Delaunay.
Reconstruction de surfaces
Génération et optimisation de maillages (2D, surface, 3D)
Traitement du signal sur les maillages
Paramétrisation de maillages de surfaces
Maillages en calcul scientifique

Niveau requis
Recommandé: module "mathématiques pour l'image"
Connaissances en programmation C++.

Modalités d'évaluation
7 cours de 3H, dont 3 cours magistraux, et 4 (cours+TD).
Les TDs et projets sont effectués soit en C++ avec la bibliothèque de calcul géométrique CGAL, soit avec Scilab pour la partie traitement et paramétrisation.
Le cours "maillage en calcul scientifique" fait une présentation des applications à la simulation.

Période : Printemps
Crédits ECTS : 3
École : École des Ponts ParisTech
Dernière mise à jour : mercredi 14 septembre 2011

Martingales et Algorithmes Stochastiques [V2B]

Il s'agit d'un cours de probabilités avancées qui s'inscrit dans le prolongement du cours de probabilités de première année et de chaînes de Markov de deuxième année. On s'intéressera à deux types de processus aléatoires remarquables à temps discret : les martingales et les chaînes de Markov à espaces d'états

dénombrables. Nous en étudierons certaines propriétés, en particulier le comportement asymptotique. Nous appliquerons alors cette partie théorique à l'étude de quelques algorithmes stochastiques. Créneaux horaires du cours en 2009/2010: V2B

Martingales et Algorithmes Stochastiques [V2B]

Niveau requis
MA101, MA204

Modalités d'évaluation
Examen final

Période : Automne
Nombre d'heures : 21
Crédits ECTS : 2
École : École Nationale Supérieure de Techniques Avancées
Dernière mise à jour : lundi 14 décembre 2009

Mathématiques des modèles multi-échelles

Traditionnellement, les matériaux sont décrits à l'échelle du continuum. Cependant, de nombreux phénomènes ne peuvent pas être décrits par une approche aussi macroscopique. Il en est ainsi de la propagation de fracture dans les matériaux cristallins, dont la description nécessite de prendre en compte la nature atomistique du matériau. A une échelle complètement différente, c'est aussi le cas des matériaux granulaires, lorsqu'ils sont soumis à des chargements importants. Un exemple est celui du ballast soumis au poids d'un train. Dans ces deux cas, une stratégie numérique possible consiste à utiliser une approche multi-échelle, où deux modèles, l'un continu et l'autre discret, écrits à des échelles d'espace différentes, sont couplés.
L'objectif de ce cours est de former les élèves à la complémentarité des deux approches, continue et discrète. Le point de vue sera celui du mathématicien appliqué. Dans un premier temps, les notions élémentaires de mécanique discrète seront introduites. Dans un second temps, nous complèterons les connaissances acquises en première année en analyse et calcul scientifique pour les modèles continus. Enfin, on abordera la problématique du couplage d'échelles. Chaque aspect sera illustré par des mises en oeuvre informatiques.

1.Mécanique discrète :
Algorithmes d'intégration en temps d'équations différentielles ordinaires: méthodes de Runge-Kutta
Modélisation d'un système particulaire: énergie potentielle et cinétique
Propriétés géométriques des systèmes hamiltoniens
Algorithmes d'intégration pour la dynamique hamiltonienne: schémas symplectiques.
Notion d'équations équivalentes.
2.Analyse pour les problèmes continus :
Opérateurs compacts, diagonalisation des opérateurs compacts auto-adjoints, application au calcul des valeurs propres du laplacien

Méthodes numériques pour la résolution de problèmes aux valeurs propres
Equations d'évolution: étude par décomposition spectrale de l'équation des ondes et de l'équation de la chaleur
Méthodes numériques de résolution
Problèmes variationnels non linéaires: équations d'Euler-Lagrange, cas convexe, cas non convexe. Relaxation du problème. Modèle discret pour la mécanique, et discussion du modèle continu à l'échelle macroscopique à la lumière du modèle discret microscopique.
3.Vers les approches multiéchelles :
Couplage d'un modèle discret microscopique avec un modèle continu macroscopique
Calcul de lois de comportement macroscopiques à partir d'un modèle microscopique.

Niveau requis
Cours d'analyse et Cours de calcul scientifique de première année

Modalités d'évaluation
39h de cours et de TP de mise en oeuvre informatique.

Période : Printemps
Nombre d'heures : 39
Crédits ECTS : 4
École : École des Ponts ParisTech
Dernière mise à jour : mardi 26 juillet 2011

Mathématiques discrètes pour la protection de l'information [V1E]

Ce cours a pour but l'étude d'outils algébriques discrets et leur mise en oeuvre. L'accent sera mis sur les algorithmes utilises et leur complexite. Les applications de ce cours sont principalement, mais non exclusivement, les mécanismes de transmission et de protection de l'information numérique. Après un rappel des structures fondamentales, nous nous attacherons a la construction des corps finis et a l'étude de leurs propriétés, ainsi qu'aux algorithmes de calcul dans ces corps. Les séances de travaux pratiques et dirigés illustreront les concepts introduits en cours au travers notamment d'applications en codes correcteurs et en cryptographie. Créneaux horaires du cours en 2009/2010: V1E

Mathématiques discrètes pour la protection de l'information [V1E]

Niveau requis
Pas de prérequis hormis les connaissances de classes préparatoires en arithmétique et théorie des groupes.

Modalités d'évaluation
interrogation écrite et TP

Période : Automne
Nombre d'heures : 21

Crédits ECTS : 2
École : École Nationale Supérieure de Techniques Avancées
Dernière mise à jour : lundi 14 décembre 2009

Mathématiques et Signal

Ce cours introduit les notions essentielles de mathématiques pour la représentation des signaux en physique. Il fournit les bases mathématiques nécessaires à de nombreux autres cours de l'école (optique physique, électronique, traitement du signal et des images, asservissements, TP d'optique, mécanique quantique…).
Il existe deux grandes classes de modèles de signaux : les signaux déterministes (certains) et les signaux aléatoires. Ce cours des donc structuré en deux grandes parties traitant de chacun de ces thèmes. Dans la partie « signaux déterministes », l'accent est mis sur les notions qui doivent être maîtrisées par tout ingénieur : transformée de Fourier, convolution et corrélation, distributions, échantillonnage … La partie « signaux aléatoires » introduit les outils nécessaire à l'ingénieur et au physicien pour représenter et traiter les signaux non déterministes. Elle est constituée de deux sous-parties : l'une est consacrée aux notions de probabilités et variables aléatoire et l'autre aux fonctions aléatoires et aux bruits, avec un accent particulier sur les notions de bruit thermique et bruits de photons.
Ce cours est accompagné d'un grand nombre de séances de travaux dirigés sur table mais aussi sur ordinateur, car l'assimilation des notions enseignées est grandement facilitée par la réalisation de simulations informatiques simples.

Partie 1 : Signaux déterministes (F. Goudail)
Notions sur l'intégration de Lebesgue, espaces de fonctions, bases d'un espace de Hilbert
Transformation de Fourier des fonctions
Convolution et corrélation
Introduction à la théorie des distributions : propriétés de base, transformation de Fourier, convolution
Théorie de l'échantillonnage
La transformée de Fourier discrète, éléments d'analyse sepctrale
Introduction à l'analyse temps-fréquence

Partie 2 : Signaux aléatoires (G. Messin)
Probabilités et variables aléatoires :
Espace probabilisé, probabilités. Tirage répétés et lois asymptotiques.
Variable aléatoire, fonction d'une variable aléatoire. Paire de variables aléatoires, correlations.
Généralisations : vecteur aléatoire. Loi d'addition des variances, théorème central limite.

II. Fonctions aléatoires et bruits :
Fonctions aléatoires : stationnarité et ergodicité, fonction de corrélation, signaux gaussiens.
Analyse harmonique : filtrage des signaux aléatoires, densité spectrale de puissance
Bruit thermique : fluctuations – dissipations, bruit de Johnson-Nyquist et circuits électroniques équivalent.
Bruit de photons : processus à points de Poisson, bruit de photodétection, modélisation d'une photodiode.

Niveau requis

Aucun

Modalités d'évaluation
Examen écrit, Compte-rendu, Examen écrit

Période : Automne
Nombre d'heures : 72
Crédits ECTS : 7
École : Institut d'Optique Graduate School
Dernière mise à jour : jeudi 26 mars 2009

Mathématiques financières

Coordinateur d'option:
Frédéric Bonnans
Mail : frederic.bonnans@polytechnique.edu

Responsables d'option:
Emmanuel Gobet
Mail: gobet@cmap.polytechnique.fr

Nizar Touzi
Mail: touzi@cmap.polytechnique.fr

Secrétariat du Département de Mathématiques Appliquées
Tél: 01 69 33 46 01.
Fax: 01 69 33 46 46.
Mail: departement@cmapx.polytechnique.fr

Les stages proposés en Mathématiques financières se passent en général dans les centres de recherche des salles de marché des banques ou d'organismes financiers. Compte-tenu du niveau technique des stages proposés, il est indispensable d'avoir suivi le cours optionnel "Modèles stochastiques en finance" de la troisième année. Les stages à l'étranger se déroulent soit dans la banque, soit dans les centres de recherche académiques.

Ils sont réservés aux élèves particulièrement motivés et ayant fait un EA dans le domaine.

EXEMPLES DE STAGES PROPOSES LES ANNEES PRECEDENTES :

BNP Paribas (Paris)
Estimation historique des paramètres d'un modèle de diffusion par
méthode de Markov Chain Monte Carlo
Calibration du modèle de volatilité locale pour le pricing de variance swap
Modélisation des taux de change

Arbitrage statistique. Filliage par ondelettes
Amélioration des techniques de Monte Carlo américain

BNP Paribas (Londres)
Estimation of gap risk for CPPI

BNP Paribas (Tokyo)
Modélisation de la mortalité pour le pricing de produits d'assurance vie

Société Générale (Paris)
Nettoyage de matrices de covariance
Effets de mémoire longue dans les variations de prix d'instruments financiers
Pricing de produits sur fonds avec contrainte de Gamma. (produits exotiques sur mutual funds)
Valorisation des CDO bespoke
Modélisation de la diffusion des taux d'intérêt pour le risque de contrepartie
Réplication des performances de hedge fonds
Développement de méthodes industrielles pour le pricing, la couverture et l'arbitrage de produits delta one
Diffusion des volatilités des matières premières

Société Générale (New York)
Programmation dynamique et optimisation d'une stratégie de trading avec coûts de transaction

Société Générale (Tokyo)
Influence du différentiel de taux sur le change dans le marché japonais. Analyse de la surface de volatilité implicite.
Etude de l'influence des adjudications sur le marché des obligations japonaises: Valuation d'une option sur future court terme par un modèle probabiliste

Calyon (Paris)
Calcul rapide de volatilités implicites

Dexia (Paris)
Arbitrage sur fonds fermés

Edmond de Rothschild Financial Services (Paris)
Dérivés de crédit et tranches d'indices

HSBC (Paris)
Etude de la construction de la courbe des taux dans les cadres HJM et LMM

Sinopia Asset Management
Optimisation robuste de portefeuille

Lehman Brothers (Londres)
Monte Carlo Methods for pricing and hedging American path dependent options
Optimisation de portefeuille sur produits de crédit

Credit Suisse (Londres)
Geometry in finance

Deutsche Bank (Londres)
Etude du comportement des corrélations et volatilité en différents scenarios de marchés
Calibration de CDO
Management de CLO

Goldman Sachs (Londres)
Modeling of the relationship among asset returns, trading volume and other economic variables
Multi factor Gaussian Markovian Interest rate Model

JPMorganChase (Londres)
VarianceSwap Curve et Options sur VIX

Merrill Lynch (Tokyo)
Estimation de corrélation taux/indice

Merrill Lynch (Hong Kong)
Estimation de la volatilité implicite dans des marchés peu liquides

AXA (Paris)
Etude de garanties financières dans les contrats d'assurance vie
Allocations stratégiques dynamiques d'actifs
Panorama des méthodes de réduction de variance pour le pricing d'options
Mesures de risque de garanties financières en cas de vie

Capital Fund Management (Paris)
Détection des sauts dans les séries de prix

Oddo (Paris)
Modélisation et pricing de dérivés de crédit

Bloomberg (New York)
Pricing and hedging in incomplete markets

Kepler Equities (Paris)
Assurance de portefeuille dans le cas de la volatilité stochastique
Arbitrage de volatilité
Pricing des obligations convertibles

Misys & Summit (Paris)
Pricing d'option américaine multidimensionnelle par Monte Carlo

Sophis (Paris)
Nouvelles méthodes de pricing de dérivées de crédit
Two factor trees study applied to option pricing

Zeliade Systems (Paris)
Modèles d'inflation

Finance Concepts (Paris)
Processus ponctuel et risque de crédit

Stanford University (USA)
Stratégies d'arbitrage optimales en présence de coûts de transaction
et d'impact sur le marché

Princeton University (USA)
Arbitrage free market model for swaption market

INRIA (Sophia Antipolis – Nice)
Problème de contrôle stochastique impulsionnel avec contrainte sur le
délai entre deux sauts

Conseils pour la recherche de stages:
http://www.cmap.polytechnique.fr/~mazari/Options_X2009/stages_finance.pdf

Période : Printemps
Nombre d'heures : 480
Crédits ECTS : 20
École : École Polytechnique
Dernière mise à jour : mercredi 21 mars 2012

Mathématiques pour l'image

L'objectif de ce cours est de donner aux élèves des outils mathématiques leur permettant de s'attaquer à un certain nombre de problèmes qui apparaissent dans le traitement ou l'interprétation d'images (vision par ordinateur). L'ambition est de transmettre des fondements mathématiques et de les mettre en pratique sur des applications concrètes. Les questions abordées sont aussi l'occasion d'illustrer des notions enseignées par ailleurs aux Ponts, qui concernent notamment l'optimisation continue, l'optimisation discrète, le traitement du signal, les équations aux dérivées partielles, les statistiques, ou encore les processus aléatoires.
Ce cours constitue une bonne préparation ou un bon complément pour les élèves qui suivent le Master Vision et Apprentissage (MVA). Il est néanmoins accessible à tous les élèves intéressés par l'image numérique, omniprésente aujourd'hui, qu'elle soit statique (photographie) ou dynamique (vidéo).

Séance 1 : Transformée de Fourier continue et discrète, algorithmes de transformée de Fourier rapide (FFT)
Séance 2 : Transformée en ondelette continue et discrète, algorithme de transformée en ondelette rapide (FWT)

Séance 3 : Détecteur de bords (filtre de Canny), ensembles de niveau, filtres morphologiques
Séance 4 : Parcimonie et régularisation
Séance 5 : Analyse en composantes principales et analyse discriminante linéaire
Séance 6 : Géométrie de l'appareil photographique à sténopé (pinhole camera), coordonnées homogènes, homographies
Séance 7 : Détecteurs de points d'intérêt : Harris, SIFT, etc.
Séance 8 : Matrice fondamentale, lignes épipolaires, rectification épipolaire
Séance 9 : Estimation robuste
Séance 10 : Carte de disparité, corrélation, filtrage de la carte
Séance 11 : Flot maximum et coupe minimum (min-cut/max-flow) dans un graphe, algorithmes, pbs de minimisation d'énergie
Séance 12 : Coupe de graphe et submodularité, généralisation à des étiquettes multiples, alpha expansion
Séance 13 : Examen

Niveau requis
Bases de la programmation (C++, Matlab), du niveau des élèves de fin de première année des Ponts.

Modalités d'évaluation
Le cours est constitué de 12 séances, plus une séance d'évaluation. Chaque séance comporte une partie théorique (1h30) associée à des TP (1h30).

Période : Automne
Crédits ECTS : 4
École : École des Ponts ParisTech
Dernière mise à jour : jeudi 08 septembre 2011

Méca. des mat. & structures en plasticité finie

Crédits ECTS : 2
École : École des Ponts ParisTech
Dernière mise à jour : mercredi 23 juin 2010

Mécanique des Fluides numérique code Saturne

Former les élèves à l'utilisation du logiciel open source de thermohydraulique monophasique Code_Saturne.
Code_Saturne est développé par EDF R&D et utilisé dans de nombreuses études industrielles, notamment dans le domaine de la sûreté nucléaire. À la différence des autres logiciels du commerce couramment

utilisés en Mécanique des Fluides par les industriels (Fluent, CFX, Star-CD, ...), les sources de Code_Saturne sont en accès libre, ce qui permet aux élèves d'aller plus loin dans la compréhension de la structure d'un tel outil.
Le cours sera orienté sur la mise en place de configurations de calcul de base, en insistant sur la gestion des conditions aux limites et des propriétés physiques ainsi que sur l'analyse des résultats. Les schémas et options numériques de base seront présentés.
La plate-forme SALOME, qui permet de réaliser les maillages, de lancer Code_Saturne de manière intégrée et de post-traiter les résultats, sera aussi présentée et utilisée

Programme :
Séance 1 : Présentation générale de Code_Saturne, description de l'interface graphique de mise en données et premiers calculs
Séance 2 : Éléments sur la discrétisation temporelle dans Code_Saturne ; calculs avec prise en compte de scalaires passifs
Séance 3 : Éléments sur la discrétisation spatiale dans Code_Saturne ; calculs avec conditions aux limites complexes ; calculs avec propriétés physiques variables
Séance 4 : Rappels sur la turbulence ; introduction à l'utilisation de maillages déformables avec petits déplacements (méthode ALE)
Séance 5 : Introduction à la plate-forme SALOME, réalisation de maillages simples et contraintes associées pour la CFD
Séance 6 : Bureau d'études (validation du module)

Niveau requis
Notions de base en mécanique des fluides incompressibles. Notions de base d'utilisation des systèmes d'exploitations Linux/UNIX et de programmation (FORTRAN, C).

Modalités d'évaluation
petites classes

Période : Automne
Crédits ECTS : 2
École : École des Ponts ParisTech
Dernière mise à jour : vendredi 16 septembre 2011

Méthodes asymptotiques hautes fréquences pour les équations d'ondes

Les équations dondes ont de nombreuses applications physiques et industrielles: acoustique, ultrasons, ondes sismiques, électromagnétisme. La simulation par des techniques déléments ou de différences finies donne dexcellents résultats à basse et moyenne fréquence, mais ces méthodes deviennent très coûteuses à haute fréquence. Les méthodes asymptotiques haute fréquence fournissent en même temps des résultats dautant plus précis que la fréquence est élevée, et une compréhension des phénomènes physiques . Nous présentons les fondements mathématiques et quelques applications de ces méthodes. Nous présentons dabord loptique géométrique , bien adaptée aux très hautes fréquences. Nous montrons ensuite comment traiter les zones où loptique géométrique échoue, notamment les caustiques, et comment

introduire les phénomènes de diffraction, comme la diffraction par les arêtes ou la pénétration des ondes dans la zone dombre de loptique géométrique. Nous détaillons plus particulièrement les méthodes mathématiques utilisées : développements asymptotiques, représentation intégrale des solutions, estimations asymptotiques dintégrales, et illustrons le cours par des applications.

Méthodes asymptotiques hautes fréquences pour les équations d'ondes

Niveau requis
MA 102

Modalités d'évaluation
Examen écrit+ contrôle continu

Période : Automne
Nombre d'heures : 21
Crédits ECTS : 2
École : École Nationale Supérieure de Techniques Avancées
Dernière mise à jour : lundi 14 décembre 2009

Méthodes de décomposition de domaine pour l'analyse numérique des EDP

Pour la résolution des systèmes linéaires sur des architectures parallèles trois approches sont possibles : + Parallélisation des méthodes directes + Parallélisation des méthodes de type gradient conjugué via la parallèlisation des produits matrices-vecteur + Mise en oeuvre de méthodes de décomposition de domaine.Ces dernières méthodes sont hybrides dans le sens où les méthodes directes sont utilisées dans les sous-domaines et le raccord des solutions entre les sous-domaines est réalisé de manière itérative par exemple à l'aide d'une méthode de gradient conjugué. On présentera les principes de base de ces méthodes et on fera le lien avec le cours A1-1. On programmera la méthode de Schwarz avec recouvrement. Dans le cours A1-4, on parallélisera le programme à l'aide la bibliothèque MPI.

Méthodes de décomposition de domaine pour l'analyse numérique des EDP

Modalités d'évaluation
Interrogation écrite ou orale lors de la dernière séance.

Période : Automne
Nombre d'heures : 22
Crédits ECTS : 2
École : École Nationale Supérieure de Techniques Avancées
Dernière mise à jour : lundi 14 décembre 2009

Méthodes de Monte-Carlo

Il s'agit de présenter la méthode de Monte-Carlo et ses applications aux équations aux dérivées partielles telles l'équation de transport (en physique nucléaire) ou l'équation de Boltzmann (en physique statistique). Les séances seront composées de cours magistraux et de travaux pratiques de mise en oeuvre de la méthode sous Matlab.

Méthodes de Monte-Carlo

Niveau requis
Notions de base de calcul des probabilités, de calcul d'intégrales et de discrétisation des EDP

Modalités d'évaluation
Contrôle écrit

Période : Automne
Nombre d'heures : 21
Crédits ECTS : 2
École : École Nationale Supérieure de Techniques Avancées
Dernière mise à jour : lundi 14 décembre 2009

Méthodes numériques

Objectifs :

- Etre capable de choisir une méthode mathématique adaptée à un problème donné et de procéder à sa mise en oeuvre par la réalisation d’un programme en langage C, par l’utilisation d’outils de visualisation et de calcul formel
- Avoir un aperçu de l'application des méthodes numériques abordées en chimie

Contenus :

- Résolution d’équation non linéaire
- Dérivation et intégration numérique
- Algèbre linéaire, résolution de systèmes d’équations linéaires et non linéaires
- Calcul de valeurs propres et de vecteurs propres
- Minimisation de fonctions
- Résolution d'équations différentielles
- Résolution d'équations aux dérivées partielles

Période : Printemps
Nombre d'heures : 32
Crédits ECTS : 2

École : Chimie ParisTech
Dernière mise à jour : vendredi 14 janvier 2011

Micro- informatique : logiciels scientifiques

Savoir utiliser le logiciel scientifique Scilab pour la modélisation et la simulation lors de la formation à l'ENPC (cours, projets, stages) et au- delà.
Pratiquer les commandes élémentaires de Linux, l'éditeur de fichiers Emacs et l'édition de documents scientifiques avec Latex.

Introduction à Linux et Emacs.
Manipulations vectorielles avec Scilab.
Graphiques, fonctions, programmation, entrées-sorties avec Scilab.
Introduction à l'édition de documents scientifiques avec Latex.

Modalités d'évaluation
4 séances de 3h.

Période : Automne
École : École des Ponts ParisTech
Dernière mise à jour : mardi 26 juillet 2011

Modal de Mathématiques Appliquées

Initiation à plusieurs domaines des Mathématiques Appliquées par la démarche expérimentale

Il s'agit de mettre en œuvre les outils mathématiques acquis par les élèves et de les initier à la démarche de modélisation de phénomènes réels par des méthodes numériques.
Chaque parcours repose sur des méthodes mathématiques différentes et des connaissances préalables spécifiques. Après trois ou quatre séances de cours complémentaires, les élèves, répartis en binômes, passeront aux travaux pratiques encadrés. Ils devront mener à bien un projet de modélisation ab initio et rédiger un mémoire détaillé où seront confrontés les résultats numériques obtenus aux phénomènes dont ils auront choisi l'étude.

SEMESTRE 2 - PERIODE 1

Systèmes dynamiques, applications et simulations (SDAS) - Yacine Chitour
Le but de ce module est de présenter certaines problématiques des équations différentielles ordinaires

(EDO) par leurs aspects théoriques et numériques.
Dans un premier temps, on étudiera le comportement asymptotique des EDO à travers des applications à la biologie, a la mécanique et a la recherche d'algorithmes numériques pour l'algèbre linéaire. Dans un deuxième temps, on introduira les systèmes dynamiques contrôlés par une approche géométrique. On appliquera ces concepts aux corps roulants et a la modélisation de la vision.
Chaque thème comportera un aspect théorique ainsi qu'une mise en œuvre numérique.

Pré-requis :
Les élèves qui désirent suivre ce parcours doivent impérativement avoir suivi aussi le module MAT431 sur les systèmes dynamiques.

SEMESTRE 2 - PERIODE 2

Simulation numérique aléatoire (SNA) - Emmanuel Gobet
Les modèles aléatoires sont devenus incontournables tant d'un point de vue théorique que pratique. Les applications concernent la physique, la biologie, la finance et les sciences de l'ingénieur.
Après quelques séances sur les techniques de simulation aléatoire, nous approfondirons les méthodes pour l'analyse des évènements rares. Des projets de modélisation et simulation seront proposés, en lien par exemple avec la dynamique des populations, les risques en finance ou la sureté aérienne.
Notons qu'il est envisageable de former des binômes ``à cheval'' sur les parcours SNE et SNA (par exemple, certaines techniques de résolution d'équations aux dérivées partielles reposent sur des méthodes probabilistes).

Pré-requis :
Les élèves qui désirent suivre ce parcours doivent impérativement avoir suivi soit le module MAP432, soit le module MAP433.

Simulation Numérique d'Equations aux Dérivées Partielles (SNE) - François Alouges
Un grand nombre de phénomènes physiques et biologiques sont couramment modélisés par des équations aux dérivées partielles (par exemple pour les écoulements fluides ou fluide-particules, les solides déformables, les propagations d'ondes, etc.). L'objectif de ce parcours est de mettre concrètement en œuvre, sur des exemples de tels problèmes, une démarche de modélisation et de résolution numérique.

Pré-requis :
Les élèves qui désirent suivre ce parcours doivent impérativement suivre aussi le module MAP431

Modalités d'évaluation
Rapport écrit et soutenance orale

Période : Printemps
Nombre d'heures : 54
Crédits ECTS : 5
École : École Polytechnique
Dernière mise à jour : mercredi 21 mars 2012

Modèles aléatoires en Ecologie et Evolution

La prise en compte des dynamiques de populations dans la modélisation du risque, la compréhension des systèmes écologiques complexes en environnement et en développement durable, les liens entre économie, écologie et santé, sont des problèmes émergents qui nécessitent une bonne connaissance de la modélisation des systèmes écologiques et évolutifs. Tous les systèmes vivants évoluent fondamentalement de manière aléatoire.

Le cours développera les principaux modèles probabilistes en écologie et en évolution. Il mettra en particulier en évidence les différents changements d'échelles qui permettent de passer des modèles discrets aux modèles continus et des modèles aléatoires à leurs approximations déterministes.

Populations spatiale, marches aléatoires, mouvement brownien et diffusions. Dynamique des populations, processus de naissance et mort, diffusion de Feller, processus de branchement multitype. Génétique des populations, modèles de Wright-Fisher, coalescent.

Numerus Clausus : 70 élèves maxi

Niveau requis
MAP 432 ou MAP 433

Modalités d'évaluation
Un examen final.

Période : Hiver & Printemps
Crédits ECTS : 4
École : École Polytechnique
Dernière mise à jour : mercredi 21 mars 2012

Modèles numériques de la dynamique des fluides

La puissance des ordinateurs actuels permet dappréhender par la simulation numérique la plupart des écoulements de fluides que lon rencontre en milieu industriel. Lobjet du cours est dapprofondir certaines des méthodes numériques mises en œuvre par les codes de calcul récents.On sappuiera sur trois thèmes : les écoulements incompressibles régis par les équations de Navier-Stokes, les écoulements compressibles régis par les équations dEuler et enfin les écoulements multiphasiques de type eau-vapeur.Sur chacun de ces thèmes, on présentera les éléments de base (schéma de discrétisation, algorithmes mis en oeuvre, …), on sattachera à lanalyse des équations et des méthodes puis on abordera les aspects concrets (expériences, simulations numériques) ainsi que les domaines dapplication.

Modèles numériques de la dynamique des fluides

Période : Automne

Nombre d'heures : 48
Crédits ECTS : 3
École : École Nationale Supérieure de Techniques Avancées
Dernière mise à jour : lundi 14 décembre 2009

Modèles stochastiques en finance

Le cours est construit sous forme d'aller-retours entre le calcul stochastique et la modélisation des marchés financiers en temps continu.

1- Introduction: premiers pas dans la modélisation des marchés financiers.

2- Mouvement brownien standard, définition, propriétés, propriétés trajectorielles.

3- Espérance conditionnelle et équation de la chaleur. Intégrale stochastique. Formule d'Itô

4- Approche EDP pour l'évaluation et la couverture dans le modèle de Black-Scholes. Le modèle de gestion de portefeuille de Merton. Processus d'Ornstein Uhlenbeck.

5- Propriété de représentation prévisible. Changement de probabilité.

6- Approche martingale pour la couverture. Retour au modèle de Black-Scholes.

7- Equations différentielles stochastiques. Lien avec les EDP linéaires du second ordre. Caractérisation de la couverture.

8- Pratique du modèle de Black-Scholes. Calibration et équation de Dupire

9- Introduction au marché des taux d'intérêt. Modèle de Heath-Jarrow-Morton et mesure martingale forward.

Ce cours accepte un maximum de 100 élèves

Niveau requis
un cours de probabilités ou un cours de statistique en deuxième année, en plus du cours de tronc commun "Aléatoire" : Indispensable pour être inscrit.

Modalités d'évaluation
Un examen écrit.

Période : Automne
Nombre d'heures : 36
Crédits ECTS : 4
École : École Polytechnique

Dernière mise à jour : lundi 12 mars 2012

Modélisation des matériaux multicouches

Fibre-résine, bois lamellé-collé, acier-élastomère, les combinaisons sont infinies et les structures multicouches désormais incontournables pour l'ingénieur qui doit proposer de nouvelles solutions matériaux pour de nouveaux défis. Ce cours présente une méthode générale de modélisation de ce type de structures hétérogènes et anisotropes, basée sur une formulation variationnelle mixte.

1.Formulation variationnelle mixte.
2.Identification des lois de comportement des interfaces.
3.Application au collage et au délaminage.
4.Utilisation d'un code de calcul (ABAQUS) et d'une approche expérimentale (tests, observations au Microscope Electronique à Balayage) pour la validation des modèles proposés.
5.Critères de rupture déterministes ou probabilistes des interfaces pour l'optimisation d'une structure multicouche

Crédits ECTS : 2
École : École des Ponts ParisTech
Dernière mise à jour : mercredi 23 juin 2010

Modélisation et calcul scientifique

Coordinateur d'option :
Frédéric Bonnans
Mail : frederic.bonnans@polytechnique.edu

Responsable de l'option :
Grégoire Allaire
Mail : gregoire.allaire@polytechnique.edu

Secrétariat du Département de Mathématiques Appliquées
Tél.: 01 69 33 46 01.
Fax : 01 69 33 46 46.
Mail : departement@cmapx.polytechnique.fr

La modélisation est le processus qui formalise un problème concret en termes mathématiques accessibles à l'analyse et au calcul numérique.

Le calcul scientifique est l'art de l'ingénieur qui consiste à effectuer des simulations numériques fondées sur une démarche scientifique et à l'aide de moyens informatiques. La plupart des modèles font intervenir des équations (différentielles ou aux dérivées partielles) trop compliquées pour être résolues par des méthodes élémentaires ou à l'aide des techniques du calcul formel. Le calcul scientifique se propose de donner des solutions approchées numériques à ces modèles. Le développement du calcul scientifique est lié à l'accroissement régulier de la puissance des ordinateurs. C'est donc un secteur en continuelle évolution.

Les entreprises qui utilisent et développent la modélisation et le calcul scientifique sont d'abord de grandes entreprises étatiques ou privées chargées de concevoir et développer des systèmes complexes : aéronautique et spatial, nucléaire, automobile, industrie pétrolière, génie civil. Réservée au dimensionnement amont et à la vérification de systèmes complexes il y a encore peu de temps, la simulation numérique permet d'économiser des temps importants sur les cycles de conception et production de produits nouveaux plus élémentaires. Très souvent la conception d'un objet ou d'un système répondant à des spécifications générales se formalise comme un problème d'optimisation sous contraintes. La modélisation et le calcul scientifique sont donc très souvent utilisés en combinaison avec des méthodes d'optimisation.

Stage d'avril à juillet :
L'option "modélisation et calcul scientifique" est conçue pour des élèves qui cherchent une formation dans cette spécialité, soit pour aborder un problème industriel, soit pour s'initier à la recherche et ce, quel que soit le choix ultérieur de leur carrière. Pour ceux qui veulent faire ensuite la filière "mathématiques de la modélisation" du Master de Mathématiques Appliquées de l'Ecole Polytechnique (en cotutelle avec l'Université de Paris 6), le stage peut être une première étape importante. Pour les élèves très motivés qui veulent s'expatrier durant leur stage de recherche, il est possible de trouver des sujets de stages dans des universités étrangères.

Exemples de stages effectués les années passées:
Méthodes adaptatives et multiéchelles.
Assessment and design of optical fiber systems.
Problème inverse en électromagnétisme.
Aeroelastic modelling.
Numerical methods for Maxwell equations.
Organismes d'accueil :
Laboratoires publics de recherche :
CEA, CEMAGREF, IFREMER, IFP, INRIA, ONERA, Ecoles d'ingénieurs et Universités.
Grandes entreprises et centres de recherche appliquée : Dassault Aviation, EADS, EDF, Michelin, PSA, Renault, Schlumberger, SNECMA, Thales, Total, Valéo.
Organismes d'accueil à l'étranger :
Universités américaines, asiatiques ou européennes.

Niveau requis
Avoir suivi des cours d'analyse numérique et/ou d'optimisation.

Modalités d'évaluation
Rapport écrit et soutenance

Période : Printemps
Nombre d'heures : 480

Crédits ECTS : 20
École : École Polytechnique
Dernière mise à jour : lundi 12 mars 2012

Modélisation et gestion durable des ressources naturelles

Connaître et utiliser des concepts, des modèles et des méthodes mathématiques et numériques permettant de formaliser et de traiter les questions de soutenabilité, de durabilité et de précaution qui se posent pour la gestion des ressources naturelles et environnementales.
Plus spécifiquement :
des concepts mathématiques: système dynamique contrôlé en temps discret, équilibre et stabilité, viabilité et invariance, optimalité intertemporelle, contrôle stochastique et robuste,
des méthodes: linéarisation, principe du maximum, programmation dynamique,
des outils de simulation: algorithmique, programmation Scilab.
On s'appuie sur des exemples liés à l'exploitation des ressources renouvelables, épuisables et au contrôle des gaz à effet de serre. On propose un cadre commun de décision séquentielle permettant la prise en compte de l'incertitude, des exigences à la fois économiques et écologiques, de l'équité intergénérationnelle.

Voir site du cours

Modalités d'évaluation
Séances de cours et séances de travaux pratiques Scilab alternent pour rendre plus intuitives les parties plus abstraites et formelles du cours.

Période : Automne
Nombre d'heures : 30
Crédits ECTS : 3
École : École des Ponts ParisTech
Dernière mise à jour : mardi 26 juillet 2011

Modélisation mathématique

L'objectif de cet enseignement est de donner une présentation des mathématiques appliquées plus centrée sur la modélisation et la résolution numérique de problèmes scientifiques ou industriels, et moins sur l'analyse mathématique. Les applications illustrant ce cours porteront aussi sur l'optimisation et la commande des systèmes.

1. Modélisation simple de phénomènes stationnaires et instationnaires issus de la physique, mécanique, chimie, finance, etc. Problèmes d'identification de paramètres, de commande de systèmes distribués.

2. Simulation numérique uni-dimensionnelle par différences finies.

3. Stabilisation et commande par feedback. Commande optimale. Optimisation. Conditions d'optimalité, multiplicateurs de Lagrange, algorithmes.

Période : Printemps
Nombre d'heures : 36
Crédits ECTS : 5
École : École Polytechnique
Dernière mise à jour : mardi 13 mars 2012

Modélisation probabiliste et statistique

Coordinateur d'option
Frédéric Bonnans
Mail : frederic.bonnans@polytechnique.edu

Responsable d'option
Christophe Giraud
Mail : giraud@cmap.polytechnique.fr

Secrétariat du Département de Mathématiques Appliquées
Tél : 01 69 33 46 01
Fax : 01 69 33 46 46
Mail : departement@cmapx.polytechnique.fr

Les stages de "Modélisation probabiliste et statistique" concernent généralement la construction et l'étude de modèles probabilistes destinés à décrire et analyser au mieux des phénomènes physiques, biologiques, informatiques ou économiques. Selon les objectifs visés, les modèles peuvent être utilisés comme outils pour analyser des données et proposer des prévisions (estimation, tests, prévision..) ou être analysés avec des méthodes probabilistes afin d'en cerner leurs comportements et leurs limites. La pondération entre la partie probabiliste et la partie statistique est variable selon la problématique. Les domaines d'application de ces méthodes sont très divers : biologie (dynamique des populations, transmission du patrimoine

génétique, sélection phylogéniques, réseaux de régulation biologique...), réseaux de communication (caractérisation du trafic, analyse probabiliste de protocoles, contrôle de la congestion), assurance (tarification, prévision des provisions...), économie (analyse et prévision d'agrégats macro-économiques...), etc.

Ces stages sont particulièrement destinés aux élèves ayant suivi le programme d'approfondissement de Mathématiques Appliquées (notamment les cours "Processus et estimation", "Réseaux de communication, algorithmes et probabilités", "Apprentissage statistique", "Modèles aléatoires en écologie et évolution").

EXEMPLES DE STAGES PROPOSES LES ANNEES PRECEDENTES :

EN FRANCE

EDF
Incertitude autour de la prévision de la consommation électrique.
Analyse de l’utilisation des interconnexions électriques en Europe.

VEOLIA
Modélisation de la biodiversité dans les bassins à boues activées.

SCHLUMBERGER
Uncertainty assessment for CO2 geological storage integrity.

THOMSON
Navigability with a bias.

TELECOM PARISTECH
Partage dynamique de bande passante dans l'internet.

INRIA
Méthodes probabilistes pour l'équation de Poisson-Boltzmann en dynamique moléculaire.

INRA
Analyse de la cyclostationnarité du climat Calédonien.
Modèles statistiques pour l'analyse des réseaux d'interactions biologiques.
Etude de la dynamique des repousses hors des parcelles de culture dans un agro-écosystème.

ORANGE
Marche aléatoire dans la ville.

A L'ETRANGER

UNIVERSITY OF CALIFORNIA (Berkeley)
Development of flow model based algorithms for highway traffic estimation (Mobile Millenium).
Using mobile phones to estimate travel times in urban networks through the STARMA model.
Traffic forecasting using statistical machine learning.

COLUMBIA UNIVERSITY (New York)

Verification / testing of statistical decadal forecasts.
Subnational Carbon Emissions from Selected Countries.

IMPERIAL COLLEGE (London)
Influence in on-line social networks.
Dissemination of Information in Distributed Networks.

EPFL (Lausanne)
Stabilité des réseaux d'accès sans fil: impact de la topologie.

CMM-UNIVERSITY OF CHILE (Santiago)
Mathematical modeling and analysis of metabolic interaction networks.

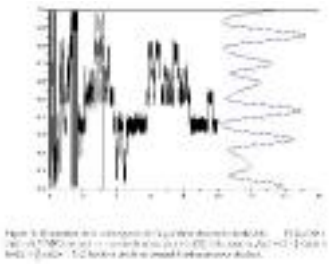
UNIVERSITA ROMA 3 (Rome)
Mixing time for reversible Markov Chains and applications.

UNIVERSITY OF WATERLOO (Canada).
Bandwidth allocation policies in Wireless Networks.

NRS (Montréal)
Qualité de service et tarification des réseaux IP.

Période : Printemps
Nombre d'heures : 480
Crédits ECTS : 20
École : École Polytechnique
Dernière mise à jour : lundi 12 mars 2012

Modéliser / programmer / simuler



L'objectif du cours est de présenter dans un cadre unifié plusieurs notions modernes des mathématiques appliquées et de la modélisation mathématique, sous les éclairages complémentaires du calcul scientifique, de l'analyse numérique, des probabilités appliquées et de l'informatique. Les exemples d'application seront choisis dans des champs aussi divers que la mécanique, la chimie, la finance, la physique statistique, la vision, l'informatique graphique ou la géométrie algorithmique. En outre, ce cours

sera l'occasion de compléter l'apprentissage du C++ de première année.

1.Théorie de la mesure et intégration
Espace probabilisé, espérance, espérance conditionnelle, variable aléatoire.
Théorèmes ergodiques : chaînes de Markov, systèmes dynamiques mesurés et théorème ergodique de Birkhoff.
2.Modéliser des évolutions
Evolutions aléatoires: chaînes de Markov, mouvement brownien, martingales, equations différentielles stochastiques, processus de Poisson.
Evolutions déterministes: équations différentielles ordinaires, théorème de Cauchy-Lipschitz, stabilité des points d'équilibre, méthodes de discrétisation et analyse de convergence, problèmes raides, réduction de système.
3.Equations aux dérivées partielles et processus de diffusion
Problèmes elliptiques et paraboliques : espaces de Sobolev, notion de convergence faible, méthode de Galerkin, principe du maximum, dicrétisation par différences finies et éléments finis, introduction à l'homogénéisation.
Equations différentielles stochastiques et équations aux dérivées partielles : formule de Feynman-Kac.
4.Introduction à l'optimisation
Optimisation en dimension infinie, équation d'Euler Lagrange.
Algorithmes d'optimisations déterministes et stochastiques.
5.Programmation en C++
Programmation orientée objet : héritage, polymorphisme, fonctions virtuelles, templates.
Librairies de calcul scientifique : BOOST et MKL, méthodes de résolution de systèmes linéaires.
Applications : traitement d'images, vision par ordinateur et géométrie algorithmique.

Période : Automne
Crédits ECTS : 8
École : École des Ponts ParisTech
Dernière mise à jour : mercredi 31 août 2011

Optimal design of structures (Conception optimale des structures)

Le but de ce cours est de poser les bases des modèles mathématiques et des algorithmes numériques de conception optimale de structures.

Grâce aux progrès immenses ces dernières décennies de la modélisation mécanique, de l'analyse numérique, et surtout de la puissance des ordinateurs, il est maintenant relativement aisé de concevoir une structure (par exemple, un pont, une aile d'avion, une carrosserie automobile, etc.) à l'aide de la simulation et du calcul sur ordinateur. Cependant, lors de la conception d'une nouvelle structure il est fréquent de devoir essayer plusieurs idées et de les modifier pour les améliorer. Cette tâche peut être extrêmement fastidieuse si elle est entièrement manuelle et repose sur l'intuition seule du concepteur. C'est pourquoi il est nécessaire de proposer des méthodes d'optimisation automatique des structures.
Le but de ce cours est de poser les bases des modèles mathématiques et des algorithmes numériques de conception optimale de structures. En particulier, on étudiera l'optimisation de la forme des structures en

vue, par exemple, de la minimisation de leur poids sous des contraintes de tenue mécanique minimale. On illustrera le cours par l'utilisation de logiciels d'optimisation de structures en petites classes.

Ce cours accepte un maximum de 60 élèves.

This course will be taught in English.

Programme :

Optimisation paramétrique de formes.
Optimisation géométrique de formes.
Optimisation topologique par la méthode d'homogénéisation.
Optimisation topologique par algorithmes évolutionnaires.

Niveau requis
Pré-requis : MAP431 ou MAP411.

Modalités d'évaluation
Contrôle de 2 heures

Période : Printemps
Nombre d'heures : 36
Crédits ECTS : 4
École : École Polytechnique
Dernière mise à jour : lundi 12 mars 2012

Optimisation

L’optimisation est un outil clef pour la modélisation. Il s’agit ici de présenter le domaine de l’optimisation à travers ses démarches indispensables à la formalisation du problème posé et ses techniques utiles pour l’économétrie, les statistiques, la microéconomie et la macroéconomie. Les propriétés de convexité interviennent dans l’analyse du comportement des agents et dans la preuve de l’existence d’un équilibre général.

Géométrie pour l’optimisation - Polarité et lemme de Farkas, les cônes, cas d’un ensemble de contraintes.Optimisation dans R^n - Conditions sur un ouvert, conditions sur un ensemble quelconque, conditions sur un convexe, applications.Optimisation convexe sous contraintes - Conditions de Kuhn et Tucker, résolution du problème, Lagrangien et multiplicateur de Kuhn et Tucker, applications.Exemples de problèmes d’optimisation - Optimisation paramétrée, optimisation linéaire, optimisation quadratique et applications.Programmation dynamique - Introduction, principe d’optimalité en temps discret, équation de Hamilton-Jacobi-Bellman.

Modalités d'évaluation
écrit+CC

Période : Printemps
Nombre d'heures : 40
Crédits ECTS : 3
École : École Nationale de la Statistique et de l'Administration Économique
Dernière mise à jour : lundi 14 décembre 2009

Optimisation

Objectifs: Le cours commence par donner les outils de base en optimisation avec ou sans contrainte pour les problèmes continus de dimension finie. Ensuite, le cours développe deux thèmes. Le premier concerne les problèmes discrets et l'optimisation combinatoire utile en économie, planification et logistique. Le second thème aborde les problèmes de dimension infinie avec le calcul des variations.

Programme: Le format du cours est le suivant:10 cours magistraux5 séances doubles de travaux pratiques sur ordinateur à partir de deux cas concrets (réseaux de distribution, optimisation de forme aérodynamique).5 séances doubles de travaux dirigés sur des exemples empruntés à des domaines très divers (équilibre statistique, optimisation de trajectoires, gestion de production, min/max, équilibre économique, théorie des jeux, ...).

Période : Printemps
Nombre d'heures : 37
Crédits ECTS : 3
École : MINES ParisTech
Dernière mise à jour : dimanche 12 décembre 2010

Optimisation combinatoire

Découvrir le plus court chemin pour se rendre le matin à son travail, concevoir un circuit électronique, placer des antennes pour diffuser les chaînes de télévision, reconstruire le code génétique des êtres humains, décider de l'implantation d'un site de production... Cette liste peut paraître bien hétéroclite mais elle contient des problèmes qui ont tous une structure combinatoire. En effet, chacun d'entre eux revient à choisir la meilleure combinaison parmi une quantité bien connue, mais exponentiellement grande, de possibilités.Ainsi, une recherche énumérative, même par les ordinateurs les plus puissants, pourraient demander plusieurs siècles de calcul. Le but de ce cours est de présenter la boîte à outils que doit

posséder l'ingénieur pour résoudre efficacement ces problèmes. Ces méthodes se basent à la fois sur des notions de mathématiques discrètes, notamment de la théorie des graphes, et sur des techniques purement algorithmiques. Leur mise en application sera illustrée sur des cas pratiques.

Optimisation combinatoire

Période : Automne
Crédits ECTS : 2
École : École Nationale Supérieure de Techniques Avancées
Dernière mise à jour : lundi 14 décembre 2009

Optimisation des grands systèmes

L'objectif de ce cours est de répondre à la question suivante : comment optimiser un système dont la taille et/ou l'hétérogénéité sont telles que les méthodes "classiques" de l'optimisation ne peuvent pas être mises en oeuvre ?On se limitera, dans le cadre de l'optimisation convexe différentiable déterministe, à la présentation des méthodes de décomposition et coordination. Le cours comprend essentiellement deux parties :durant la première partie, on cherche à introduire les idées de la décomposition/coordination et à développer les interprétations économiques sur un modèle simple, sans se préoccuper outre mesure de généralité ou de rigueur mathématique durant la deuxième partie, on développe une théorie générale basée sur le principe du problème auxiliaire, permettant d'une part de lever les restrictions qui paraissaient essentielles dans la première partie, et d'autre part d'étudier dans un cadre unifié la convergence des algorithmes de coordination.Enfin, un exemple caractéristique, correspondant à un réseau de distribution d'eau potable de grande taille, est présenté et sert à illustrer l'ensemble des algorithmes présentés durant le cours.

Optimisation des grands systèmes

Niveau requis
Optimisation différentiable Cours AO201 de l'ENSTA. Jean-Charles Gilbert.

Modalités d'évaluation
Examen écrit.

Période : Automne
Nombre d'heures : 22
Crédits ECTS : 2
École : École Nationale Supérieure de Techniques Avancées
Dernière mise à jour : lundi 14 décembre 2009

Optimisation Différentiable: Théorie et Algorithmes [V1C + V2C]

Les techniques d'optimisation interviennent dans de nombreux domaines des sciences de l'ingénieur, tant comme outils de base en analyse numérique que pour la résolution des problèmes de commande optimale des systèmes: optimisation de trajectoires, détermination de formes optimales, identification de paramètres,... L'objectif du cours est de présenter la théorie de l'optimisation en dimension finie (conditions d'optimalité, dualité,...) et les principales méthodes en optimisation numérique (algorithmes du gradient, du gradient conjugué, de Newton, de quasi-Newton, du simplexe, approches par pénalisation et dualité). On s'intéressera particulièrement aux principes qui sous-tendent ces méthodes ainsi qu'à leur mise en oeuvre. Les techniques numériques seront illustrées par la présentation de problèmes industriels dans lesquels intervient l'optimisation. Cette présentation fera l'objet d'une conférence donnée par un ingénieur d'EDF. Créneaux horaires du cours en 2009/2010 : V1C + V2C

Optimisation Différentiable: Théorie et Algorithmes [V1C + V2C]

Niveau requis
AO101

Modalités d'évaluation
Interrogation écrite et projet à réaliser en TP.- Pour l'interrogation écrite: les sujets des années précédentes sont téléchargeables dans la rubrique "Bibliographie, liens, supports".- Pour le projet en Matlab/Scilab à réaliser en TP:L'élève devra résoudre numériquement un problème où interviennent de manière essentielle des techniques d'optimisation : modélisation, implémentation, utilisation d'algorithmes d'optimisation divers, interprétation des résultats. Il s'agira en particulier d'implémenter et de tester plusieurs algorithmes d'optimisation et/ou plusieurs approches de résolution.Le projet se fera en binôme.Chaque enseignant proposera 1 sujet à son groupe. L'encadrement se fera pendant 5 séances, mais pourra demander un peu de travail de la part de l'élève en dehors de celles-ci.L'évaluation du travail réalisé se fera sous forme de contrôle continu, au cours des séances.La note du projet interviendra à hauteur de 40% dans la note finale.

Période : Automne
Nombre d'heures : 43
Crédits ECTS : 4
École : École Nationale Supérieure de Techniques Avancées
Dernière mise à jour : lundi 14 décembre 2009

Optimisation dynamique

L'objectif de ce cours est de familiariser les étudiants avec les outils de base de la programmation dynamique déterministe en les illustrant par divers modèles économiques (Ramsey par exemple).

Temps Discret - Dans un premier temps nous traiterons du temps discret en horizon fini puis infini, l'accent sera mis sur le principe de la programmation dynamique mais seront aussi traités

l'existence et la dynamique des politiques optimales. Temps Continu -Nous passerons ensuite au temps continu d'abord avec le calcul des variations (équations d'Euler-Lagrange) puis avec une introduction au contrôle optimal (principe du maximum, principe de la programmation dynamique, équation d'Hamilton-Jacobi-Bellman, théorème de vérification).

Modalités d'évaluation
écrit

Période : Printemps
Nombre d'heures : 24
Crédits ECTS : 2
École : École Nationale de la Statistique et de l'Administration Économique
Dernière mise à jour : mercredi 29 juillet 2009

Optimisation et contrôle

L?objet de ce cours est l?apprentissage de la théorie et des méthodes de l?optimisation, tout d?abord dans un cadre général, puis dans le cas particulier de la commande optimale, où le temps joue un rôle spécifique.
Dans ce cours nous aborderons les problèmes d?optimisation sous les différents aspects suivants.
Formulation des problèmes d?optimisation dans Rn et leurs conditions d?optimalité.
Algorithmes de recherche de solutions d?un probl`eme d?optimisation.
Application à l?étude du cas particulier des problèmes de commande optimale formulés en temps discret.
Mise en oeuvre et applications (3 à 4 séances) à l?occasion de travaux pratiques en salle informatique réalisés en Scilab.
Les séances consacrées à l?optimisation dans Rn seront accompagnées de séances de TP Scilab consacrées à l?étude et à la résolution numérique d?un problème d?équilibre d?un réseau.
Les séances consacrées à l?optimisation dynamique seront illustrées par des séances de TP Scilab ayant pour thème la gestion optimale des ressources naturelles.

Algorithmes de descente
Principes généraux des méthodes à directions de descente : algorithme général, exemples. Recherche linéaire : règle d?Armijo, règle de Wolfe. Algorithmes de gradient : gradient simple, projeté, gradient conjugué, Newton et quasi-Newton. Méthodes à régions de confiance : algorithme de référence, modèles quadratiques.
Dualité
Problème primal, problème dual. Points selles, Dualité Lagrangienne. Lagrangien augmenté.
Programmation linéaire
Théorie et algorithme du simplexe : formulations, structure de l?ensemble admissible, conditions d?optimalité, dualité en optimisation linéaire, algorithme du simplexe. Algorithmes de points intérieurs : chemin central, algorithmes.
Principe du minimum
Formulation d?un problème de commande optimale en temps discret : état, contrôle, contraintes, critère. Lien avec la dualité locale. Lien avec un problème d?optimisation sur Rn avec contraintes

égalités(dynamique). Hamiltonien et principe du minimum. Cas avec contraintes égalités et/ou inégalités. Formules données en temps continu.
Programmation dynamique d´eterministe
Principe d?optimalité de Bellman. Fonction valeur et équation de la programmation dynamique en temps discret. Lien avec la dualité globale. Lien avec le principe du minimum et interprétation de l?état adjoint. Formules données en temps continu.
Chaînes de Markov contrôlées
Formulation d?un problème de commande optimale stochastique en temps discret. Matrices de transition sur un espace d?état discret, stratégies Markoviennes, espace canonique des trajectoires.
Programmation dynamique stochastique
Fonction valeur et équation de la programmation dynamique stochastique en temps discret. Lien avec la programmation linéaire.

Modalités d'évaluation
13 séances de 3 h.

Période : Printemps
Crédits ECTS : 4
École : École des Ponts ParisTech
Dernière mise à jour : jeudi 01 décembre 2011

Optimisation produit, procédé, matériau

Retrouvez la fiche descriptive sur :
http://www.ensam.fr/fr/formation_initiale/ingenieur_arts_et_metiers/cursus_pedagogiques/parcours_master_ingenieur/ue_2emeannee/optimisation_produit_procede_materiau_uec_2eme_annee

Période : Automne & Printemps
École : Arts et Métiers ParisTech
Dernière mise à jour : mardi 18 septembre 2012

Optimisation Quadratique

L'objectif de ce cours est de donner un aperçu à la fois théorique et pratique d'un domainedes mathématiques dont les applications sont multiples et variées: mécanique, économie,finance, industrie, ...

Optimisation Quadratique

Modalités d'évaluation
Examen écrit + TP

Période : Automne
Nombre d'heures : 21
Crédits ECTS : 2
École : École Nationale Supérieure de Techniques Avancées
Dernière mise à jour : lundi 14 décembre 2009

Outils élémentaires d'analyse pour les EDP

Le cours d'analyse constitue une introduction à l'analyse fonctionnelle et à ses applications à l'étude des équations aux dérivées partielles linéaires. L'objectif de ce cours consiste à familiariser les étudiants avec quelques-unes des idées essentielles sur lesquelles s'appuie l'étude des modèles les plus simples de la physique et de la mécanique. Il ne s'agit pas seulement de fournir des méthodes pour la résolution de ces équations, mais aussi d'amener à une meilleure compréhension des phénomènes dont elles constituent le modèle. Le cours se compose de trois parties : La première est consacrée à des rappels de topologie, aux notions de convergence dans les espaces de fonctions et aux théorèmes essentiels relatifs à l'intégration. Ces résultats forment la base technique indispensable sur laquelle s'appuie le reste du cours. La deuxième partie est consacrée aux distributions, qui généralisent les fonctions, ainsi qu'aux principales opérations qu'elles supportent : dérivation, multiplication, produit de convolution et transformation de Fourier. A partir de là, on se propose de considérer la résolution de quelques problèmes issus de la physique. En particulier, l'étude qualitative des solutions des équations de Laplace et des ondes est abordée. La troisième partie est relative à l'application de la méthode variationnelle à l'étude des équations aux dérivées partielles linéaires, dans le cadre des espaces de Sobolev. Cette méthode permet d'apporter une réponse aux questions d'existence et d'unicité de la solution du problème posé. Elle permet également d'étudier des problèmes de valeurs et de modes propres.

Outils élémentaires d'analyse pour les EDP

Modalités d'évaluation
Partiel et examen écrits, sans documents.

Période : Automne
Nombre d'heures : 41
Crédits ECTS : 4
École : École Nationale Supérieure de Techniques Avancées
Dernière mise à jour : lundi 14 décembre 2009

Physique statistique des processus irréversibles

Les nouveaux défis dans la production d'énergie et les problèmes d'environnement conduisent à une renaissance en science des phénomènes irréversibles. De nouveaux modèles prédictifs sont nécessaires pour comprendre le comportement d'un système physique soumis à des conditions d'utilisation extrêmes (hautes pressions, effets d'irradiation, turbulence). Ce cours a pour but de fournir aux élèves les éléments théoriques nécessaires à la modélisation physique et à la résolution de tels problèmes. Les notions abordées sont - l'étude d'un système physique au voisinage de l'équilibre thermodynamique- l'étude des processus stochastiques conduisant un système loin de son équilibre thermodynamique- l'étude de ses états statiionnaires

Physique statistique des processus irréversibles

Niveau requis
MA102, MA103

Modalités d'évaluation
Contrôle écrit

Période : Automne
Nombre d'heures : 21
Crédits ECTS : 2
École : École Nationale Supérieure de Techniques Avancées
Dernière mise à jour : lundi 14 décembre 2009

Probabilités et statistique

L'objectif de ce cours est quadruple :
maîtriser les notions élémentaires de la modélisation aléatoire : probabilité, variable aléatoire, loi, espérance, variance, indépendance.
être capable de déterminer la loi d'une variable aléatoire donnée, le modèle étant spécifié.
appréhender la loi forte des grands nombres et le théorème de la limite centrale.
manipuler les outils élémentaires des statistiques : estimateur, intervalle de confiance, test d'hypothèse, régression linéaire.

Probabilité sur un espace fini : dénombrement, événements (indépendance et probabilité conditionnelle).
Variables aléatoires discrètes : définition, exemples, indépendance, loi marginale, espérance, variance.
Variables aléatoires à densité : définition, exemples, espérance, variance.
Vecteurs aléatoires à densité : définition, exemples, densité marginale, indépendance, caractérisation de la loi par fonction muette.
Simulation : méthodes de simulation des lois usuelles et TP en salles informatiques.
Théorèmes limites : loi forte des grands nombres et théorème de la limite centrale.
Vecteurs gaussiens.

Estimateurs : estimateurs de moments, estimateur du maximum de vraisemblance, propriétés asymptotiques, intervalles de confiance.
Tests d'hypothèses : propriétés asymptotiques, test du chi 2.
Régression linéaire dans le modèle gaussien.

Modalités d'évaluation
14 séances de 3 heures. Les cours ont lieu en 5 petites classes d'environ 25 élèves.

Période : Automne
Crédits ECTS : 4
École : École des Ponts ParisTech
Dernière mise à jour : mardi 26 juillet 2011

Problèmes inverses

Le cours portera sur un exemple de problème d'identification non-linéaire, celui de l'estimation des perméabilités relatives et de la pression capillaire dans des déplacements diphasiques en milieu poreux. Sur cet exemple on présentera les divers outils disponibles permettant de résoudre effectivement ce problème : calcul du gradient par l'état adjoint, importance du choix de la paramétrisation, décomposition SVD, quelques résultats théoriques d'identifiabilité confrontés à l'expérience, importance du bruit dans les mesures.On travaillera sur deux ou trois articles, et dans la partie pratique on fera un programme qui permettra cette identification.

Problèmes inverses

Période : Automne
Nombre d'heures : 21
Crédits ECTS : 1
École : École Nationale Supérieure de Techniques Avancées
Dernière mise à jour : lundi 14 décembre 2009

Problèmes inverses

Objectifs: Un problème inverse consiste à vouloir déterminer l'état interne d'un système, à partir d'observations, connaissant la structure du système. Il s'oppose au "problème direct", plus habituel. Les problèmes inverses sont omniprésents en science et en ingénierie, par exemple dès que l'on cherche des informations sur un système sans pouvoir les mesurer directement. Des exemples sont fournis par toutes les techniques d'imagerie médicale, mas sont aussi abondants dans les sciences de la terre (sismique

pétrolière), l'astronomie (restauration d'images bruitées), la finance (calibration de volatilité). Les problèmes inverses manifestent le plus souvent un caractère instable, lié au fait que des causes multiples peuvent produire les mêmes effets.Le but de ce cours est d'abord de présenter sur divers exemples l'origine des problèmes inverses, de mettre en évidence leur instabilité, de présenter des méthodes pour analyser ces problèmes, et donner quelques outils pour obtenir des solutions, et en évaluer la qualité. Le cours montrera ce qu'est une méthode de régularisation, et comment l'utiliser, en mettant en évidence le compromis fondamental entre stabilité et précision. Il introduira également quelques outils numériques permettant d'analyser un problème inverse: la décomposition en valeurs singulières, et la méthode de l'état adjoint.Des travaux pratiques permettront d'illustrer ces concepts sur des exemples.

Programme: Introduction: origine des problèmes inverses, exemples (équations intégrales)Modèles linéaires: moindres carrés, décomposition en valeurs singulièresRégularisation: méthode de Tikhonov, stratégies à priori et à posterioriStatistiques: régression, estimation BayésienneModèles non-linéaires: paramètre. état, observation, lien avec l'optimisationÉtat adjoint: calcul de gradient, équations différentielles, paramétrisationMini-projetChaque demi-journée comportera 2 séances de cours, et une séance de PC ou de TP.

Niveau requis
Algèbre linéaire, calcul différentiel,

Modalités d'évaluation
Mini-projet

Période : Automne
Nombre d'heures : 26
Crédits ECTS : 2
École : MINES ParisTech
Dernière mise à jour : mercredi 11 juillet 2012

Processes and estimation

Ce cours introduit les méthodes d'analyse, d'estimation statistique et de prédiction des séries chronologiques. Ces types de traitement statistique sont utilisés dans de nombreux domaines, des sciences de l'ingénieur aux sciences sociales, tels que l'économétrie, l'hydrologie, les problèmes de détection, localisation et poursuite de cibles, la métrologie réseau, etc. Le cadre des propriétés du second ordre et de la prédiction linéaire permettra dans un premier temps une description détaillée des approches statistiques les plus répandues d'analyse et de traitement de données temporellement dépendantes. Ces méthodes d'analyse temporelle ou spectrale s'appliquent à une vaste classe de modèles stationnaires. Le cas des modèles espace-état linéaires seront ensuite étudiés. Des algorithmes numériques pour la prédiction et l'inférence statistique seront obtenus dans ce contexte. Cette approche de la modélisation sera étendue à l'étude de modèles espace-état non-linéaires. Ceci permettra de

prendre en compte différents types de dépendances temporelles en vue de traitements statistiques efficaces. Enfin, nous consacrerons un cours au principe d'invariance d'échelle et son utilisation pour tester des hypothèses statistiques.

Niveau requis
MAP 432 ou MAP 433

Période : Printemps
Nombre d'heures : 36
Crédits ECTS : 4
École : École Polytechnique
Dernière mise à jour : mardi 03 avril 2012

Programmation

Cet enseignement destiné aux élèves de première année a pour objectif l'apprentissage d'un langage de programmation évolué (langage C) largement utilisé dans les domaines de la simulation numérique ou le calcul sur ordinateur. Cet enseignement est exclusivement pratique, les séances de travaux pratiques donnant l'occasion d'apprendre les bases nécessaires à la programmation, puis de les appliquer immédiatement dans des situations concrètes.Au-delà de la phase d'apprentissage du langage de programmation proprement dit, l'accent est mis ensuite sur diverses techniques numériques, avec la mise en évidence de toutes les difficultés liées aux erreurs d'arrondis qui ont lieu lors des calculs en virgule flottante. Différents algorithmes sont proposés, permettant de mettre en oeuvre les techniques numériques de résolution (équations différentielles, inversion de systèmes linéaires,...).Les travaux pratiques se déroulent dans un environnement unix, ce qui permet par ailleurs aux étudiant(e)s de se familiariser avec cette grande famille de système d'exploitation. Les outils performants de compilation disponibles sous unix sont largement utilisés.

Contenu
Au cours des séances de travaux pratiques, les étudiant(e)s ont dans un premier temps la possibilité de travailler sur divers exercices simples, permettant de mettre en oeuvre les éléments de la programmation en langage C.
Par la suite, les travaux pratiques évoluent peu à peu vers des programmes un peu plus complexes, permettant de mettre en application d'une part les techniques de bases de la programmation, d'autre part les spécificités des algorithmes numériques. Une séance est spécifiquement dédiée au développement d'un programme d'acquisition en temps réel d'un signal physique, accompagné de divers traitements (seuillage, calcul spectral, filtrage).
Liens avec les autres modules d'enseignement
Ces travaux pratiques permettent en outre de mettre en application certaines techniques d'acquisition et de traitement de signaux physiques vues dans le cours Systèmes linéaires et représentations des signaux.

Modalités d'évaluation
Rapport de TP

Période : Hiver & Printemps
Nombre d'heures : 60
Crédits ECTS : 4
École : École Supérieure de Physique et de Chimie Industrielles de la Ville de Paris
Dernière mise à jour : jeudi 02 mai 2013

Programmation dynamique

Le but de ce cours est de présenter la théorie et quelques applications de la méthode de la programmation dynamique en environnement stochastique.A la fin du cours, les élèves devront pouvoir formuler un problème d'optimisation stochastique, en caractériser les solutions, étudier leur complexité et trouver éventuellement des solutions sous-optimales.Le cours est illustré par des travaux pratiques en salle informatique, à l'aide du logiciel Scilab.

Programmation dynamique

Modalités d'évaluation
Examen écrit.

Période : Automne
Nombre d'heures : 21
Crédits ECTS : 2
École : École Nationale Supérieure de Techniques Avancées
Dernière mise à jour : lundi 14 décembre 2009

Programmation hybride & multi-coeurs

La course à la puissance des ordinateurs est désormais couplée avec une maîtrise de la consommation de l'énergie et l'impact environnemental. Ainsi, les machines sont désormais des supercalculateurs à plusieurs dizaines, voire centaines, de milliers de processeurs multi cœurs mais également couplés avec des accélérateurs (le meilleur exemple étant la machine la plus puissante au monde qui est une machine hybride).Ces nouvelles architectures amènent à repenser la façon dont les programmes de simulation sont écrits. Ainsi, on peut imaginer que l'utilisation de la seule bibliothèque MPI pourra être limitée par un trop grand nombre de tâches à gérer simultanément, et qu'il faut alors utiliser plusieurs niveaux de

parallélisme.Après une introduction rapide à ces évolutions d'architectures et de modèles de programmation, on présentera dans ce cadre la programmation "hybride" MPI + OpenMP dont le principe est d'utiliser des échanges explicites de messages entre processeurs (via MPI) et un modèle multi-thread à mémoire partagée (via OpenMP) entre les cœurs des processeurs qui partagent la même mémoire.Dans une deuxième partie du cours, on présentera une autre façon de programmer des machines hybrides, qui utilisent des accélérateurs de calcul à base de processeurs de cartes graphiques (GPU). On rappellera comment en quelques années les GPU se sont transformés de puces dédiés aux fonctions graphiques en processeurs massivement parallèles (Single Instruction Multiple Threads) que l'on programme en langage haut-niveau (C/C++). A travers l'exemple de l'architecture CUDA (Compute Unified Device Architecture) de Nvidia, on présentera le modèle d'exécution et de programmation de ces processeurs et leurs limitations. On étudiera enfin quelques cas concrets d'accélération d'algorithmes sur GPU montrant comment exploiter au mieux leur puissance de calcul (jusqu'à 1TFlops par GPU de dernière génération).Ces calculateurs hybrides sont de plus en plus utilisés, comme en témoigne l'installation au CEA/CCRT d'un supercalculateur d'une puissance de 100 Tflop/s en CPU auxquels viennent s'ajouter 200 Tflop/s en GPU.

Programmation hybride & multi-coeurs

Période : Automne
Nombre d'heures : 22
Crédits ECTS : 2
École : École Nationale Supérieure de Techniques Avancées
Dernière mise à jour : lundi 14 décembre 2009

Programmation mathématique

Ce cours traite des méthodes de résolution de problèmes doptimisation combinatoire fondées sur la programmation mathématique. Après une introduction générale on montre que de nombreux problèmes de Recherche Opérationnelle peuvent être modélisés puis résolus à laide de la Programmation Linéaire (PL) où la fonction objectif et les contraintes sont toutes linéaires et les variables sont continues. Le cours présente les principes de base de la PL et les principaux algorithmes de résolution. Lapproche par PL fournit également une aide à la résolution de problèmes plus difficiles (non linéaires, en variables entières,…) en particulier en fournissant des bornes de la solution optimale. On étudiera les méthodes de relaxations continues et lagrangiennes ainsi que l'amélioration des bornes par des méthodes de coupes. Le cours sera illustré par des applications concrètes (tournées de véhicules, localisation, ordonnancement). Enfin, on abordera la résolution de problèmes en univers incertain.Un apprentissage à des logiciels de modélisation et de PL est proposé en TP puis approfondi dans la réalisation dun projet.

Programmation mathématique

Modalités d'évaluation
Examen et soutenance du projet.

Période : Automne
Nombre d'heures : 20

Crédits ECTS : 2
École : École Nationale Supérieure de Techniques Avancées
Dernière mise à jour : lundi 14 décembre 2009

Projet du département IMI

Au cours de leur cursus dans le cadre du département IMI, les élèves réalisent deux projets, l'un en S4 et l'autre en S5.
Un projet suppose un travail d'équipe, sur un sujet qui relève de l'une des problématiques traitées dans le département, et doit mettre en ?uvre des modélisations, une analyse, et des simulations. Ces trois éléments de l'activité de l'ingénieur doivent évidemment déboucher sur de l'optimisation, éventuellement paramétrique.
Dire qu'un projet est un travail d'équipe suppose l'autonomie des élèves dans la conduite du projet, et leur capacité à organiser un travail collectif.
Tout projet est conclu par une soutenance publique, où tous les éléments indiqués ci-dessus doivent être mis en évidence.

Les sujets des projets sont très variés : toute problématique traitée dans le département peut en faire l'objet. Il est souhaité que le sujet soit à l'initiative des élèves.
Certains projets font l'objet d'ateliers, pour lesquels un créneau horaire est réservé et durant lequel le tuteur synthétise et ordonne la progression du travail. D'autres projets ont un déroulement spécifique décidé en accord entre les équipes et les tuteurs.
Exemples de projets traités en 2010 :
Evaluation des modèles Heston et implémentation.
Les méthodes de réduction de variance.
Algorithmes stochastiques pour une exploitation optimisée d'un système de transport en libre service.

Période : Printemps
Nombre d'heures : 50
Crédits ECTS : 6
École : École des Ponts ParisTech
Dernière mise à jour : mardi 26 juillet 2011

Projet Personnel de Mathématiques Appliquées

MAP571 Projet Personnel de Mathématiques Appliquées

Cet enseignement d'approfondissement est un projet par binômes qui initie les élèves à la pratique des mathématiques appliquées au travers de l'étude d'un problème, motivé par des applications concrètes et des questions de nature mathématique. Il est typiquement lié à un cours suivi pendant la même période. Le projet est une étude qui va de la modélisation du problème jusqu'aux simulations numériques, en passant par l'analyse mathématique. Il se termine par la remise d'un rapport écrit et une soutenance orale. Les élèves choisissent leur sujet parmi les cinq options suivantes. Chaque projet est encadré par un enseignant.

A- Analyse Numérique
Prérequis: MAP 559 ou MEC 552
Les projets sont lies à des problèmes concrets de modélisation et de simulation numérique concernant des domaines divers des sciences de l'ingénieur, allant de la mécanique à la biologie.

B- Modèles en finance et simulations
Prérequis: MAP 552
Le but est de comprendre la démarche de modélisation en finance, en menant une étude basée sur une lecture d'article allant jusqu'à l'implémentation informatique. Les sujets tournent autour de l'évaluation, la couverture d'un produit financier, et la gestion des risques. En parallèle avec le projet, des "quant" viendront exposer des cas pratiques de modélisation et de mise en oeuvre dans le cadre de séminaires optionnels sans évaluation. Il est indispensable, au premier ou au second trimestre, pour la réalisation d'un stage en France ou à l'étranger en salle de marché.

C- Optimisation et recherche opérationnelle
Prérequis: MAP-557
Les projets proviennent de domaines importants de la recherche opérationnelle tels que l'optimisation du transport aérien ou l'optimisation de réseaux télécom. Les outils mathématiques concernent l'optimisation continue ou combinatoire, la théorie des graphes, la programmation dynamique déterministe ou stochastique et varient d'un sujet à l'autre.

D- Réseaux de communication
Prérequis: MAP 554

Sujets liés à l'étude des réseaux de communication actuels et de leurs évolutions les plus récentes : Diffusion de l'information dans les réseaux pair à pair et les réseaux sociaux, algorithmes de partage de la bande passante dans les réseaux mobiles, d'allocation de ressources, évolutions du Protocole TCP, ou encore les algorithmes de résolution des conflits d'accès.

E- Traitement du signal et de l'image
Prérequis: MAP555
Étude de problèmes récents pour le traitement de l'information dans des signaux audio, des images ou des vidéos. Les sujets couvrent aussi bien la compression d'images, des problèmes inverses de restauration de

signaux, le débruitage et la super-résolution, ainsi que la reconnaissance de signaux audio ou d'images.

Niveau requis
selon le projet choisi.
un parmi MAP411, MAP431 ou MEC552

Modalités d'évaluation
Pour MODELES EN FINANCE ET SIMULATIONS :
Chaque binôme remettra un rapport et fera une présentation de leur travail à la fin du trimestre. La note finale tiendra compte de cette présentation, du rapport écrit et du travail fourni au cours du trimestre.

Période : Automne
Nombre d'heures : 36
Crédits ECTS : 4
École : École Polytechnique
Dernière mise à jour : mercredi 21 mars 2012

Propagation dans les guides d'ondes.

On s'intéresse aux phénomènes de propagation et diffraction d'ondes dans des domaines, appelés guides fermés, qui sont infinis dans une direction (l'axe du guide) et bornés dans les directions transverses. Ainsi par exemple, une canalisation est un guide pour les ondes acoustiques, un cable coaxial est un guide pour les ondes électromagnétiques et une barre élastique est un guide pour les ondes élastiques.Nous introduisons dans ce cours la notion de modes, essentielle pour décrire la propagation dans un guide parfaitement uniforme.Nous présentons ensuite différents modèles mathématiques permettant de simuler numériquement des guides non uniformes. .

Propagation dans les guides d'ondes.

Niveau requis
MA102, MA201 Le cours EPE15 n'est pas un pré-requis mais il aidera les élèves qui l'auraient suivi.

Modalités d'évaluation
Contrôle écrit

Période : Automne
Nombre d'heures : 21
Crédits ECTS : 2
École : École Nationale Supérieure de Techniques Avancées
Dernière mise à jour : lundi 14 décembre 2009

Radioprotection partie 2

Ce cours vise à couvrir les différents aspects quun élève ingénieur doit connaître pour mener à bien une carrière dans le domaine de lélectronucléaire. La radioprotection a pour rôle de définir un ensemble de mesures destinées à assurer la protection de lhomme et de son environnement contre les effets néfastes des rayonnements ionisants tout en permettant de les utiliser. Aussi, le système de radioprotection permet de définir les règlementations qui simultanément contraignent et protègent les travailleurs du nucléaire ainsi que le public, tout en répondant à lensemble des demandes sociétales (i.e. notamment sans entraver le développement de lélectronucléaire).Fondements scientifiques et sociétaux du système de radioprotection- Radioactivité, sources et voies dexposition- Effets biologiques et sanitaires des rayonnements ionisants- Bases du système de protection radiologique- Évolutions prévisibles des bases scientifiques et leurs répercussions potentielles sur le système de protection radiologique Grandeurs dosimétriques et méthodes de surveillance- Définitions des grandeurs radiométriques et dosimétriques de base Notions de microdosimétrie.- Exposition externe : les grandeurs opérationnelles les différents instruments de mesure, absolue ou relative, de surveillance la dosimétrie des neutrons.- Exposition interne : Les modèles de la CIPR Objectifs et choix dun programme de surveillance Mesures directes par anthroporadiamétrie Mesures indirectes par analyses radiotoxicologiques Calcul de la dose. Ingénierie de la radioprotectionNée comme nécessaire corolaire de la radioprotection lors de la mise au point du premierréacteur atomique et de la bombe atomique. Tout en étant étroitement liée à la neutronique (étudedu comportement des neutrons dans le cœur dun réacteur nucléaire), lingénierie de laradioprotection constitue une discipline et un métier à part entière qui intéresse tout le cycle ducombustible nucléaire. Cette discipline fera lobjet des thèmes suivants :- Objectifs de lingénierie de la radioprotection Les grands domaines détudes etclassification des problèmes.- Grandeurs physiques dintérêt, fondamentales et dérivées.- Sources primaires et secondaires de rayonnements Inventaire isotopique de déchetsradioactifs Formation du tritium et du carbone 14.- Méthodologie des études de protection liées à lirradiation externe: Examen duproblème/choix des objectifs Identification des sources de rayonnements Recherche descontraintes Recensement des matériaux possibles Mise en œuvre des calculs Choix de lasolution Vérification expérimentale.- Méthodes et codes de calcul de la propagation des rayonnements : Transport des particuleschargées et neutres Méthode datténuation en ligne droite Méthode aux ordonnéesdiscrètes Méthode de Monte Carlo Méthode de propagation par albédo.- Méthodes et codes de calcul de lévolution isotopique : Équations généralisées de Batman Méthodes de résolution Codes de calcul Calculs paramétriques, de sensibilité etdincertitudes.Prévention et surveillance vis-à-vis des risques principaux de contamination et de dissémination de matières radioactives.Celles-ci reposent respectivement sur létablissement de barrières de confinement des produitsradioactifs et sur la mise en place de différents systèmes de surveillance des locaux et du site.- Méthode danalyse et de sûreté : les trois niveaux successifs de défense.- Zonage des installations pour le travail et lintervention : Systèmes de confinement dans lesusines Dispositif de confinement dynamique.- Captage de contamination : Principe et systèmes de captation.- Prévention individuelle : Appareils de protection des voies respiratoires Vêtements ventilésou non.- Système de surveillance : Mesurage des aérosols au poste de travail Inhalation, pénétration et dépôt des aérosols Échantillonnage des aérosols.Gestion du risque radiologiquePar le biais dune règlementation dont les standards sont établis au niveau international. Basé sur le principe de précaution (qui stipule que toute exposition peut avoir un effet), la règlementation est associée à une optimisation de la radioprotection. - Règlementation et organisation : élaboration et concepts de base du système de gestion du risque radiologique. Standards de radioprotection et les trois principes. La règlementation communautaire et nationale.- Optimisation de la règlementation : La démarche ALARA Lengagement nécessaire de tous les acteurs Des moyens adaptés La valeur monétaire de lhomme Sievert.Deux conférences seront proposées aux étudiants afin quils puissent juger, dune part, desniveaux dexposition rencontrés dans lindustrie nucléaire et, dautre part, de la maitrise de laradioprotection dans son ensemble et du bien-fondé de ces règles de sureté et de protection.Celles-ci porteront respectivement sur la

radioactivité naturelle et les accidents radiologiquesgraves des 50 dernières années.

Radioprotection partie 2

Période : Automne
Nombre d'heures : 25
Crédits ECTS : 2
École : École Nationale Supérieure de Techniques Avancées
Dernière mise à jour : lundi 14 décembre 2009

Recherche opérationnelle

La Recherche Opérationnelle (RO) est la discipline des mathématiques appliquées qui traite des questions d'utilisation optimale des ressources dans l'industrie et la logistique. Planifier une tournée de véhicules, remplir de manière optimale un conteneur, ordonnancer les tâches sur un chantier sont des problématiques typiques de la Recherche Opérationnelle. Elle est un des outils scientifiques essentiels pour un ingénieur travaillant dans le domaine du génie industriel, de la logistique ou de la supply-chain. Depuis quelques années, on commence à la trouver dans des nouveaux domaines comme le marketing, la santé ou la finance.
Les outils mathématiques qui sous-tendent cette discipline sont les graphes, l'algèbre linéaire, l'algorithmique, pour ne citer que les principaux.
A l'issue de ce module, l'élève saura identifier un problème de recherche opérationnelle, en fournir une modélisation, et proposer un algorithme de résolution. De plus, il sera capable de justifier ses choix et de discuter la qualité des solutions proposées.

1.Introduction
2.Plus courts chemins et programmation dynamique
3.Programmation linéaire
4.Flots et multiflots
5.Graphes bipartis (affectation, transport, mariages stables)
6.Que faire face à un problème difficile ?
7.Remplissage de conteneurs
8.Positionnement d'entrepôts
9.Ordonnancement industriel
10.Tournées
11.Tournées multi-véhicules
12.Conception de réseaux
13.Conclusion et Contrôle

Niveau requis
Notions de programmation ; algèbre linéaire

Modalités d'évaluation
13 séances de 3h. En général, une séance se décompose en 1h cours magistral et 2h de TD. Trois

intervenants de l'industrie sont prévus - chaque intervention dure environ 1h30.

Période : Automne
Crédits ECTS : 4
École : École des Ponts ParisTech
Dernière mise à jour : mercredi 28 septembre 2011

Recherche opérationnelle : aspects mathématiques et applications

La recherche opérationnelle est un ensemble de techniques permettant de formaliser et de résoudre les problèmes d'organisation et de décision qui se posent dans le monde de l'entreprise. On peut citer les problèmes de transport, de localisation d'entrepôt, de tournées de véhicule, d'emploi du temps, de gestion de stock ou de réserve énergétique (hydraulique, gaz, combustible nucléaire), mais aussi des applications particulières, telles que la conception de circuits ou de câblages, l'allocation de fréquence, etc..., qui conduisent à étudier des problèmes d'optimisation fondamentaux, souvent de nature combinatoire.

Le cours présente quelques grandes familles de méthodes mathématiques utiles en recherche opérationnelle, afin de donner la capacité de modélisation, et de permettre de reconnaître les problèmes pour lesquels des algorithmes rapides de résolution existent. On met l'accent sur les techniques issues de la programmation linéaire ou convexe, qui sont souvent à l'origine de tels algorithmes.
Il n'y a pas de pré-requis, hormis une familiarité avec les mathématiques appliquées, qui a pu être acquise en suivant l'un des cours de ce domaine en seconde année. Signalons que la recherche opérationnelle est aussi abordée en programme d'approfondissement d'informatique de second semestre, dans les cours traitant d'analyse d'algorithmes et de programmation par contraintes, qui apportent un éclairage complémentaire sur la discipline. Le présent cours peut être suivi de manière indépendante, ou bien en association avec ceux-ci.

Principaux concepts développés dans le cours :
- Modélisation de problèmes combinatoires, points entiers de polyèdres, matrices totalement unimodulaires.
- Problèmes de flots. Rappels de dualité. Algorithmes.
- Multiflots : communications, transport. Flots potentiels,
- Génération de colonnes et algorithme de Dantzig-Wolfe
- Algorithmes polynômiaux en optimisation convexe. Points intérieurs.
- Le problème du voyageur de commerce. Séparation et évaluation. Principe des relaxations et coupes.
- Coupes de Chvátal et Gomory
- Relaxation lagrangienne. Optimisation non différentiable : plans sécants. Décomposition de Benders.
- Coloriage et coupes de graphes : l'approche par programmation semidéfinie.
- Programmation dynamique.

Modalités : 9 blocs, 36 heures, 5 ECTS Stéphane Gaubert
Ce cours accepte un maximum de 100 élèves

Période : Automne
Nombre d'heures : 36
Crédits ECTS : 4
École : École Polytechnique
Dernière mise à jour : lundi 12 mars 2012

Recherche opérationnelle: modélisation et utilisation logiciels

Le cours se propose d'enseigner des techniques de modélisation basées sur les outils de la recherche opérationnelle et de l'optimisation combinatoire. La théorie est présentée par des slides et un livre d'exercices, et les TDs sont enseignés dans les salles informatiques. A la fin du cours, les élèves seront capables de modéliser des problèmes pratiques d'optimisation, et de savoir les résoudre numériquement avec des outils logiciel.

Exemples pour motiver le cours. Définition d'un programme mathématique. Catégorisation des programmes mathématiques. Paradigme de solution: modèle + solveur. Types de solveurs. Introduction a la programmation linéaire et linéaire en nombres entiers, méthodes du simplexe et du point intérieur. Exploitation pratique des propriétés formelles des programmes mathématiques. Applications aux exemples. Reformulations. Optimisation combinatoire.

Dans les TDs: apprentissage de AMPL et utilisation de plusieurs solveurs (CPLEX, Couenne) sur des problèmes académiques et réels.

Niveau requis
Analyse, algèbre linéaire

Modalités d'évaluation
La modalité d'évaluation change en fonction de l'année.

Période : Automne
Nombre d'heures : 36
Crédits ECTS : 4
École : École Polytechnique
Dernière mise à jour : vendredi 18 mars 2011

Résolution des problèmes de diffraction par équations intégrales

Les ondes qui se propagent dans notre environnement sont à la fois une source de nuisances ou de plaisir (tels le bruit ou la musique), un outil d'investigation du monde qui nous entoure (pensons par exemple au contrôle non-destructif, au radar ou aux télescopes) et un moyen de transmission de l'information (musique, radio) On commencera par établir les équations de l'acoustique à partir de celles des écoulements compressibles le cours se propose alors de faire le point sur la notion de rayonnement, puis de décrire l'utilisation des solutions élémentaires pour la représentation des champs. Dans un second temps on établira les équations intégrales qui en découlent, sous leur forme variationnelle, et on en étudiera la résolution par éléments finis.

Résolution des problèmes de diffraction par équations intégrales

Niveau requis
MA102, MA201

Modalités d'évaluation
Examen écrit

Période : Automne
Nombre d'heures : 21
Crédits ECTS : 2
École : École Nationale Supérieure de Techniques Avancées
Dernière mise à jour : lundi 14 décembre 2009

des problèmes difficiles d’optimisation combinatoire : méthodes exactes et ap

De nombreux problèmes de recherche opérationnelle sont « difficiles », en particulier les problèmes doptimisation en variables 0-1 ou entières (PLNE). Ce cours présente trois approches de résolution. La première est la recherche dune solution exacte (optimale) par des méthodes arborescentes (branch and bound) qui utilisent souvent la programmation linéaire et des relaxations pour le calcul de bornes. La deuxième est fondée sur la programmation par contraintes. La troisième propose de résoudre de façon approchée des problèmes de grandes tailles à laide de métaheuristiques, en particulier les méthodes de voisinage comme la recherche tabou ou le recuit simulé. La présentation des méthodes s'appuiera sur divers problèmes réels de RO.Le cours comporte également la réalisation dun projet incluant la programmation dune métaheuristique.

Résolution des problèmes difficiles d’optimisation combinatoire : méthodes exactes et approchées.

Niveau requis
C9-2 Programmation Mathématique

Modalités d'évaluation
- Examen.- Soutenance du projet.Les projets seront suivis par M. Diamantini.

Période : Automne

Nombre d'heures : 22
Crédits ECTS : 2
École : École Nationale Supérieure de Techniques Avancées
Dernière mise à jour : lundi 14 décembre 2009

Scientific modelling

De la mécanique à l'environnement en passant par la finance, l'aéronautique ou les transports, les problèmes posés à l'ingénieur font massivement intervenir des équations aux dérivées partielles. L'objectif du cours est d'apporter aux élèves des connaissances scientifiques leur permettant d'appréhender l'approximation numérique de telles équations.
L'équipe pédagogique s'attachera à transmettre un corpus de notions fondamentales en privilégiant un nombre limité de méthodes et à restituer ces notions dans le cadre d'applications concrètes. Des liens forts existent entre ce cours et d'autres cours du S1, notamment Analyse et Mécanique.

Le cours se divise en deux parties :
éléments finis : formulation variationnelle, méthode de Galerkin, convergence de la méthode, mise en ?uvre numérique ;
lois de conservation : propagation d'ondes linéaires et non-linéaires, méthodes numériques (schéma décentré amont et méthode de Godunov), application à la modélisation du trafic.

Modalités d'évaluation
9 séances de 3 heures.

Période : Automne
Crédits ECTS : 3
École : École des Ponts ParisTech
Dernière mise à jour : lundi 14 mai 2007

Simulation multiéchelle et homogénéisation

Le cours présente dans une première partie (1-3) les aspects clefs de la simulation numérique multi-échelles. En particulier, on examinera les techniques d'échantillonnage de moyennes d'ensemble pour le calcul des grandeurs macroscopiques à partir de simulation microscopiques. Ces techniques reposent sur des simulations de type Monte-Carlo, ou sur des simulations de dynamique moléculaire. On regardera comment les paramètres de ces simulations de dynamique moléculaire peuvent être eux-mêmes déduits de simulations à une échelle encore plus microscopique, celle de la structure électronique des matériaux en jeu. Enfin, on montrera des approches multi-échelles très récentes, couplant une description du matériau à l'échelle atomistique avec une description en termes de mécanique des milieux continus. Sur l'ensemble de ces thèmes, au delà de la description des techniques, on s'intéressera aussi a la question de leur fondation mathématique rigoureuse, et de leur programmation efficace. Dans une seconde partie le cours présente les méthodes de changement d'échelle et d'homogénéisation permettant d'accéder aux lois de comportement mécanique et de transports des milieux poreux.

1.1. Méthodes d'échantillonnage par Monte-Carlo
1.2. Introduction a la dynamique moléculaire : les équations, le calcul des potentiels (classiques, ab initio), les applications
1.3. Analyse numérique des méthodes d'intégration des équations MD, systèmes hamiltoniens, propriétés en temps long
1.4. Echantillonnage de l'espace des phases : notion d'ensembles thermodynamiques, calcul de moyennes d'ensemble par MD,
1.5. Méthodes avancées pour les temps très longs: kinetic monte-carlo, chemins de réactions, événements rares
1.6. Méthodes alternatives a la dynamique moléculaire: équations de Langevin et autres approches stochastiques
2 - Calculs ab initio pour la structure électronique des matériaux
2.1. Introduction a la modélisation quantique en chimie moléculaire
2.2. Hiérarchie de modèles pour le calcul de structures électroniques
2.3. Méthode de la Density Functional Theory (DFT); aspects théoriques et mise en oeuvre
2.4. méthodes pour les systèmes de grande taille: agrégats, biomolécules, matériaux cristallins
3 - Stratégies pour le couplage d'échelles)
3.1. Un exemple de méthode couplant description atomistique et mécanique des milieux continus : la méthode Quasicontinuum
3.2. Enjeux mathématiques et numériques de telles méthodes, avenir.
4 - Transport de masse fluide
4. 1. Transport advectif (lois de de Darcy et de Fick). Couplage entre modes de transport.
4.2 . Interprétation micromécanique des tenseurs de perméabilité, de tortuosité, de dispersion.
5 - Nano-indentation
6 - Poroélasticité et micromécanique
7- Critères de résistance, endommagement et micromécanique

Niveau requis
Mécanique du solide
Mécanique du solide

Modalités d'évaluation
Examen écrit

Période : Automne

Nombre d'heures : 30
Crédits ECTS : 6
École : École des Ponts ParisTech
Dernière mise à jour : lundi 19 mai 2008

Simulation numérique et méthodes de changement d'échelle

Les matériaux de construction, qu'ils soient granulaires sont des matériaux multiéchelles. La compréhension et la maîtrise des effets liés aux différentes échelles sur la réponse mécanique requièrent de plus en plus le recours systématique à la simulation numérique et aux méthodes de changements d'échelle. Le cours «simulation numérique et méthodes de changement d'échelle » vise ainsi à présenter et à mettre en perspective les différentes approches pour appréhender au mieux l'aspect multi-échelles des matériaux de construction vis à vis de leurs propriétés d'usage.

1. Méthodes de dynamique moléculaire (MD) et calculs de moyennes d'ensembles :
    1. Introduction a la dynamique moléculaire: les équations, le calcul des potentiels
    2. Analyse numérique des méthodes d'intégration des équations MD, systèmes hamiltoniens, propriétés en temps long
    3. Echantillonnage de l'espace des phases : notion d'ensembles thermodynamiques, calcul de moyennes d'ensemble par MD,
    4. Méthodes avancées pour les temps très longs: kinetic Monte-Carlo, chemins de réactions, événements rares
    5. Méthodes alternatives a la dynamique moléculaire: équations de Langevin et autres approches stochastiques
2. Stratégies pour le couplage d'échelles (3 heures) :
    1. Un exemple de méthode couplant description atomistique et mécanique des milieux continus : la méthode Quasicontinuum
    2. Enjeux mathématiques et numériques de telles méthodes, avenir.
3. Transport de masse fluide :
    1. Transport advectif (Loi de Darcy) et transport diffusif (Loi de Fick). Couplage entre modes de transport.
    2. Interprétation micromécanique des tenseurs de perméabilité, de tortuosité et de dispersion.
4. Nano-indentation
5. Poroélasticité et micromécanique
6. Critères de résistance, endommagement et micromécanique

Références bibliographiques (Dynamique moléculaire) :

* M. P. ALLEN AND D. J. TILDESLEY, Computer Simulation of Liquids, OxfordScience Publications (1987)
* A. SZABO AND N. S. OSTLUND, Modern Quantum Chemistry: An Introduction to Advanced Electronic Structure Theory, MacMillan (1982)
* D. FRENKEL AND B. SMIT, Understanding Molecular Simulation, 2nd edn, Academic Press (2001)

Références bibliographiques (Homogénéisation) :

* J.L. AURIAULT AND J. LEWANDOWSKA, Diffusion/adsorption/advection macrotransport in soils, Eur. J. Mech. A/Solids, 15:681-704, (1996)
* Continuum micromechanics; CISM Courses and Lectures. Edited by P. SUQUET, SpringerWienNewYork (1997)
* Applied micromechanics of porous materials; CISM Courses and Lectures n. 480, Edited by L. DORMIEUX AND F.J. ULM, SpringerWienNewYork (2005)

Modalités d'évaluation
Exposé sur article

Période : Automne
Nombre d'heures : 30
Crédits ECTS : 5
École : École Polytechnique
Dernière mise à jour : mardi 26 juin 2007

Simulation stochastique et méthodes de Monte-Carlo

Un enjeu fondamental du programme de Mathématiques Appliquées est de modéliser des systèmes complexes pour comprendre leur comportement qualitatif et quantitatif.

Ce cours introduit des méthodes probabilistes effectives de calcul et de simulation. Un souci permanent est leur validation et leur illustration dans les situations concrètes, tirées notamment de l'ingénierie financière, l'écologie évolutive et les réseaux de communication. Ces méthodes ont pris une importance déterminante dans des domaines applicatifs stratégiques variés.

Simulation, méthodes de Monte Carlo et réduction de variance ; Intervalles de confiance, Théorème Limite Central, inégalités de Berry-Esseen, et inégalités de concentration ; Discrétisation d'Equations Différentielles Stochastiques ; Simulation de processus de Markov avec sauts ; Algorithmes stochastiques ; Méthodes particulaires stochastiques.

Numerus Clausus : 80 élèves maxi

Niveau requis
MAP 432 ou MAP 433

Modalités d'évaluation
Un examen final

Période : Hiver & Printemps
Nombre d'heures : 36

Crédits ECTS : 4
École : École Polytechnique
Dernière mise à jour : mercredi 21 mars 2012

Stabilisation par bouclage

Introduction aux techniques de synthese de loi de commande assurant la stabilisation d'un point d'equilibre d'un systeme commande de dimension finie a dynamique non lineaire.Contenu du cours:Rappel sur la stabilite et introduction a ISSConditions necessaires de stabilisation par C1, C0, C0 instationnaireConditions suffisantes (Control Lyapunov Function)Backstepping avec si possible une aplication en bouclage de sortieForwarding

Stabilisation par bouclage

Période : Automne
Nombre d'heures : 22
Crédits ECTS : 2
École : École Nationale Supérieure de Techniques Avancées
Dernière mise à jour : lundi 14 décembre 2009

Stage d'informatique pour l'ingénieur - (AST)

L'objectif essentiel de ce cours est de former les élèves à l'utilisation efficace de l'environnement informatique de l'École:comprendre la fonction d'un système d'exploitation - application ausystème UNIXsavoir utiliser des logiciels de communication et de bureautiquesavoir utiliser un éditeur de textemaîtriser l'interpréteur de commandessavoir gérer et organiser ses fichiersconnaître et savoir utiliser les services disponibles à l'ENSTA(messagerie, forums de discussion, web interne)De plus, afin de permettre aux élèves de publier un contenu simple, sur Internet, sous forme de pages web répondant au standard en vigueur, une introduction au langage XHTML ainsi qu'aux feuilles de style (CSS) sera présentée.

Stage d'informatique pour l'ingénieur - (AST)

Modalités d'évaluation
Contrôle continu.

Période : Automne
Nombre d'heures : 19

Crédits ECTS : 2
École : École Nationale Supérieure de Techniques Avancées
Dernière mise à jour : lundi 14 décembre 2009

Systèmes d'exploitation pour calculateurs hautes performances

Depuis septembre 2009, ce cours est B13-1.Ce cours a pour objectif d'offrir aux étudiants une découverte concrète de l'univers technique des clusters dédié au HPC (High Performance Computing). Il est orienté sur la pratique, s'appuyant sur les principaux projets Open-Source actuels.Nous commencerons par décrire les différentes architectures dédiées aux calculs scientifiques et les solutions envisagées pour repousser les limites technologiques rencontrées. Nous aborderons ensuite les méthodes d'administrations systèmes employées sur les supercalculateurs : gestion des configurations, des ressources et des données, surveillance.Une visite du centre de calcul TERA du CEA-DAM illustrera le cours.

Systèmes d'exploitation pour calculateurs hautes performances

Niveau requis
Cours Informatique de seconde année

Période : Automne
Nombre d'heures : 24
Crédits ECTS : 2
École : École Nationale Supérieure de Techniques Avancées
Dernière mise à jour : lundi 14 décembre 2009

Systèmes d'exploitation pour calculateurs hautes performances

Ce cours a pour objectif d'offrir aux étudiants une découverte concrète de l'univers technique des clusters dédié au HPC (High Performance Computing). Il est orienté sur la pratique, s'appuyant sur les principaux projets Open-Source actuels.Nous commencerons par décrire les différentes architectures dédiées aux calculs scientifiques et les solutions envisagées pour repousser les limites technologiques rencontrées. Nous aborderons ensuite les méthodes d'administrations systèmes employées sur les supercalculateurs : gestion des configurations, des ressources et des données, surveillance.Une visite du centre de calcul TERA du CEA-DAM illustrera le cours.

Systèmes d'exploitation pour calculateurs hautes performances

Période : Automne

Nombre d'heures : 22
Crédits ECTS : 2
École : École Nationale Supérieure de Techniques Avancées
Dernière mise à jour : lundi 14 décembre 2009

Systèmes distribués à grande échelle

Depuis septembre 2009, ce cours est devenu B13-3.Le but de ce cours est de présenter un large éventail des systèmes à grande échelle qu'ils soient hardware, software ou middleware. Nous commencerons par étudier une grille de recherche expérimentale appelée Grid'5000. Nous verrons ensuite le fonctionnement de plusieurs systèmes pair-à-pair de générations différentes. Nous poursuivrons ce cours par une étude des technologies de machines virtuelles.

Systèmes distribués à grande échelle

Période : Automne
Nombre d'heures : 22
Crédits ECTS : 2
École : École Nationale Supérieure de Techniques Avancées
Dernière mise à jour : lundi 14 décembre 2009

Systèmes distribués à grande échelle

Le but de ce cours est de présenter un large éventail des systèmes à grande échelle qu'ils soient hardware, software ou middleware. Nous commencerons par étudier une grille de recherche expérimentale appelée Grid'5000. Nous verrons ensuite le fonctionnement de plusieurs systèmes pair-à-pair de générations différentes. Nous poursuivrons ce cours par une étude des technologies de machines virtuelles.

Systèmes distribués à grande échelle

Période : Automne
Nombre d'heures : 22
Crédits ECTS : 2
École : École Nationale Supérieure de Techniques Avancées
Dernière mise à jour : lundi 14 décembre 2009

Systèmes Dynamiques: Stabilité et Commande

Les systèmes dynamiques sont les modèles mathématiques des phénomènes évoluant dans le temps, ces phénomènes pouvant provenir de la physique, la mécanique, l'économie, la biologie, l'écologie, la chimie... Un système dynamique est constitué d'un espace de phases, l'espace des états possibles du phénomène convenablement paramétré, muni d'une loi d'évolution qui décrit la variation temporelle de l'état du système. Dans le cadre de ce cours (lois déterministes, en temps continu), cette loi d'évolution prend la forme d'une équation différentielle.La résolution explicite, ou même approchée, dune équation différentielle est en général impossible. La théorie vise donc plutôt une étude qualitative des phénomènes et cherche en particulier à en comprendre l'évolution à long terme.Le présent cours a deux objectifs. Le premier est d'aborder l'étude générale des systèmes dynamiques régis par des équations différentielles ordinaires. L'accent est mis principalement sur la notion de stabilité dont l'importance, pour de nombreux problèmes pratiques, est comparable à celle de la connaissance effective des solutions. Le deuxième objectif est de présenter une introduction à la commande des systèmes dynamiques, c'est-à-dire à l'automatique. Nous aborderons en particulier dans le cadre de l'automatique linéaire l'étude des notions essentielles que sont la commandabilité, l'observabilité et la stabilisation.Enfin, en préalable à ces deux parties, une séance est consacrée au calcul différentiel: application linéaire tangente, théorèmes d'inversion locale et des fonctions implicites... Ces concepts sont nécessaires pour la partie du cours qui concerne la linéarisation, mais leur utilité dépasse largement le cadre des équations différentielles.

Systèmes Dynamiques: Stabilité et Commande

Modalités d'évaluation
Examen écrit SANS DOCUMENTS, excepté une feuille "aide-mémoire" de notes de cours. Cette feuille, manuscrite, pourra être établie par chaque élève à sa convenance.Nota: L'examen de rattrapage a lieu fin AOÛT (date précise donnée en juin) et consiste en un écrit de 1h30 SANS AUCUN DOCUMENT.

Période : Automne
Nombre d'heures : 21
Crédits ECTS : 2
École : École Nationale Supérieure de Techniques Avancées
Dernière mise à jour : lundi 14 décembre 2009

Techniques avancées de segmentation

Programme
Le point de départ du cours est l'outil de base de la segmentation morphologique : la Ligne de Partage des Eaux (LPE). La LPE a été utilisée dans de nombreuses applications dans les domaines le plus variés, tels que la médecine, la télédétection, le contrôle ou le multimédia. Ces applications sont présentées en cours. La manipulation des outils lors des travaux dirigés permet une compréhension réelle des concepts étudiés. Les élèves obtiennent ainsi la maitrise de la chaine complète, nécessaire pour le développement d'une application réussie. Différentes approches de segmentation sont introduites : supervisés ou automatiques, en deux ou trois dimensions, pour des images à niveaux de gris ou couleur, images fixes ou séquences

d'images. Le programme est le suivant :
* La ligne de partage des eaux: : L'utilisation de marqueurs pour éviter la sur-segmentation.
* Techniques de pre-traitement : Les nivellements, de la famille des filtres connexes, simplifient l'image sans rendre flous les contours qui restent. Ils sont la base de la réprésenation multi-échelle morphologique.
* Segmentation multi-échelle : la segmentation hiérarchique, en s'appuyant sur la théorie des graphes, permette d'une part d'obtenir des algorithmes efficaces et d'autre part des représentations synthétiques facilitant l'interprétation des images.
* Segmentation d'images couleur.
* Stratégies pour segmentation interactive.
* Segmentation 3D. Segmentation de séquences.

Le cours se déroule sur une semaine complète, avec des cours théoriques le matin et des applications pratiques sur ordinateur l'après-midi. Un cours d'introduction à la morphologie mathématique a lieu généralement la semaine précedente (du mercredi au vendredi) pour ceux qui ne disposent pas les prerequis.

Niveau requis
Ce cours requiert des connaissances en morphologie mathématique.

Période : Automne
Nombre d'heures : 35
École : MINES ParisTech
Dernière mise à jour : jeudi 26 juillet 2007

Théorie de la décision et théorie des jeux

Acquisition des méthodes de modélisation et de réflexion concernant les prises de décisions individuelles ou collectives et interactives.

Théorie de la décision, décision dans l'incertain, arbres de décision.
Jeux sous forme stratégique. Stratégies dominantes, dominées.
Equilibres de Nash.
Jeux finis et stratégies mixtes. Calcul des équilibres.
Jeux sous forme extensive.
Information incomplète, Jeux répétés.

Modalités d'évaluation
6 cours de 1h30 et 5 TD de 1h30.

Période : Automne
Crédits ECTS : 4
École : École des Ponts ParisTech
Dernière mise à jour : jeudi 22 septembre 2011

Théorie des jeux

La théorie des jeux a pour objectif de développer les concepts aussi bien que les modèles formalisés en vue de lanalyse du conflit et de sa résolution. Les applications sont nombreuses : en Economie, politique, négociations mais aussi bien théorie de lévolution et équilibres évolutionnistes. Seront abordés le modèle stratégique, le modèle extensif et quelques aspects du modèle coopératif. Nous définirons pour chacun des modèles les principaux concepts déquilibre, les liens éventuels entre les modèles et nous donnons des éléments pour le calcul.

Théorie des jeux

Période : Automne
Nombre d'heures : 22
Crédits ECTS : 2
École : École Nationale Supérieure de Techniques Avancées
Dernière mise à jour : lundi 14 décembre 2009

Théorie des jeux

 Les relations économiques entre un petit nombre d’agents échappent au cadre classique de la concurrence parfaite parce que les décisions de chaque individu ont des conséquences globales sur l’économie dont cet individu peut tenir compte. Ainsi une entreprise internalise l’impact de ses décisions de production dans un marché concentré comme un duopole, une autorité monétaire envisage l’impact de sa politique sur les anticipations des agents et sur sa crédibilité à long terme, un syndicat tient compte de la valeur dissuasive que peut exercer une menace de grève dans les négociations salariales avec une entreprise, etc. Pour traiter ces problèmes, l’outil méthodologique est la théorie des jeux. Cet outil est à la base d’un nombre croissant de développements économiques récents, tant en

économie industrielle qu’en macroéconomie, en économie internationale, en économie du travail, et en économie publique. C’est pourquoi la théorie des jeux est indispensable à l’économiste moderne. Le cours propose une introduction aux concepts et méthodes de la théorie des jeux, tels qu'utiles pour des économistes. L'accent sera mis moins sur les propriétés des objets mathématiques utilisés que sur leur contenu conceptuel et leur applicabilité en termes économiques. Il sera présenté en particulier des illustrations dans divers champs économiques pour montrer l’utilité et l’universalité de ces concepts.

Jeux sous forme normale - Stratégies, équilibres de Nash, exemples.Jeux sous forme extensive - Stratégies, équilibres de Nash, notion d'information.Dynamique - Perfection et application à la théorie de la négociation. Folk theorems et application à la théorie des cartels. Hypothèse markovienne dans les jeux à variables d’état, jeux d’héritage.Problèmes informationnels - Jeux bayésiens, équilibres Bayésiens. Les enchères. Implémentation et exemples d’économie publiqueDynamique et information - Equilibres et raffinements. Réputation. Signalisation, application au marché du travail

Modalités d'évaluation
écrit

Période : Automne
Nombre d'heures : 26
Crédits ECTS : 2
École : École Nationale de la Statistique et de l'Administration Économique
Dernière mise à jour : mercredi 29 juillet 2009

Théorie des jeux avancée

 L’objectif de ce cours est de présenter les structures d’information dans les modèles non coopératifs. Dans les modèles extensifs on définit des ensembles d’information interne au jeu qui décrivent pour le joueur ce qu’il apprend sur les actions passées et déterminent sa mémoire. Les concepts de rationalité séquentielle sont définis en conséquence. Dans le modèle stratégique on définit les jeux à information incomplète ou jeux bayésiens et la notion d’équilibre de Nash correspondante. Il est intéressant de comprendre le fondement bayésien des structures d’information et en particulier comment se construit la hierarchie des croyances relatives aux paramètres du jeu. Les jeux répétés nous fourniront une occasion pour voir l’utilisation stratégique de l’information dans les jeux dynamiques. Ce cours s’adresse à des élèves ayant déjà reçu une introduction à la théorie des jeux.

La forme extensive-Mémoire et stratégies. Rationalité séquentielle. Equilibre bayésien parfait faible. Equilibre séquentiel.Jeux à information incomplète-Structures d’information. Modèle général. Modèle d’Harsanyi. Equilibre Bayesien.Les fondements de l'information incomplète-Modèles de hiérarchie des croyances.Jeux répétés à information incomplète-Jeux à deux joueurs à somme nulle. Résultats Aumann-Maschler.

Modalités d'évaluation
écrit

Période : Automne
Nombre d'heures : 14
Crédits ECTS : 3
École : École Nationale de la Statistique et de l'Administration Économique
Dernière mise à jour : mercredi 29 juillet 2009

héorie spectrale des opérateurs autoadjoints et applications aux guides optiqu

Nous introduirons dans ce cours les principales notions mathématiques relatives à l'étude du spectre d'un opérateur autoadjoint. Ce spectre peut comporter à la fois une partie continue et une partie discrète, formée de valeurs propres. Nous montrerons que le Principe du Min-Max permet d'accéder à des informations qualitatives et quantitatives très précises sur ces valeurs propres (résultats d'existence, encadrement). Tout au long du cours, nous montrerons comment cette théorie s'applique à l'étude des guides d'ondes. Nous nous intéresserons plus particulièrement à l'étude des guides dits ouverts, dont la fibre optique constitue un exemple important.

Théorie spectrale des opérateurs autoadjoints et applications aux guides optiques

Niveau requis
MA 102

Modalités d'évaluation
Contrôle écrit de 3h

Période : Automne
Nombre d'heures : 43
Crédits ECTS : 3
École : École Nationale Supérieure de Techniques Avancées
Dernière mise à jour : lundi 14 décembre 2009

Traitement du signal

Initialement appliqué aux télécommunications, le traitement du signal se retrouve à présent dans tous les domaines nécessitant d'analyser et transformer de l'information numérique. Le cours commence par une présentation du filtrage analogique et de la transmission par modulation d'amplitude. L'essentiel du traitement du signal étant devenu digital, la conversion analogique-digitale est étudiée avec la discrétisation des opérations de filtrage.

Les problèmes les plus difficiles du traitement du signal sont souvent liés au traitement de l'information. La modélisation stochastique joue un rôle particulièrement important, et l'application à la suppression de bruits est présentée. L'étude du traitement de la parole est l'occasion d'aller au-delà de la transformée de Fourier, en introduisant des transformées localisées en temps-fréquence. La formalisation de la notion d'information est faite au travers du concept d'entropie, lié au codage. Le cours se termine par une application à la compression de signaux et d'images.

Ce cours accepte un maximum de 80 élèves

Période : Automne
Nombre d'heures : 36
Crédits ECTS : 4
École : École Polytechnique
Dernière mise à jour : lundi 12 mars 2012

Transport et diffusion

Ce cours organisé conjointement par les départements de Mathématiques Appliquées et Mathématiques est aussi référencé MAT567.

Le but de ce cours est de présenter des modèles de transport et de diffusion de particules que l'on retrouve dans de nombreux domaines d'applications pertinents sur le plan énergétique. Par exemple, le mécanisme de réaction en chaine dans les réacteurs nucléaires, l'effet de serre en climatologie, le transfert radiatif en thermique ou en astrophysique, certains modèles de dynamique des populations structurées en biologie relèvent de cette thématique. Après une présentation mathématique de ces modèles, on montrera que la diffusion est la limite du transport dans un régime fortement collisionnel, et on expliquera la notion de masse ou de taille critique. On introduira des méthodes de résolution numérique de type différences finies et Monte-Carlo.

Ce cours peut accepter un maximum de 60 élèves.

Niveau requis
Un des 4 cours suivants :
MAP411 Modélisation mathématique,
MAP431 Analyse numérique et optimisation,

MAT431 Distributions, Analyse de Fourier et Systèmes dynamiques,
MAT432 Analyse de Fourier et Théorie spectrale.

Modalités d'évaluation
Examen écrit final

Période : Printemps
Nombre d'heures : 36
Crédits ECTS : 4
École : École Polytechnique
Dernière mise à jour : lundi 12 mars 2012

Un cours sur l'homogénéisation

x

x

Période : Hiver & Printemps
Crédits ECTS : 3
École : École Polytechnique
Dernière mise à jour : mardi 07 février 2012

Un monde chaotique

Contexte
Les idées et les applications des systèmes non linéaires, quelquefois chaotiques, se sont répandues dans plusieurs disciplines et ont donné un caractère universel à cette grille nouvelle de lecture de l'Univers. L'impact de cette dernière sur un grand nombre de disciplines est considérable. Qu'il s'agisse de défrichage

ou d'études détaillées, il n'est guère de science fondamentale ou appliquée qui reste étrangère aux outils et aux idées des systèmes non linéaires : physique (astrophysique, physique quantique, électromagnétisme, mécanique, ?), chimie, biologie, médecine, économie, sciences de l'ingénieur font partie des sciences concernées.
Il est remarquable que des systèmes structurellement simples puissent exhiber une profusion de comportements compliqués et que, réciproquement, le comportement de systèmes complexes puisse être décrit avec une simplicité inattendue. L'identification et la description de l'évolution d'un système donné est à l'origine de recherches soutenues, de progrès importants et d'applications d'intérêt général élevé. L'essor de ce domaine est soutenu par la sagacité des théoriciens et les possibilités de calcul sans cesse accrues des ordinateurs, ou des réseaux d'ordinateurs.
Objectif pédagogique
Ce cours vise à faire connaître et à mettre au travail, à un niveau plutôt élémentaire, les concepts fondamentaux et quelques applications de la théorie des systèmes dynamiques non-linéaires. L'ensemble aboutit naturellement au chaos et aux phénomènes associés en faisant émerger, au passage, un grand nombre de concepts unificateurs et transdisciplinaires : chaos, bifurcations, fractales, attracteurs, stabilité, espace des phases, sensibilité aux conditions initiales, contrôle et prédiction etc. Il sera ainsi possible de préciser la dynamique qualitative d'un système qui se prête mal à l'analyse quantitative détaillée.
Objectif de formation
Il s'agit d'être capable, en situation, d'identifier la structure d'un système, au-delà des diversités de ses réalisations ; par exemple reconnaître que les équations régissant tel laser et tel écoulement hydrodynamique sont identiques et tout à fait générales ; toute expérimentation sur un système est dès lors " traduisible " en termes de l'autre, ce qui ouvre la possibilité de choisir l'expérimentation physique la plus simple à réaliser. La structure identifiée, il s'agira aussi et surtout de savoir choisir et de savoir utiliser les outils méthodologiques généraux permettant l'étude pratique de ce système.
Quelques autres mots-clés (en vrac) :
Chaos et cosmos, perte de prédictibilité, dimensions non entières, oscillateurs, perturbations, continu et discret, climat, solitons, espace des phases, sections de Poincaré, entropies, automates cellulaires, populations, épidémiologie, déterminisme, crises, universalité, aperçus épistémologiques, transitions de phase ?,

Séances 1 et 2 : Quelques exemples élémentaires
Du linéaire au non linéaire, de la stabilité à l'instabilité.
Premiers exemples : pendules, proies et prédateurs, cinétiques.
Séance 3 et 4 : Généralisations, concepts opérationnels
Sections de Poincaré, attracteurs réguliers ou étranges, dimensions, bifurcations et codimensions, autosimilarité, fractales.
Séance 5 : Présentation de cas
Présentation de projets : par exemple croissance, système mécanique, réseaux de neurones, épidémiologie, astrophysique, solitons, circuits électriques, ? Présentation de réalisations antérieures d'étudiants.
Séance 6 et 7 : Travaux personnels encadrés
TD devant ordinateurs (voir plus bas) : préparation (encadrée) du travail personnel.
Séance 8 : Outils méthodologiques généraux
Méthodes mathématiques d'analyse.
Séances 9 et 10 : Mises en commun et discussions
Présentation des travaux. Bilans.

Niveau requis
Cours de niveau CPGE. Rudiments de calcul scientifique

Modalités d'évaluation
Dix séances de trois heures chacune : Six séances de cours, deux séances de TD et deux séances de présentation de travaux personnels encadrés.

Période : Automne
Crédits ECTS : 3
École : École des Ponts ParisTech
Dernière mise à jour : mercredi 02 novembre 2011

Une introduction aux modéles mathématiques pour l'écologie

Ce cours est divisé en deux parties : la première traite des modèles basés sur des équations différentielles tandis que la seconde traite des modèles basés sur des chaînes de Markov. Enfin, on montre les liens entre l'approche déterministe de la première partie et l'approche stochastique de la seconde. Du point de vue mathématique, nous introduisons la théorie qualitative des systèmes dynamiques et les chaînes de Markov à temps et à espace discrets, ainsi les bases de la modélisation. Les élèves ne sont censés connaître ni la théorie des systèmes dynamiques ni celle des chaînes de Markov au départ, mais seulement savoir ce qu'est une équation différentielle ordinaire et avoir les notions de base de la théorie des probabilités acquises par exemple à l'issue du cours MAP311.

Numerus Clausus : 60 élèves maxi

Niveau requis
MAP311

Période : Automne
Nombre d'heures : 36
Crédits ECTS : 4
École : École Polytechnique
Dernière mise à jour : lundi 12 mars 2012

Voyage de département IMI

Rencontre avec des chercheurs en milieu industriel dans le cadre de visites et présentations ; l'accent est mis sur la modélisation et la simulation de phénomènes physiques. Les métiers visés vont de chercheur à chef de projets. La dominante reste la mathématisation des phénomènes physiques (analyse numérique, algorithmes, validation sur des exemples réels, analyse de résultats).

Conférences et visites sur le site du laser Mégajoule et de l'INRIA, rencontre avec des chercheurs et des industriels ; rencontre avec des acteurs économiques régionaux : enjeux, financements ?

Niveau requis
Formation minimale en mathématiques

Modalités d'évaluation
8 demi-journées sur une semaine bloquée. A base de conférences et visites.

Période : Automne
Crédits ECTS : 2
École : École des Ponts ParisTech
Dernière mise à jour : lundi 29 août 2011