Catalogue des cours sélectionnés

1 : Aléatoire
2 : Analyse
3 : Analyse Nonlinéaire
4 : Analyse Numérique et Matlab
5 : Analyse numérique et optimisation
6 : Analyse réelle et complexe
7 : Analyse spectrale
8 : Apprentissage statistique
9 : Asset Pricing in the Derivatives Market
10 : ATHENS - MP18 - Geointelligence for Natural Resources Evaluation and Sustainable Management
11 : Automatique : Dynamique et contrôle des systèmes
12 : Calcul scientifique
13 : Calcul scientifique : une introduction
14 : Calcul stochastique pour la finance
15 : Chaînes de Markov et martingales en temps discrets
16 : Chaînes de Markov [V1A]
17 : Chimiométrie
18 : Commande optimale
19 : Compléments d'économétrie
20 : Cryptographie et théorie des nombres
21 : Distributions et applications
22 : Econometrics : Intermediate Econometrics
23 : Econométrie 1
24 : Economie et gestion de l'entreprise, option finance
25 : Ecoulements rampants et laminaires [V3D]
26 : Electromagnétisme et Acoustique dans l'industrie aéronautique et automobile : de la modélisation au calcul haute performance
27 : Equation de Schrödinger non linéaire : des condensats de Bose Einstein aux supersolides
28 : Equations différentielles ordinaires et modèles de population
29 : Fondements mathématiques des probabilités
30 : Géostatistique
31 : Geostatistiques
32 : Groupe de statistique appliquée
33 : Groupe fondamental, revêtements et théorie des nœuds
34 : Ingénierie des incertitudes en mécanique
35 : Ingénierie du trafic
36 : Ingénierie du trafic - 2
37 : Introduction à la discrétisation des équations aux dérivées partielles
38 : Introduction aux méthodes statistiques
39 : Maillages et applications

40 : Mathématique appliquée : statistique
41 : Mathématiques 3 - Fonctions d'une variable complexe
42 : Mathématiques appliquées
43 : Mathématiques des modèles multi-échelles
44 : Mathématiques et Signal
45 : Mathématiques financières
46 : Mathématiques pour l'image
47 : Méthode de Monte-Carlo en finance
48 : Méthode déterministe en finance
49 : Méthodes d'analyse des systèmes territoriaux
50 : Méthodes Mathématiques I
51 : Méthodes Mathématiques II
52 : Micro- informatique : logiciels scientifiques
53 : Modèles aléatoires en écologie et en évolution
54 : Modèles aléatoires, simulation et prévision
55 : Modèles de la courbe des taux d'intérêt
56 : Modèles stochastiques en finance
57 : Modélisation de la demande de transport, principes et application informatique
58 : Modélisation du hasard en biologie
59 : Modélisation et gestion durable des ressources naturelles
60 : Modélisation statistique pour l'évaluation et la gestion des risques
61 : Modéliser / programmer / simuler
62 : Modéliser l'Aléa
63 : Optimal design of structures (Conception optimale des structures)
64 : Optimisation
65 : Optimisation et contrôle
66 : Optimisation Quadratique
67 : Outils probabilistes pour la finance
68 : Probabilités (AST : Rattrapage)
69 : Probabilités et statistique
70 : Probability theory for financial economics
71 : Problèmes inverses
72 : Processus aléatoires avec sauts & applications en finance
73 : Programmation
74 : Programmation dynamique
75 : Projet personnel de Mathématiques Appliquées
76 : Projet Personnel de Mathématiques Appliquées
77 : Recherche opérationnelle
78 : Recherche opérationnelle : aspects mathématiques et applications
79 : Recherche opérationnelle: modélisation et utilisation logiciels
80 : Séries chronologiques
81 : Séries temporelles linéaires
82 : Simulation numérique et méthodes de changement d’échelle
83 : Simulation stochastique et méthodes de Monte-Carlo
84 : Stage d'informatique pour l'ingénieur - (AST)
85 : Statistique appliquée à la génétique et à la génomique
86 : Statistique numérique et analyse des données
87 : Statistiques appliquées
88 : Systèmes dynamiques
89 : Systèmes Linéaires et Signaux

90 : Techniques avancées de segmentation
91 : Théorie algébrique des nombres
92 : Théorie de la décision et théorie des jeux
93 : Théorie de la réassurance
94 : Théorie des jeux
95 : Topologie I
96 : Topologie II
97 : Transport et diffusion
98 : Un monde chaotique

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

L'objectif essentiel du cours est de compléter la formation mathématique des élèves de première année par une introduction aux méthodes permettant d'appréhender des modèles mathématiques faisant intervenir des équations aux dérivées partielles.

On présentera dans un premier temps certains outils fondamentaux de l'analyse (espaces de Banach, espaces de Hilbert, théorie de la mesure, distributions, espaces de Sobolev), que l'on mettra en ?uvre dans un second temps pour étudier divers modèles mathématiques issus des sciences de l'ingénieur (théorème de Lax-Milgram et application à l'étude d'équations aux dérivées partielles elliptiques linéaires). La dernière partie du cours portera sur la transformation de Fourier.

Modalités d'évaluation
Le cours, d'un volume total de 35 h, comprend deux volets. Les élèves pourront choisir entre deux options :
option 1 : le premier volet de 6 h est entièrement consacré à l'étude des espaces de Banach et de Hilbert ;
option 2 : le premier volet de 6 h comportera, outre des rappels sur les espaces de Banach et de Hilbert, une introduction à la théorie de la mesure.
L'option 1 est adaptée aux élèves qui n'ont jamais reçu d'enseignement sur les espaces de Banach et de Hilbert. L'option 2 est recommandée aux élèves qui envisagent pour les deuxième et troisième années un cursus comprenant une composante analyse ou probabilités (notamment mathématiques pour la finance).

Période : Automne
Nombre d'heures : 35
Crédits ECTS : 4
École : École des Ponts ParisTech
Dernière mise à jour : mardi 26 juillet 2011

Analyse Nonlinéaire

L'analyse des équations aux dérivées partielles a connu ces trente dernières années un essor considérable liée à l'apport de multiples domaines des mathématiques : la théorie des systèmes dynamiques, l'analyse harmonique, l'analyse fonctionnelle ou les méthodes variationnelles par exemple. La puissance de ces nouveaux outils permet de considérer des systèmes d'équations (souvent issus de la modélisation physique) de plus en plus complexes, et d'en décrire les solutions de plus en plus précisément.

Ce cours est dédié à un objet central dans l'étude des ondes non linéaires, pertinent dans de nombreuses situations physiques allant de la dynamique des fluides à l'astrophysique en passant par la physique des plasmas ou la physique des particules : le soliton ou onde solitaire. Cet objet exceptionnel découvert au début du vingtième siècle en mécanique des fluides est une onde qui se propage sans déformation ni atténuation dans un milieu non linéaire.

Le but du cours est de démontrer de manière auto-contenue le résultat de stabilité orbitale de l'onde solitaire obtenu par T. Cazenave et P.-L. Lions en 1983 pour l'équation de Schrödinger cubique en dimension deux. La démonstration de ce résultat nécessitera la mise en oeuvre de nombreux outils importants pour l'étude des équations aux dérivées partielles non linéaires, au coeur des techniques de l'analyse moderne.

Voici un plan indicatif du cours :

Cours 1. Analyse fonctionnelle: espaces Lp, espaces de Hilbert, convergence faible.
Cours 2. Espaces de Sobolev sur RN: définition, premières propriétés.
Cours 3. Inclusions de Sobolev, compacité, inégalités de Hardy et de Hardy-Littlewood-Sobolev.
Cours 4. Equation d'ondes linéaires sur RN: le phénomène de dispersion.
Cours 5. Estimations de Strichartz pour l'équation de Schrödinger linéaire.
Cours 6. Existence locale/globlale pour le problème non linéaire : notion d'espace critique.
Cours 7. Ondes solitaires: existence par la méthode variationnelle.
Cours 8. Le lemme de concentration compacité.
Cours 9. Stabilité orbitale du soliton.

References
[1] G. Allaire et P.-L. Lions : Analyse numéerique et optimisation, cours de l'Ecole Polytechnique.
[2] F. Bethuel : Méthodes géometriques et topologiques en EDP, Ecole Polytechnique.
[3] H. Brezis : Analyse fonctionnelle. Théorie et applications, Masson.
[4] T. Cazenave : Semilinear Schrodinger equations, Courant Lecture notes, NYU.
[5] R. Danchin : Notes de cours d'analyse fonctionnelle, http ://persomath.univmlv.fr/users/danchin.raphael/.
[6] R. Danchin : Cours d'analyse non lin eaire MAT 554 (ancienne version), http://persomath.univ-mlv.fr/users/danchin.raphael/.
[7] F. Golse : Distributions, analyse de Fourier, EDP. Cours de l'Ecole Polytechnique, MAT431.
[8] P. Raphael : Stability and blow up for the nonlinear Schrodinger equation, http://www.math.univ-toulouse.fr/ raphael
[9] Y. Martel et P. Raphael : Sur la dynamique des solitons: stabilite, collision et explosion.

Les techniques introduites dans ce cours sont centrales dans l'étude d'une large classe de problemes au coeur d'un domaine de recherche très actif. Voici quelques exemples d'EA :

* Concentration et explosion pour l'equation de Schrödinger.
* Transport non linéaire et minimiseurs de l'énergie: sur la stabilité des galaxies.
* Existence globale pour des équations non linéaires critiques.
* Existence et stabilité des multi-solitons pour l'équation des vagues dans un canal.
* Etude des poches de tourbillon pour les fluides parfaits incompressibles.
* Etude des solitons pour l'équation de Camassa-Holm.
* L'equation d'Euler incompressible.

Niveau requis
MAT431 : Le contenu de la partie "Distributions et Analyse de Fourier" du cours long de MAT431 "Distributions, Analyse de Fourier et Systèmes Dynamiques" est nécessaire pour suivre ce module.

Période : Automne
Nombre d'heures : 36
Crédits ECTS : 4
École : École Polytechnique
Dernière mise à jour : vendredi 23 septembre 2011

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 réelle et complexe

Ce cours constitue une initiation à l'analyse mathématique réelle et complexe, dont il présente quatre grandes thématiques :

- la théorie de la mesure et de l'intégration au sens de Lebesgue ;
- l'analyse de Fourier ;
- la théorie des espaces de Hilbert et les méthodes variationnelles ;
- la théorie des fonctions holomorphes (c'est-à-dire des fonctions d'une variable complexe qui sont dérivables au sens complexe).

L'ensemble du cours vise à fournir aux élèves un socle de compétences solide en analyse fonctionnelle, qui leur ouvrira l'accès à plusieurs domaines scientifiques : mathématiques fondamentales, mathématiques appliquées, mécanique, physique théorique, … Ce cours permet d'aborder avec profit tous les enseignements de mathématiques et de mathématiques appliquées de 2ième et 3ième année, notamment le module long MAT431, ou le module court MAT432, qui constituent le prolongement naturel de ce cours.

La théorie de la mesure et de l'intégration sert de fondation à diverses branches des mathématiques et des mathématiques appliquées. Elle est couramment utilisée dans les applications (par exemple en analyse numérique). Elle offre un cadre naturel à la théorie des probabilités telle qu'elle est présentée dans le cours de 2ième année de mathématiques appliquées (MAP 432) et elle sert aussi de fondement à la théorie de la mesure géométrique. Elle sera illustrée principalement à travers ses applications en analyse de Fourier et la construction de certains espaces de Hilbert. L'analyse de Fourier trouve elle aussi de nombreuses applications : résolution des équations aux dérivées partielles, traitement du signal (voir le cours de MAP 555),… La théorie des espaces de Hilbert, qui mélange analyse et géométrie, constitue une première approche de la théorie des opérateurs et de la théorie spectrale, c'est aussi un outil essentiel pour résoudre certains problèmes variationnels (voir par exemple le cours d'optimisation MAP 431) et les équations aux dérivées partielles (voir par exemple les cours de MAT431, MAT432 ou MAP 431) qui apparaissent en physique et en mécanique (équations de la chaleur, des ondes, de Schrödinger). La théorie des fonctions holomorphes trouve des applications variées aussi bien dans divers branches des mathématiques fondamentales (théorie des nombres, géométrie, surfaces minimales, ...) que dans des domaines appliqués (mécanique des fluides, …).

Les notions mathématiques étudiées dans ce cours seront motivées et illustrées par quelques applications : l'utilisation de l'analyse de Fourier pour décrire le phénomène de diffraction en optique, l'utilisation de la théorie des espaces de Hilbert en mécanique quantique, l'utilisation des fonctions holomorphes en

mécanique des fluides (aérodynamique) ou dans l'étude géométrique des surfaces minimales, ...

Cet enseignement ne fait appel à aucune connaissance mathématique particulière autre que celles figurant aux programmes des classes préparatoires. Un amphi sera néanmoins consacré aux compléments de topologie (topologie des espaces vectoriels normés et des espaces métriques) qui sont indispensables en vue de l'étude de la théorie de l'intégration au sens de Lebesgue et de l'étude des espaces de Hilbert.

Période : Printemps
Nombre d'heures : 36
Crédits ECTS : 5
École : École Polytechnique
Dernière mise à jour : jeudi 21 juillet 2011

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

Apprentissage statistique

L'objectif de ce cours est de fournir aux étudiants les principes de l'apprentissage statistique et de les illustrer par des applications pratiques

Contenu
Introduction à l'apprentissage statistique
Définitions. Exemples d'applications.
Exemples académiques de prévision et de classification.
Éléments de théorie de l'apprentissage : fonction de régression, classifieur de Bayes, dilemme biais-variance, dimension de Vapnik-Cervonenkis, méthodologies de sélection de modèles.
Régression linaire
Méthodes des moindres carrés. Estimation de l'erreur de généralisation : statistique PRESS.
Sélection de variables : orthogonalisation de Gram-Schmidt, méthode de la variable sonde. Applications.
Réseaux de neurones
Définition. Approximation parcimonieuse.
Apprentissage.
Sélection de modèles. Application à la prédiction du stress oxydatif.
Classification
Principes de la classification automatique.
Perceptron, séparabilité linéaire, hyperplan séparateur optimal
Machines à vecteurs supports et méthodes de classification à noyaux
Application à la reconnaissance automatique des codes postaux

Niveau requis
Statistiques (cf. Statistique Appliquée), algèbre linéaire, analyse.

Modalités d'évaluation

Examen oral

Période : Hiver & Printemps
Nombre d'heures : 11
Crédits ECTS : 1
École : École Supérieure de Physique et de Chimie Industrielles de la Ville de Paris
Dernière mise à jour : vendredi 08 avril 2011

Asset Pricing in the Derivatives Market

Derivative products are an important way for the investors to protect themselves against market risks in the future. The stochastic calculus has enabled the development of this industry. In this course, we will describe the financial products and the methods used by the market to price and hedge them. First, we explain the main concepts of option pricing in the simple framework of discrete-time financial markets and finite probability spaces. Next, after introducing the necessary tools of stochastic calculus, we review the Black-Scholes option pricing theory and the basics of optimal asset allocation in continuous time.

List of topics :
1. Discrete-time financial markets: no-arbitrage, market completeness; optimal portfolio choice.
2. The Cox-Ross-Rubinstein model (binomial tree) and its continuous-time limit.
3. Brownian motion, stochastic integration with respect to Brownian motion and Itô's formula.
4. Continuous-time financial markets and the Black-Scholes model.
5. Optimal asset allocation in continuous-time financial markets; Merton's portfolio problem.

References:
Peter Tankov, Nizar Touzi, "No-arbitrage theory for derivatives pricing", poly Ecole Polytechnique
Darrel Duffie, "Dynamic asset pricing theory", Princeton University Press (2001)

Only PA QEF

Modalités d'évaluation
Un examen écrit.

Période : Printemps
Nombre d'heures : 36
Crédits ECTS : 4
École : École Polytechnique
Dernière mise à jour : vendredi 23 mars 2012

- MP18 - Geointelligence for Natural Resources Evaluation and Sustainable Ma

Objectifs: This course provides an introduction to the problems of knowledge extraction and multi-criterion decisions based on available satellite imagery, digital maps and open sources on the net (with an emphasis on data gathered with virtual globes : Google Earth, ...). It is particularly focused on practical applications to the sustainable management of renewable natural resources and their political, environmental and economic evaluation (oil & gas and mining investments, water resources, agri-business and environmental problems). Based on a real oil exploration case in Chad with strong political, economic and environmental issues, the course offers a mix of teaching sessions (offering basics on the various techniques involved), presentations of the case by thematic experts (petroleum geologist, cartographer, geographer, journalist, banker, lender, environmental risk expert, NGO representative...) and labs (practical) including hands-on initiation to remote sensing, data integration techniques, resource economic evaluation, environmental accounting and multicriteria mediated decisions. The course is given in English.The course has various goals :· First, to open the minds of participants to the many facets of geospatial data (with a particular focus on earth observation from space) and how to use them in decision processes using the wealth of information available on the web ;· Second, to develop a practical experience in ways of extracting useful knowledge regarding natural resources management using on-line software collaborative techniques;· Last, to understand the complexity of resources evaluation and project decisions and the mediation of different views using multicriteria decision analysis, especially in decisions where there is no "easy" solution to balance opinions and conflicts between different socio-economical actors (oil companies, governments, financial institutions, NGOs, local citizens).Course website: http://www.geosint.com/index.php

Programme: Technical lectures : Principles of economic geointelligence - Open source and geospatial information on the net - Remote sensing - Geographic Information management - Petroleum geology and geophysics - From oil finds to full cycle economics - Environmental and pipeline risks - multicriterion decision analysisCase study lectures : Chad and its neighbours - The Exxon-Chad project - The Chinese oil projects - Future development scenario - Environmental risk and local hydrology - The Darfur crisis contextCase study: Students will have two days of sessions on processing data and solving a practical case in the sustainable development of new oil fields. They will have access to the case history, satellite imagery and a complete geospatial data base. They will have professional software (training versions) for data management and combination and for multi-criterion decision analysis. Students will be organized in project teams, each team providing analysis for one party (western oil company; Chinese oil company; local governments; World Bank; NGOs; ...). At the end during a mediation session, each team will propose its analysis for various development scenarios.All the teaching material in English is stored on a Web site available ten days before the course.

Niveau requis
Basics in statistics. Previous knowledge of statistical decision analysis and basic project economics is appreciated but not required.

Modalités d'évaluation
The students are offered a 3 weeks period for finalizing the writing of a short report based on the practical sessions. Notation will be based on course participation, report content and level of understanding of the subject.

Période : Printemps
Nombre d'heures : 37
Crédits ECTS : 2
École : MINES ParisTech

Dernière mise à jour : vendredi 01 mars 2013

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

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

Calcul stochastique pour la finance

L’objectif de ce cours est de présenter les concepts mathématiques utilisés pour la modélisation et la valorisation des produits dérivés en finance. La présentation du cours sera mathématiquement rigoureuse, mais certains résultats de calcul stochastique seront admis, pour être démontrés plus tard dans le cours de calcul stochastique de 3ème année. Après l’obtention d’une définition mathématique de la notion d’arbitrage sur un marché financier, nous étudierons les modèles discrets par arbre d’évolution d’actif, qui donnent de bonnes intuitions pour l’études des modèles en temps continus. A l’aide de la théorie du calcul stochastique, nous présenterons enfin la valorisation d’actifs dans le cadre du modèle de Black & Scholes. Il est conseillé de suivre le cours d' Introduction aux processus pour mieux assimiler les notions de calcul stochastique et de suivre en parallèle le cours de simulation.

Evaluation dans les marché financiers - Portefeuille autofinançant. Absence d’opportunité d’arbitrage. Probabilité risque neutre.Pricing par arbre - Arbre binomial et multinomial. Construction de la probabilité risque neutre.Calcul stochastique - Mouvement Brownien. Filtration, martingale. Intégrale stochastique par rapport au mouvement Brownien. Formule d’Ito. Equation Différentielle Stochastique.Modèle de Black & Scholes - Valorisation d’options : formule de Black & Scholes ; pricing par EDP : formule de Fenman-Kac ; Portefeuilles de couverture et sensibilités (Les Grecques).Calcul numérique de prix d’options - Méthodes de Monte Carlo et discrétisation d’EDP.

Modalités d'évaluation
écrit

Période : Printemps
Nombre d'heures : 26
Crédits ECTS : 2
École : École Nationale de la Statistique et de l'Administration Économique
Dernière mise à jour : mardi 06 octobre 2009

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

Chimiométrie

Le cours a pour objectif l'acquisition des outils chimiométriques nécessaires à la construction rationnelle d'expériences et permettant une exploitation optimale des résultats. Une attention particulière est apportée aux relations entre les conclusions statistiques, leur interprétation physico-chimique et les conséquences pratiques qui en découlent.

Contenu
ANOVA (Analyse de la Variance) à un facteur contrôlé
Principe et utilité

Tests statistiques
Tableau d'ANOVA et interprétation
Etudes de cas
La régression linéaire
Principe et utilité
Statistiques de la régression
Hyperboles de confiance et de prédiction
Adéquation du modèle
Etudes de cas
Les plans d'expériences
Principe et utilité
Plans factoriels 2n
Significativité des effets
Plans factoriels fractionnaires 2n-p et de criblagePlans pour surface de réponse

Niveau requis
Cours de Statistiques Appliquées

Modalités d'évaluation
Examen écrit d'une durée d'une heure et demie.

Période : Hiver & Printemps
Nombre d'heures : 11
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

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

Compléments d'économétrie

Période : Automne
Nombre d'heures : 54
Crédits ECTS : 1
École : École Nationale de la Statistique et de l'Administration Économique
Dernière mise à jour : mardi 28 juillet 2009

Cryptographie et théorie des nombres

Objectifs: La première partie est une introduction à la cryptographie moderne et ses liens avec la théorie des nombres et la complexité. Après une description opératoire du système RSA, le système à clé publique le plus utilisé, nous présentons ses points caractéristiques : difficulté de factorisation, primalité, fonction à sens unique. L'étude et la compréhension de ces divers points nécessitent la connaissance de certains résultats et notions en théorie des nombres (densité et caractérisation des nombres premiers, exponentielle modulaire,...) et en complexité (classes P, NP, RP,...). La seconde partie sera une introduction à la cryptographie quantique précédée de quelques rappels de mécanique quantique. Dans la présentation nous mettrons surtout l'accent sur les motivations pratiques et fondamentales des notions et concepts présentés. A chaque fois nous partirons d'exemples précis. Les démonstrations ne seront introduites que pour leur aspect pédagogique. Les développements abstraits seront réduits au strict nécessaire.Evolution du cours : Il s'agit de la nouvelle version de l'ES intitulé "mathématiques discrètes" qui vient de changer de nom et aussi en partie de contenu. Suites aux commentaires des élèves, les modifications suivantes ont été apportées pour le cours d'automne 2008 :On abandonne la partie systèmes dynamiques pour se recentrer sur la cryptographie avec un seul enseignant.Cela dégage de la place pour présenter de façon plus détaillée la cryptographie quantique avec les rappels nécessaires de mécaniques quantiques (définition et manipulation de qubits).Cela donne aussi du temps pour rajouter des TD.

Programme: Le programme modifié :Cryptographie et complexité : exponentielle modulaire et protocole de Diffie-Hellman, signature et DSS, systèmes RSA, test de primalité de Miller-Rabin et les classes de complexité P, RP, et NP.Théorie des nombres: rappel d'arithmétique (pgcd, fonction d'Euler, petit théorème de Fermat, théorème chinois, élément primitif et théorème de Lucas), fonction génératrice, fonction zéta et

produit Eulerien répartition de nombres premiers et théorème de la progression arithmétique.Cryptographie quantique: rappel de mécanique quantique (systèmes à n états, n-qubits, mesure et collapse du paquet d'onde, inégalité de Bell et intrication), le protocole BB84, la télé-portation et le codage dense.

Niveau requis
-

Modalités d'évaluation
Le contrôle des connaissances repose sur un examen écrit de deux heures qui reprend les exemples traités en travaux dirigés.

Période : Automne
Nombre d'heures : 22
Crédits ECTS : 2
École : MINES ParisTech
Dernière mise à jour : samedi 11 décembre 2010

Distributions et applications

Objectifs: Présenter la théorie des distributions et la transformée de Fourier, dans l'optique d'une expression rigoureuse de certaines formules de la physique : formules de Green et de Stokes, conditions de Rankine-Hugoniot. Nous souhaitons aussi aboutir à la notion de solution élémentaire pour certaines équations de la physique mathématique : équation des ondes, équation de la chaleur, équation de Poisson. Nous présenterons aussi des applications récentes des distributions à des problèmes physiques. Pour cela, la théorie classique des distributions, des distributions tempérées, des distributions à support compact sera abordée sous l'aspect dualité. Nous utiliserons la transformée de Fourier de fonctions L1 pour généraliser aux distributions tempérées la notion de transformée de Fourier.

Programme: Définition des distributions. Espaces de distributions. Transformée de Fourier. Convolution. Applications à des équations de la physique mathématique : formule des sauts, équation de Poisson, formule de Stokes, équations des ondes et de la chaleur, équations d'Euler.

Modalités d'évaluation
L'examen se divise en deux parties : un examen écrit au milieu du cours, et un oral à la fin du cours. La note est bonifiée par un exposé sur une partie du cours par groupes.

Période : Automne
Nombre d'heures : 26
Crédits ECTS : 2
École : MINES ParisTech
Dernière mise à jour : mercredi 09 novembre 2011

Econometrics : Intermediate Econometrics

This course sets out to introduce students to the main econometrical methods used for that purpose (linear regression, instrumental variables, simultaneous equations, panel data, dichotomous variables and audits and evaluation methods). Concrete examples (estimates of production functions, wage equations, money demand and assessment of employment policies) feature prominently on the course.

Economics is a discipline that, without being an experimental science, has been built up on observation of the facts and tests the accuracy of its theoretical concepts against empirical facts. Indeed, the ability to process large data sets into meaningful statistics is a much sought-after skill in the professions with a significant economic, para-economic or financial component.

Syllabus:
1.The linear regression model (Ordinary least squares)
2.Hypothesis testing in the linear regression model; generalized least squares
3.Endogeneity: definition and examples
4.Instrumental variables
5.The panel linear model with fixed effects
6.Qualitative models: logit and probit models
7.Other qualitative models: ordered probit , multinomial logit, etc.
8.Tobit model: the selection bias
9.Evaluation methods

References:
- Angrist J. et Pischke J.-S., 2008, Mostly Harmless Econometrics: An Empiricist's Companion. Princeton University Press.
- Cameron A. C. et Trivedi P., 2005, Microeconometrics: Methods And Applications. Cambridge University Press
- Greene W. H., 2008, Econometric Analysis. Pearson Education, 6th International Edition.
- Wooldridge J. M., 2008, Introductory Econometrics. South-Western, Div of Thomson Learning.

Course taught in English

Période : Automne
Nombre d'heures : 36
Crédits ECTS : 4
École : École Polytechnique
Dernière mise à jour : mercredi 30 novembre 2011

Econométrie 1

Le cours s’attache à étudier les propriétés des modèles de régression, et à les mettre en relation avec les modèles économiques. Il

s’agit tout d’abord d’étudier l’estimateur des MCO, à distance finie et asymptotiquement. Puis quelques prolongements du modèle standard sont envisagés, via les problèmes d’hétéroscédasticité et d’endogénéité.

Modalités d'évaluation
écrit+CC

Période : Automne
Nombre d'heures : 46
Crédits ECTS : 4
École : École Nationale de la Statistique et de l'Administration Économique
Dernière mise à jour : lundi 28 septembre 2009

Economie et gestion de l'entreprise, option finance

Cours de 3ème Année - Economie et gestion de l'entreprise, option finance

3 parties avec ressources pédagogiques :

- Le mouvement Brownien, une fractale aléatoire
- Une approche simplifiée du lemme de Itô
- Le modèle de Black and Scholes

Période : Hiver & Printemps
École : AgroParisTech
Dernière mise à jour : mardi 25 janvier 2011

Ecoulements rampants et laminaires [V3D]

Les écoulements aux faibles nombres de Reynolds sont caractérisés par la prédominance des effets visqueux sur ceux de l'inertie. L'objet de ce cours est d'étudier les équations et les propriétés qui régissent de tels écoulements. En particulier seront abordés le cas du problème de Stokes, les milieux poreux et la lubrification.

Ecoulements rampants et laminaires [V3D]

Niveau requis

MF101

Modalités d'évaluation
Examen écritAutorisé: polycopié distribué en début de coursNon autorisés: textes et corrigés de petites classes, notes personnelles, livres et manuels

Période : Automne
Nombre d'heures : 24
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

on de Schrödinger non linéaire : des condensats de Bose Einstein aux supers

Le but de ce cours est de montrer comment l'étude d'un même modèle mathématique peut apporter des informations pertinentes pour des phénomènes aussi variés que la physique de la matière condensée, l'optique non linéaire, la mécanique ou les phénomènes d'invasion biologiques.

Nous introduirons certains outils d'analyse mathématique non linéaire: calcul des variations, analyse spectrale, théorie des perturbations, étude d'ondes progressives, principe du maximum, théorie des fonctions holomorphes. Nous nous intéresserons tout particulièrement au cas des fluides quantiques (condensats de Bose Einstein) pour lesquels nous décrirons quelques expériences récentes portant sur l'observation de tourbillons quantiques.

Le niveau de ce cours est introductif et ne nécessite aucun prérequis particulier. Il est destiné aussi bien à des étudiants venant d'autres disciplines et souhaitant apprendre un peu de mathématiques, qu'à des gens souhaitant compléter leur connaissance des équations aux dérivées partielles, grâce aux nombreuses pistes d'approfondissement qu'ouvre ce cours. Le polycopié a été rédigé en collaboration avec Jean Dalibard (Physique) et Christophe Josserand (Mécanique). Jean Dalibard interviendra dans ce cours.

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

Equations différentielles ordinaires et modèles de population

Ce cours présente les modèles déterministes de populations sans exiger un niveau de mathématiques important.

Après un rappel sur la dérivation d'une fonction, le cours aborde les équations différentielles ordinaires et leur résolution par l'analyse, les méthodes graphiques et les approximations numériques. Ces méthodes sont ensuite appliquées au modèle logisitique et au modèle de Lotke-Volterra

Période : Hiver & Printemps
Nombre d'heures : 8
École : AgroParisTech
Dernière mise à jour : vendredi 10 décembre 2010

Fondements mathématiques des probabilités

Ce cours introduit les bases mathématiques de la théorie des probabilités : la théorie de la mesure et celle de l’intégration au sens de Lebesgue.

THEORIE DE LA MESURETribus et parties d'un ensemble - Définition. Tribu engendrée, tribu image réciproque, produit d’espaces mesurables.Mesure, espace mesuré - Définitions, propriétés élémentaires, caractérisation d’une mesure finie. Prolongement d'une mesure et applications - Théorème de prolongement, mesure extérieure, mesure de Borel, ensembles négligeables, tribu et mesure complétée, tribu et mesure de Lebesgue, produit fini d’une famille d’espaces mesurés.Applications mesurables - Définition, fonctions boréliennes, exemples, propriétés, transport d’une mesure, mesure image, fonctions étagées sur un espace mesurable: définition et théorème d’approximation.Théorie de la mesure et probabilitésINTEGRATIONIntégration des fonctions mesurables positives - Intégrale d’une fonction étagée, d’une fonction mesurable, propriétés, théorème de la convergence monotone (Beppo-Lévi), lemme de Fatou, mesures à densité, théorème de changement de variable, théorème de Fubini-Tonelli. Intégration des fonctions quelconques - Intégrale d’une fonction quelconque, espaces L^p, propriétés, théorème de la convergence dominée, applications(continuité et dérivation sous le signe somme), théorème de Fubini, convolutionEspérance et moments en probabilitésCOMPLEMENTSEspaces L^p - Définitions, propriétés, inégalités de Holder et Minkowski, dualité.Transformée de Fourier

Modalités d'évaluation
écrit+CC

Période : Automne
Nombre d'heures : 40
Crédits ECTS : 3
École : École Nationale de la Statistique et de l'Administration Économique
Dernière mise à jour : mercredi 29 juillet 2009

Géostatistique

Objectifs: Ce cours vise à donner les éléments de base pour la modélisation mathématique de phénomènes régionalisés par des méthodes probabilistes. Il fournit également une première introduction à la géostatistique.

Programme: Le cours est basé sur trois modèles prototypes stochastiques spatiaux, à savoir les processus de Poisson, les schémas booléens et les fonctions aléatoires gaussiennes. Il s'organise de la manière suivante:• Une introduction globale présente les objectifs du cours. Elle est suivie par une introduction aux bases de la simulation de variables aléatoires.• Trois séances (d'une demi-journée) sont consacrées à l'étude d'ensembles aléatoires (points, droites, objets), en particulier à leurs propriétés géométriques et à leur simulation.• Deux séances s'appuyent sur le modèle des fonctions aléatoires gaussiennes et s'intéressent notamment à la géométrie des ensembles aléatoires obtenus par seuillage, aux grandeurs spécifiques associées, ainsi qu'aux techniques de régression spatiale (krigeage). Une séance est consacrée aux propriétés de cohérence lorsque le phénomène régionalisé est étudié à des échelles différentes (changement de support).• Les deux dernières séances sont consacrées aux simulations de fonctions aléatoires gaussiennes (non-conditionnelles ou bien sous contraintes) et aux fluctuations statistiques des réalisations.Le cours, constitué pour moitié par des enseignements théoriques, comprend également des séances d'exercices et de travaux pratiques avec le logiciel domaine public R (www.r-project.org).

Niveau requis
Le cours de Probabilités de MINES ParisTech, ou équivalent.

Modalités d'évaluation
Examen écrit.

Période : Automne
Nombre d'heures : 37
Crédits ECTS : 3
École : MINES ParisTech
Dernière mise à jour : vendredi 27 juillet 2012

Geostatistiques

S'initier à l'analyse exploratoires de données spatiales. Dominer les concepts, le champ et les limites d'application des principaux modèles probabilistes spatiaux. Etre capable de raisonner un plan d'échantillonnage spatial. Sinitier à un outil permettant de mettre en oeuvre ces différentes méthodes et de les développer.

L'enseignement comprend trois parties :* Une approche de l'analyse exploratoire de données spatialisées* Une initiation aux différentes méthodes de statistiques spatiales :o Géostatistiqueo Processus ponctuels spatiauxo Analyse de données sur Latticeso Mise en oeuvre de ces méthodes au travers d'un logiciel : R

Période : Printemps
Nombre d'heures : 28
Crédits ECTS : 3
École : AgroParisTech
Dernière mise à jour : vendredi 27 février 2009

Groupe de statistique appliquée

L'objectif de cet enseignement est de parfaire et de compléter la formation méthodologique des étudiants. Il s’agit donc de mettre en application, sur données réelles, les cours d’analyse de données, de statistiques, d’économétrie et / ou de séries temporelles. Dans un premier temps, les étudiants s’attacheront à identifier une problématique et décrire les données à leur disposition. Puis il s’agira de modéliser le problème, d’estimer les paramètres d’intérêt et de tester quelques hypothèses théoriques.   La pédagogie retenue est celle de travaux par petits groupes sous la direction d'un animateur. Chaque groupe d'étudiants doit, sur un thème et un fichier bien précis, mettre effectivement en oeuvre les techniques citées plus haut, et rédiger un mémoire synthétique présentant ses travaux et conclusions.   Le rôle de l'animateur est de guider les étudiants dans leur étude et de développer certains aspects ponctuels de la statistique mathématique. Enfin, cet animateur fait utiliser par les élèves différentes méthodes ou procédures d’un logiciel de statistique ou de mathématique (SAS, Stata, R, Gauss, Matlab).

Le plan est défini par l'encadrant et les élèves doivent le suivre en travaillant régulièrement. L'état d'avancement est présenté par les élèves courant mars par une note d'étape.

Modalités d'évaluation
mém.

Période : Printemps
Nombre d'heures : 20
Crédits ECTS : 6
École : École Nationale de la Statistique et de l'Administration Économique
Dernière mise à jour : mercredi 29 juillet 2009

Groupe fondamental, revêtements et théorie des nœuds

La théorie du groupe fondamental est l’un des premiers développements de la Topologie Algébrique. Cette théorie associe à tout espace topologique un groupe, son groupe fondamental, et à toute application continue entre espaces topologiques un homomorphisme entre leurs groupes fondamentaux.

Elle permet d’obtenir par des arguments algébriques des résultats de nature topologique, par exemple le théorème du point fixe de Brouwer. Un revêtement d’un espace est un “produit tordu” de cet espace par un espace discret. La théorie des revêtements est intimement reliée à celle du groupe fondamental : les revêtements d’un espace correspondent essentiellement aux sous-groupes du groupe fondamental de cet espace (il faut voir cette correspondance comme un analogue topologique de la correspondance de Galois de la théorie des corps).

Le coronidis loco du cours sera la théorie des noeuds : on mettra en oeuvre les théories précédentes pour étudier un invariant important d'un noeud, à savoir le groupe fondamental de son complémentaire.

Période : Printemps
Nombre d'heures : 36
Crédits ECTS : 5
École : École Polytechnique
Dernière mise à jour : vendredi 23 janvier 2009

Ingénierie des incertitudes en mécanique

La conception de systèmes de plus en plus complexes (ouvrages de génie civil, centrales nucléaires, engins spatiaux, etc.) conduit les ingénieurs à prendre en compte explicitement les incertitudes inhérentes à la modélisation, à la fabrication et aux aléas dus à l'environnement dans lequel va évoluer le système.
A la frontière entre différentes disciplines - probabilités, statistique, mécanique, simulation numérique - la mécanique probabiliste vise à prendre en compte de façon rigoureuse ces incertitudes. L'objectif de ce module est d'introduire la modélisation de l'incertain et les méthodes numériques associées à leur prise en compte dans la simulation numérique (calculs par éléments finis). Il a pour but, d'une part de familiariser les étudiants avec la culture " incertitudes " qui est à la base de maîtrise des risques industriels et de la conception dite " robuste ", d'autre part de leur donner les bases théoriques leur permettant de mettre en ?uvre ces concepts dans leur future vie professionnelle.
A l'issue du module, les élèves auront acquis une vision " non déterministe " de la modélisation en ingénierie mécanique, ainsi que les méthodes numériques permettant de mettre en ?uvre ces concepts. Le cours abordera successivement les problèmes d'analyse de distribution (estimation de la variabilité de la réponse d'un système mécanique due aux incertitudes dans les paramètres le décrivant, sensibilité à ces paramètres) et de l'analyse de fiabilité (estimation de la probabilité de défaillance d'une structure).

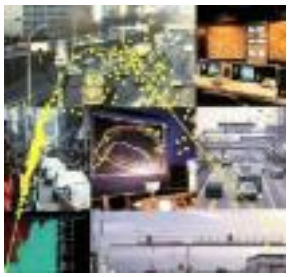
Après un rappel des notions élémentaires de probabilités et de statistique, le cours abordera les différentes étapes d'une étude d'incertitudes en simulation :
Définition du modèle mécanique et des critères associés / lien dimensionnement codifié (e.g. Eurocodes) - approche " incertitudes "
Construction d'un modèle probabiliste de données
Propagation des incertitudes
Ce dernier point occupera une place centrale dans le cours. On traitera successivement des méthodes d'analyse de distribution (simulation de Monte Carlo) et d'analyse de fiabilité (méthodes FORM/SORM, tirages d'importance). On abordera également la représentation spectrale par chaos polynomial et son application à l'ingénierie des incertitudes.

Modalités d'évaluation
Le cours se déroule sur 7 séances de 3 heures, dont une séance de travaux pratiques avec le logiciel PhimecaSoft.

Période : Automne

Crédits ECTS : 2
École : École des Ponts ParisTech
Dernière mise à jour : vendredi 14 octobre 2011

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.

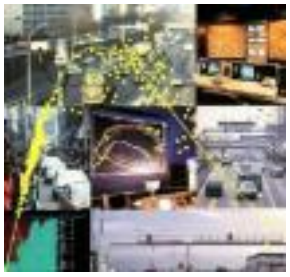
Le cours de 7 séances est structuré autour des chapitres suivants :
1.Variables microscopiques et macroscopiques du trafic. Distributions statistiques
2.Capteurs de mesure et nouvelles technologies des véhicules traceurs
3.Diagramme fondamental de la route. Capacité et niveaux de service des routes principales
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

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 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

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

Mathématique appliquée : statistique

Probabilité - Statistique

Période : Automne
Nombre d'heures : 25
Crédits ECTS : 2
École : AgroParisTech
Dernière mise à jour : jeudi 26 février 2009

Mathématiques 3 - Fonctions d'une variable complexe

Objectifs: Présenter dans un cadre moderne les propriétés de base des fonctions d'une variable complexe, dont les applications en mathématiques et dans les sciences physiques restent très importantes. Ce cours se déroule pour ceux qui le souhaitent sous forme d'une semaine bloquée à la montagne

Programme: Fonction holomorphe.Intégration sur un arc orienté ; primitives.Fonction multiforme ; branche.Séries de Taylor et zéros d'une fonction holomorphe.Homotopie des lacets ; théorème de Cauchy.Séries de Laurent ; singularités isolées.Théorème des résidus.

Niveau requis
Cours de mathématiques des classes préparatoires, et quelques éléments du cours de Mathématiques 1 (1121).

Modalités d'évaluation
Un examen écrit avec documents ayant lieu après la semaine d'enseignement.

Période : Automne

Nombre d'heures : 18
Crédits ECTS : 2
École : MINES ParisTech
Dernière mise à jour : jeudi 18 août 2011

Mathématiques appliquées

Objectifs généraux :
- Compléter et approfondir les connaissances acquises en première année dans les domaines d'application importants pour un
ingénieur agronome tels que le modèle linéaire et l'analyse en composantes principales (ACP).
- Servir de base à l'introduction, en
troisième année, de méthodes d'analyse plus sophistiquées.

Objectifs pédagogiques :
*Maîtriser le modèle linéaire,
*Maîtriser l'analyse en composantes principales (ACP).

La première partie du programme (12 séances de cours-TD + 3 séances de TD) porte sur le modèle linéaire :
- introduction à partir de différents exemples d'application (régression simple et multiple, analyse de la variance à un ou plusieurs facteurs, analyse de la covariance : 6 séances)
- théorie générale du modèle linéaire (estimation des paramètres, tests d'hypothèses, notion d'orthogonalité : 6 séances)
- TD en salles informatique sur le logiciel SAS (3 séances).

La seconde partie porte sur l'analyse en composantes principales (2 séances de cours-TD

Modalités d'évaluation
Le contrôle des connaissances se compose :
- d'un examen sous la forme de questions à réponse courte
- d'un travail personnel à faire par groupe de deux.
La note finale prend en compte les deux évaluations qui peuvent chacune aboutir à une note éliminatoire.

Période : Automne
Nombre d'heures : 27
Crédits ECTS : 3
École : AgroParisTech
Dernière mise à jour : jeudi 26 février 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 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

Méthode de Monte-Carlo en finance

Le but de ce cours est de donner aux étudiants une bonne maîtrise des méthodes de Monte Carlo telles qu'elles sont employées de façon quotidienne dans les salles de marché des banques. L'accent sera mis à la fois sur la compréhension théorique et sur l'implémentation pratique.

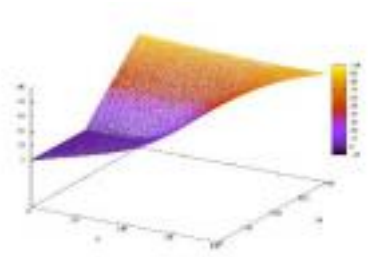
Partie I : méthodes de Monte Carlo pour le calcul d'intégrales : rappels de probabilités, techniques de réduction de variance, suites à discrépance faible, introduction aux méthodes de Monte Carlo pour les options américaines
Partie II : méthodes de Monte Carlo pour les processus aléatoires: discrétisation d'EDS, cas des options exotiques, réduction de variance dans les modèles de diffusion, simulation de modèles comportant des sauts.
Partie III : les méthodes de Monte Carlo vues par un professionnel de la modélisation : pricing d'un produit path-dependent complexe sur taux d'intérêt (modélisation, calcul et calibration)

Niveau requis
cours de Méthodes mathématiques pour la finance (ou équivalent).

Modalités d'évaluation
Petites classes et TPs informatiques

Période : Automne
Nombre d'heures : 42
Crédits ECTS : 4
École : École des Ponts ParisTech
Dernière mise à jour : mardi 26 juillet 2011

Méthode déterministe en finance



L'objectif du cours est de présenter comment diverses méthodes numériques déterministes peuvent s'appliquer à des problèmes en finance. On étudiera en particulier la méthode des différences finies, des éléments finis, et la résolution d'inéquations variationnelles. Des problèmes d'optimisation seront également abordés (calibration, optimisation de portefeuille), ainsi que des méthodes d'arbre. Le cours comportera plusieurs séances de travaux pratiques sur ordinateur. Suivant les séances, l'accent sera mis sur les aspects théoriques ou sur les aspects plus pratiques des méthodes numériques.

Introduction. Dérivation de l'équation de Black-Scholes. TP: volatilité implicite.
Propriétés théoriques des solutions de l'équation de Black-Scholes
Résolution par différences finies (1).
Résolution par différences finies (2).
Introduction aux méthodes de résolution par éléments finis.
Méthode des éléments finis. Applications en finance. TP sous FreeFEM.
Options américaines.
Résolution numérique des options américaines (1).
Résolution numérique des options américaines (2) / Méthodes d'arbre (1).
Méthodes d'arbre (2).
Problème de calibration : introduction théorique, méthodes numériques.
Optimisation de portefeuille. Equation d'Hamilton-Jacobi-Bellman, algorithme de Howard.
Estimations d'erreur a posteriori, méthodes adaptatives, application en finance.

Niveau requis
Module "Modéliser / programmer / simuler"

Modalités d'évaluation
13 séances de 3h + une séance supplémentaire (intervention d'un professionnel, soutenance des projets).

Période : Automne
Nombre d'heures : 42
Crédits ECTS : 4
École : École des Ponts ParisTech
Dernière mise à jour : mardi 30 août 2011

Méthodes d'analyse des systèmes territoriaux

Un territoire est un espace investi par une société, qui l'habite et s'y nourrit, qui s'y déplace, qui l'exploite et y mène diverses activités sociales et économiques. Le cours apporte des méthodes géographiques et technico-économiques pour analyser ces phénomènes, en traitant progressivement plusieurs grands thèmes : la démographie ; les problèmes d'approvisionnement et de distribution ; les activités socio-économiques ; le système d'établissements et les marchés foncier et immobilier ; le système de transport ; l'emprise écologique.
Les méthodes inculquées sont : l'observation des phénomènes au moyen de bases de données ; l'analyse de données spatiales et la cartographie avec un Système d'Information Géographique (SIG) ; la modélisation spatiale au niveau de zones, de relations entre zones, de réseaux ; la modélisation de la demande d'un bien, et notamment la demande d'approvisionnement, la demande de transport, et la demande foncière ; la modélisation d'impacts sociaux et environnementaux.
Des éléments d'analyse sont fournis systématiquement pour les phénomènes traités, sous la forme de rappels structurés.
Au terme du cours, l'élève dispose d'une compétence importante en analyse géographique, en diagnostic territorial et en prospective, ainsi qu'en modélisation et en conception..

1.Eléments d'analyse géographique. Découverte du SIG TransCad.
2.Usage du sol : population et habitation. Modèles démographiques.
3.Besoins locaux d'une population. Modèles de consommation et d'équipement.
4.Activités et relations socio-économiques. Analyse spatiale des sociétés.
5.Le transport: modélisation d'un réseau et de son usage.
6.Services de transports. Modélisation des transports collectifs. Analyse du service rendu.
7.Le réseau de transport comme équipement territorial. Analyse technico-économique.
8.Impacts écologiques : production et gestion des nuisances.
9.La firme et l'espace : logistique et localisation. Problèmes d'approvisionnement et de distribution.
10.Macroéconomie et territoire.
11.Microéconomie de la localisation.
12.Aspects sociaux.
13.Aménagement du territoire et développement durable.

Niveau requis
Introduction aux SIG (en journée pédagogique) ; un ou mieux deux modules VET ; modélisation et simulation.

Modalités d'évaluation
13 séances de 3h, chacune en deux parties (1) d'exposé magistral, (2) de travaux dirigés réalisés au moyen du logiciel TransCad, SIG orienté Transport et logistique.

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

Méthodes Mathématiques I

L'objectif du cours Méthodes Mathématiques est de présenter un certain nombre de méthodes mathématiques nécessaires à une bonne formation en physique et en chimie. Il ne s'agit pas de "recettes" à appliquer aveuglément, mais d'outils mathématiques dont il importe de bien maîtriser le maniement.La première partie du cours est consacrée à la théorie des fonctions holomorphes. L'approche de Cauchy - qui repose sur la notion d'intégrale le long d'un chemin dans le plan complexe - est très féconde et conduit en particulier à la méthode des résidus et à ses diverses applications.La deuxième partie du cours présente tout d'abord les rudiments de la théorie de l'intégration de Lebesgue, puis expose en détail les notions importantes de produit de convolution, de transformation de Fourier et de transformation de Laplace.La dernière partie du cours est consacrée à la théorie des distributions conçue par Laurent Schwartz vers 1944. Cette théorie est devenue un outil essentiel dans de nombreux domaines des mathématiques et de la physique (citons, à titre d'exemple, la théorie des équations aux dérivées partielles étudiée dans le cours de deuxième année).

Contenu
Fonctions holomorphes
Dérivée d'une fonction d'une variable complexe
Définition et propriétés
Intégration dans le plan complexe
Théorème des résidus et applications
Complément sur l'intégration et transformations intégrales
Notion de mesure et intégration de Lebesgue
Produit de convolution
Transformation de Fourier
Transformation de Laplace
Distributions
Définitions et propriétés générales
Dérivation
Produit de convolution
Transformation de Fourier
Préceptorat
Équations différentielles ordinaires
Fonctions analytiques
Fonctions analytiques
Transformées de Fourier et de Laplace
Distributions

Période : Automne
Nombre d'heures : 39
Crédits ECTS : 3
École : École Supérieure de Physique et de Chimie Industrielles de la Ville de Paris
Dernière mise à jour : jeudi 27 mai 2010

Méthodes Mathématiques II

Ce cours fait suite au cours Méthode Mathématiques de première année. La première partie du cours est consacrée à la théorie des probabilités. Après l'introduction des notions et des théorèmes fondamentaux, nous traiterons des lois de répartition de variables aléatoires ainsi que des théorèmes limites (loi des grands nombres, théorème central limite). La deuxième partie du cours est consacrée aux calculs des variations. Le problème central consiste à trouver la fonction y(x) qui minimise une fonctionnelle I[y(x)] donnée. Nous verrons comment ce problème conduit naturellement aux équations différentielles d'Euler-Lagrange. La mécanique classique nous fournira un grand nombre d'exemples (principe variationnel d'Hamilton, film de savon tendu entre deux anneaux etc.).La dernière partie du cours porte sur les équations aux dérivées partielles. Nous limiterons notre attention à un petit nombre d'équations aux dérivées partielles que l'on rencontre fréquemment en physique. Diverses méthodes de résolutions (permettant d'obtenir des solutions satisfaisant à des conditions aux limites et à des conditions initiales données) seront présentées. Enfin, la notion de fonctions de Green (qui fait suite au cours de première année sur les distributions) sera introduite.

Contenu
Probabilités
Notions et théorèmes fondamentaux
Variables aléatoires et lois de répartition
Suites de variables aléatoires, théorèmes limites
Calculs des variations
Dérivée fonctionnelle
Equations d'Euler-Lagrange
Equations aux dérivées partielles
Exemples et classification
Méthodes de résolutions
Utilisation de transformations intégrales
Fonctions de Green
Préceptorat
Introduction au calcul tensoriel
Probabilités
Calcul des variations
Équations aux dérivées partielles

Période : Hiver & Printemps
Nombre d'heures : 37
Crédits ECTS : 3
École : École Supérieure de Physique et de Chimie Industrielles de la Ville de Paris
Dernière mise à jour : jeudi 02 mai 2013

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

Modèles aléatoires en écologie et en évolution

Le cours aborde les questions suivantes
- Quels phénomènes modélise-t-on par quels objets probabilistes ?
- Comment procède la démarche de modélisation ?
- Quels modèles peuvent être étudiés analytiquement ? Quels sont ceux qui nécessitent le recours à la simulation numérique ?

Période : Hiver & Printemps
École : AgroParisTech
Dernière mise à jour : lundi 30 novembre 2009

Modèles aléatoires, simulation et prévision

La modélisation aléatoire est de plus en plus utilisée non seulement en recherche pour mieux comprendre les phénomènes étudiés, mais aussi comme outils d'aide à la décision, par exemple pour prédire l'évolution probable d'un système ou pour comparer différents scénarios de gestion. Les situations auxquelles sont confrontés les ingénieurs sont souvent plus complexes que celles traitées par les outils classiques de

statistiques et d'analyse de données. L'objectif de ce module est d'introduire les méthodes faisant appel à des modèles dont une composante importante est aléatoire. Cet aléa représente selon les cas un effet réellement aléatoire (mouvement brownien particulaire dans une dispersion de polluant) ou un résumé synthétique se substituant à la connaissance précise de certains paramètres difficilement mesurables et trop nombreux (conditions d'écoulement dans un bassin versant).

Ce cours est une introduction au traitement de questions où l'application directe de méthode statistiques d'estimation classiques (dans le cadre de l'échantillonnage indépendant) n'est pas suffisante. Nous introduirons brièvement certains problèmes généraux (simulation, estimation, prévision,..) et différents modèles probabilistes et méthodes d'analyse qui seront appliqués lors de l'étude des projets de la troisième semaine.Intervenants : G. Lang, E. Marcon (ENGREF Kourou), Eric Parent, J-S Bailly (ENGREF Montpellier).
Première semaine : Introduction générale. Indicateurs spatiaux. Processus ponctuels et applications. Chaînes de Markov
Deuxième semaine : Application des chaînes de Markov. Séries chronologiques. Géostatistique.
Troisième semaine : mini-projets par groupes ;Thèmes envisagés :Chaîne de Markov et code génétique. Géométrie aléatoire d'un réseau hydrographique. Prévisions dans les séries chronologiques.

Modalités d'évaluation
Rapport de projet

Période : Printemps
Nombre d'heures : 36
Crédits ECTS : 3
École : AgroParisTech
Dernière mise à jour : vendredi 27 février 2009

Modèles de la courbe des taux d'intérêt

Ce cours a pour objectif de présenter les méthodes d'évaluation et de couverture des produits de taux - notamment dérivés - telles qu'implémentées de nos jours dans les salles de marché fixed income. La première partie du cours, théorique, se propose de détailler les différentes approches de modélisation de la courbe de taux, en insistant tout particulièrement sur le cadre HJM, aujourd'hui incontournable. La seconde partie, plus appliquée, revient sur les instruments standard (taux Libor, obligations, swaps de taux, caps, floors, swaptions...) et le stripping de la courbe des taux, avant d'aborder certains dérivés plus complexes qui vont donner tout leur sens aux modèles vus en première partie.

Partie I - Bruno Bouchard GénéralitésModèle discret de Ho et LeeModèle de VasicekModèle de Cox-Ingersoll-Ross (CIR)Approche de Heath, Jarrow et Morton et modèles à facteursMesure forward neutre et évaluation de dérivés (introduction)Pricing et couverture par EDP Partie II - Antonin Chaix 1. Sous-jacents de taux et stripping de la courbe des taux LIBOR / EURIBOR / FRA, obligations, swaps de

taux : comment les évaluer à partir des zéro-coupons? Qu'est ce qu'une courbe des taux? Comment la construire à partir de la cotation des instruments standards ? 2. Evaluation des options vanilles de taux : caps / floors et swaptionsComment évaluer des actifs en présence de taux stochastiques ? Rappel sur les mesures forward neutres. Modélisation d'un taux LIBOR ou d'un taux swap sous la mesure associée. Evaluation d'un cap/floor et d'une swaption dans le modèle de Black. Smile de volatilité sur les options de taux. 3. Introduction à l'évaluation des exotiques de tauxStructuration des produits de taux. Architecture d'une plate-forme de pricing pour exotiques et notamment représentation des volatilités de marché : cube de volatilité et modèle SABR. Concept d'ajustement de convexité : LIBOR in arrears et CMS. Panorama des exotiques de 1ère génération : digitales, corridors, quantos, spread options... 4. Les exotiques complexes ou la nécessité d'un modèle stochastique de la courbe des tauxRetour qualitatif sur les modèles de courbe : modèles de taux court, cadre HJM, modèles gaussiens vs. modèles de marché. Focus sur le modèle Hull & White 1 facteur et application à l'évaluation d'une swaption bermuda. Quelle approche pour les produits multi-callable ou path-dependant plus complexes?

Modalités d'évaluation
écrit

Période : Printemps
Nombre d'heures : 16
Crédits ECTS : 2
École : École Nationale de la Statistique et de l'Administration Économique
Dernière mise à jour : mardi 06 octobre 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 de la demande de transport, principes et application informatique

Les exploitants de transports offrent des services d'acheminement aux usagers : voyageurs ou chargeurs de marchandises, qui constituent la demande. L'objectif du cours est d'analyser les volumes et les comportements de la demande, en choisissant le degré de réalisme et le " pouvoir explicatif ", grâce à des modèles mathématiques.
Le cours traite la formulation économique et physique des modèles, en insistant sur l'interprétation ; la formulation mathématique des modèles, la résolution par des algorithmes, ainsi que l'estimation statistique à partir de mesures et d'enquêtes.

1.Introduction : principes et familles de modèles ; un cas d'étude ; secteurs d'application.
2.TD 1 : représentation de l'offre et de la demande de transport avec le logiciel TransCad.
3.Les modèles de choix : position, interprétation, estimation. Application au choix du mode de transport.
4.TD 2 : le choix d'itinéraire sur un réseau routier.
5.Modélisation des transports collectifs et plurimodaux.
6.La distribution spatiale des déplacements : modèles statistiques, modèles économiques.
7.La formation des flux de déplacement. Modèles de génération. Planification et prospective.
8.TD 3 : la formation des flux de déplacement, modèles de génération et distribution.
9.Compléments : logiciels d'application ; composition des modèles ; exemples d'études.

Niveau requis

Bases de probalités et statistiques. Pratique des logiciels bureautiques. Une connaissance des Systèmes d'Information Géographique est un plus

Modalités d'évaluation
27 Heures

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

Modélisation du hasard en biologie

modelisation probaliliste - biologie théorique - processus temporels et spatiaux - biologie des populations - génétique

Période : Automne
Nombre d'heures : 60
Crédits ECTS : 6
École : AgroParisTech
Dernière mise à jour : jeudi 28 août 2008

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 statistique pour l'évaluation et la gestion des risques

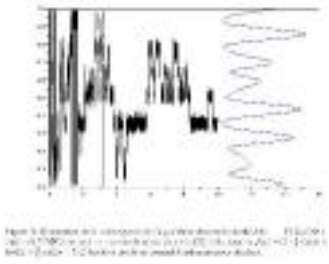
La modélisation d'un problème est une étape primordiale dans le traitement de données statistiques. Construire un modèle qui représente la réalité en tenant compte des limites de sa validité demande de bien connaître les outils statistiques et la manière de les imbriquer. L'objet de ce cours est d'apprendre cette démarche de modélisation à partir d'outils simples en statistique et de l'utilisation intensive du logiciel Winbugs. La présentation de la modélisation hiérarchique va permettre de mettre en place des modèles complexes à partir de « briques » élémentaires.A partir de cas concrets , le plus souvent environnementaux (ainsi que de quelques expériences ludiques à réaliser soi-même), on propose un modèle qui va nous permettre de traiter les données récoltées. L'accent est mis sur la pratique de la modélisation bien plus que sur les aspects théoriques et techniques : la partie technique d'inférence est laissée au logiciel.

1a) FONDEMENTS THEORIQUES- Inférence bayésienne - sur la base d'un exemple de modèle binomial simple (test duo-trio) Eric Parent- Le modèle normal ((à partir de données d'une expérience à réaliser) Marie Pierre Etienne.- Introduction à la modélisation hiérarchique (joueurs de base-ball d'Efron). Eric Parent1b) AVANCEES METHODOLIQUES et APPLICATIONS ENVIRONNEMENTALES- Construction de modèles à variables latentes pour les relations Stock-Recrutement. Etienne Prévost- Modèles graphiques: applications à la modélisation, l'inférence et la prédiction en écologie. Etienne Rivot2) MICRO-PROJETS par groupe d'étudiants encadrés par moniteurs, à titre d'exemple :- Comment évaluer les débits extrêmes ? (Jean Jacques Boreux, Eric Parent).- Capture-recapture de saumons dans la Miramichi (Marie Pierre Etienne, Eric Parent).- Modélisation multisite d'abondance de biomasse marine en baie du St Laurent (Marie Pierre Etienne Sophie Ancelet)- Analyse régionale de cernes de croissance de l'épinette noire au Québec (Jean Jacques Boreux, Jacques Bernier)

Modalités d'évaluation
Présence et participation. Le contrôle des connaissances se fera sur les résultats (restitution orale et par écrit) d'un travail en groupe de deux à trois élèves. Les sujets consisteront en la réalisation d'un petit projet dans les domaines de l'ingénierie ou de la recherche. Le cas échéant, il pourra être également pratiqué à un rapide contrôle des connaissances en session.

Période : Automne
Nombre d'heures : 48
Crédits ECTS : 4
École : AgroParisTech
Dernière mise à jour : vendredi 27 février 2009

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 aus 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

Modéliser l'Aléa

L?objet de ce cours est de donner un aperçu de modèles stochastiques dans les sciences de l?ingénieur en se limitant aux cha?ýnes de Markov. Nous aborderons certains des points suivants au cours des six séances :
Chaînes de Markov en temps et espace discrets et mod´elisation de probl`emes dynamiques stochastiques.
Problèmes d?optimisation stochastique en horizon fini et application à la gestion de stock (le problème du vendeur de journaux).
Estimations de paramètres, observations partielles illustrés par un problème de bandits manchots ou par une application à la recherche de zones homogènes dans l?ADN.
Problèmes ergodiques, mesures invariantes, le recuit simulé.
Chaîne de Markov à temps continu et applications aux files d?attentes.
Deux séances seront partagées entre cours et TP Scilab.

Chaînes de Markov
Chaînes de Markov en temps et espace discrets.Equation de Fokker-Planck. probabilité invariantes. Chaînes irréductibles et apériodiques. Théeorèmes ergodiques.
Problèmes en horizon fini
Formulation d?un problème dynamique de gestion de stock. Stratégies non anticipatives.Stratégies Markoviennes. Evaluation du coût pour une stratégie donnée. Equation de Bellman.
Problèmes en observation partielle
Estimations de paramètres, observations partielles illustrés par un problème de bandits manchots ou par une application à la recherche de zones homogès dans l?ADN. Pour le bandit manchot : Formulation du problème, paramètres inconnus. Problème déterministe associé. Stratégies optimales dans le cas du bandit manchot. Application à un problème de transport.
Recuit simulé
Condition de Doeblin et convergence des chaînes de Markov. Le recuit simulé et le problème du voyageur de commerce.

Chaîne de Markov à temps continu et Files d?attentes
Construction. Générateur infinitésimal. Processus de Poisson. Modélisation de files d?attente. Probabilité invariantes et temps passé dans la file d?attente.

Modalités d'évaluation
6 séances de 3 heures

Période : Printemps
Crédits ECTS : 2
École : École des Ponts ParisTech
Dernière mise à jour : jeudi 01 décembre 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

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 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 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 probabilistes pour la finance

Ce cours a pour objectif de donner aux étudiants les bases en probabilités qui leur permettront de suivre un cours plus approfondi de mathématiques appliquées à la finance.

1. Rappels de probabilités
2. Vecteurs Gaussiens
3. Mouvement Brownien
4. Espérance conditionnelle
5. Martingales à temps discrets
6. Application : marchés à temps discret et étude du modèle de Cox, Ross et Rubinstein

Niveau requis
Cours de probabilités de 1ère année de l'École des Ponts ou niveau équivalent.

Modalités d'évaluation
9 séances de 3 heures en petites classes (Cours+TD).

Période : Automne
Crédits ECTS : 2
École : École des Ponts ParisTech
Dernière mise à jour : lundi 14 novembre 2011

Probabilités (AST : Rattrapage)

Objectifs: Cours destiné aux nouveaux élèves, admis sur titres en 2e année (voir cours de première année

C1222).

Programme:

Période : Automne
Nombre d'heures : 18
Crédits ECTS : 2
École : MINES ParisTech
Dernière mise à jour : vendredi 13 juillet 2012

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

Probability theory for financial economics

The goal of this course is to introduce the main concepts in Probability Theory in a rigorous setting. Being at ease with the notions presented in this course is essential in Economics and Finance.

Course Outline:
1. Measure and Integration
2. The probabilistic model
3. Law of random variables
4. Random vectors
5. Convergence of random variables
6. Law of Large Numbers
7. Central Limit Theorems
8. Conditional expectation, conditional law

Bibliography:
BILINGSLEY, P., Probability and Measure, Wiley
CHUNG, K.L., A course in Probability Theory, Academic Press
GRIMMET, G., STIRZAKER P. Probability and Random Processes, Oxford University Press

Only PA QEF

Cours dispensé en Anglais

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

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

Processus aléatoires avec sauts & applications en finance

L'objectif de ce cours est d'introduire les processus de Lévy et le calcul stochastique avec sauts en vue d'applications au marché de l'énergie. Les processus de Lévy sont des processus à accroissements indépendants et stationnaires qui généralisent le mouvement Brownien en relâchant la propriété de continuité des trajectoires satisfaite par ce processus. Après avoir montré, au travers de la formule de Lévy-Kyntchine, que la loi d'un processus de Lévy ne dépend que d'un triplet de caractéristiques, nous donnerons une représentation des processus de Lévy à partir d'un mouvement Brownien et d'une mesure ponctuelle de Poisson. Nous construirons ensuite les intégrales stochastiques par rapport à la mesure de Poisson et à la mesure de Poisson compensée et démontrerons les formules d'Itô qui permettent de manipuler ces intégrales. Nous introduirons aussi quelques éléments de calcul stochastique pour les semimartingales générales. Nous présenterons ensuite les applications des processus à sauts en mathématiques financières et plus particulièrement pour le marché de commodités énergétiques: fonctionnement du marché, produits dérivés, modèles de prix à l'aide des processus de Lévy, méthodes numériques et application à la valorisation d'actifs de stockage gaz.
Une partie des séances est assurée par des intervenants d'EDF.

Séance 1: R. Aïd. Présentation des marchés de commodités énergétiques : fonctionnement et produits dérivés.
Séance 2: J.-F. Delmas. Introduction aux processus de Lévy.
Séance 3: J.-F. Delmas. Processus ponctuels de Poisson et représentation des processus de Lévy.

Séance 4: B. Jourdain. Calcul stochastique avec sauts (pdf), I.
Séance 5: B. Jourdain. Calcul stochastique avec sauts, II.
Séance 6: N. Oudjane. Modèles de prix par processus de Lévy pour les marchés de l'énergie (pdf).
Séance 7: X. Warin. Méthodes numériques pour les processus à sauts. Application à la valorisation d'actifs de stockage gaz (pdf).
Séance 8: Contrôle (2h). Archives des contrôles: 2008-2009 (pdf), 2009-2010 (pdf).

Modalités d'évaluation
7 séances de 3h, suivies d'un contrôle final (2h).

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

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

Projet personnel de Mathématiques Appliquées

Projets en Ecologie Statistique

Les mathématiques, et en particulier l’inférence statistique, prennent une place de plus en plus importante en écologie. Il s’agit par exemple de tester la validité d’une théorie (ou de comparer la validité de différentes hypothèses) à partir de données empiriques, de combler au mieux des observations incomplètes, ou encore d’estimer des paramètres particulièrement importants d’un point de vue écologique

ou évolutif.

L'enseignement d'approfondissement « Projets en Ecologie Statistique » présente le champ de l'inférence statistique en écologie à travers l'étude de problèmes issus de la littérature scientifique récente. Ces problèmes illustreront les applications en écologie et biologie évolutive des tests d'hypothèses statistiques, de l'estimation paramétrique et non paramétrique, du concept de vraisemblance, de l'inférence Bayésienne, et des méthodes de Monte Carlo. La résolution de ces problèmes fera appel à la modélisation et à des études de jeux de données. Les sujets abordés comprennent :

• Combien y a-t-il d'espèces d'insectes sur terre ?
• Comment estimer la biodiversité microbienne ?
• Comment les arbres coexistent-ils en forêt tropicale ?
• Peut-on expliquer les réseaux trophiques complexes par des règles simples ?
• Comment l'histoire évolutive des espèces influence-t-elle leur assemblage en communautés écologiques ?
• L'extinction massive du Crétacé Tertiaire est-elle responsable de la radiation des mammifères actuels ?
• L'autocompabilité favorise-t-elle ou défavorise-t-elle la diversification des plantes à fleur ?
• Pourquoi y a-t-il autant d'espèces dans les tropiques ?

Période : Automne
Nombre d'heures : 36
Crédits ECTS : 4
École : École Polytechnique
Dernière mise à jour : vendredi 23 mars 2012

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

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

Séries chronologiques

Analyse des séries chronologiques et prévision par les modèles ARMA

Période : Hiver & Printemps
Nombre d'heures : 18
École : AgroParisTech
Dernière mise à jour : lundi 19 septembre 2011

Séries temporelles linéaires

La première partie de ce cours est consacrée à l’étude des séries temporelles univariées : on présente d’abord les concepts statistiques principaux, puis les méthodes d’estimation et de tests ; on y aborde le problème de la non-stationnarité, en étudiant les principaux tests de racine unité sous l’angle de leur utilisation pratique. Le cours est illustré par des exemples pratiques. La deuxième partie du cours est consacrée à l’étude des modèles VAR stationnaires : on présente rapidement le cadre général des séries multivariées stationnaires, puis on développe le cas spécifique des modèles VAR. Enfin, les principes de la cointégration sont rapidement exposés.

Généralités sur les processus stationnaires du 2nd ordre univariés - Autocovariances, autocorrélations partielles et inverses, densité spectrale, processus des innovations. Enoncé du théorème de Wold. Enoncé des propriétés asymptotiques des moments empiriques.Processus AR, MA, ARMA, ARIMA - Définitions, représentation canonique, propriétés, notion de condition initiale, tests de racine unité. Identification, estimation et tests, prévision.Processus vectoriels stationnaire - Cadre formel de l’étude de ces modèles, représentation canonique et représentation de Wold, processus des innovations, modèles VAR stationnaires. Estimation, prévision, tests de causalité, fonction impulsion-réponse.Processus vectoriels non stationnaires et définition de la cointégration - Modèles VAR non stationnaires cointégrés et modèles à correction d'erreur. Estimation d'un modèle VAR cointégré. Tests de cointégration : mise en oeuvre pratique.

Modalités d'évaluation
écrit+CC+tut.

Période : Printemps
Nombre d'heures : 36
Crédits ECTS : 3
École : École Nationale de la Statistique et de l'Administration Économique
Dernière mise à jour : mercredi 29 juillet 2009

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

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

Statistique appliquée à la génétique et à la génomique

Introduction of genome based analysis of quantitative traits with machine learning and non-parametric methods.
Prof. Daniel Gianola, University of Wisconsin

Cycle de cours du 5 au 9 juillet 2010

Le cours est disponible intégralement en vidéo dans la partie "Ressources pédagogiques"

Période : Printemps
Nombre d'heures : 15
École : AgroParisTech
Dernière mise à jour : lundi 30 août 2010

Statistique numérique et analyse des données

Proposer une nouvelle approche pédagogique pour enseigner les statistiques aux ingénieurs. Une des caractéristiques principales de cette approche est que les méthodes statistiques seront d'abord illustrées sur des données réelles, ce qui permettra aux élèves de constater l'utilité pratique mais aussi les limites de ces méthodes. Cette illustration pratique aura aussi pour objectif de soulever un certain nombre de questions, dont la réponse ne pourra être donnée qu'à l'aide d'une démarche théorique rigoureuse basée sur une modélisation mathématique.

Rappel succinct des notions basiques de statistiques.
Modèle linéaire multiple : moindres carrés ordinaires, test de Fisher, analyse de variance, sélection de modèle.
Modèles discrets : test d'adéquation, test d'indépendance, régression logistique.
Filtrage des séries chronologique : filtre de Kalman en temps discret.
Analyse en composante principale et analyse des correspondances multiples.

Niveau requis
Bases de calcul des probabilités et de statistiques paramétriques.

Modalités d'évaluation
13 Séances de 3 heures composés comme suit :
6 séances sur machine,
6 séances de théorie et d'exercices,
1 séance d'examen.
Chacune des 5 premières séances sur machine portera sur un thème précis de la statistique (modèle linéaire, tests d'adéquation, analyse en composante principale, ...). Les développements mathématiques liés à ces thèmes seront ensuite traités lors des séances théoriques, consolidées par des exercices.

Période : Automne
Crédits ECTS : 3
École : École des Ponts ParisTech
Dernière mise à jour : lundi 14 novembre 2011

Statistiques appliquées

Le cours a pour objectif l'acquisition des notions de base de la statistique qui sont nécessaires à l'exploitation rationnelle de résultats numériques expérimentaux, notamment pour l'aide à la prise de décisions.
Il doit également conduire à pouvoir poser correctement un problème spécifique à un statisticien spécialiste.

Contenu
Variables aléatoires
Définitions, notions de statistique descriptive
Densités de probabilité utiles
Théorème de Fisher-Cochran
Estimation ponctuelle et par intervalle des paramètres d'une distribution
Estimation ponctuelle
Estimation par intervalle
Exemples tirés de publications scientifiques
Tests d'hypothèses
Tests de comparaison de deux échantillons
Tests de comparaison à une référence
Test d'élimination de valeurs aberrantes
Tests de khi-deux
Notion de valeur-p

Niveau requis
Notions d’épreuve et d’événement aléatoire, d'algèbre d’événements, de probabilité d'un événement

aléatoire. Notions de probabilité conditionnelle et d'indépendance d'événements, formules de Bayes. Notion de variable aléatoire. Ces notions sont introduites dans le cours Méthodes Mathématiques II.

Modalités d'évaluation
Examen écrit d'une durée d'une heure.

Période : Hiver & Printemps
Nombre d'heures : 10
Crédits ECTS : 1
École : École Supérieure de Physique et de Chimie Industrielles de la Ville de Paris
Dernière mise à jour : jeudi 02 mai 2013

Systèmes dynamiques

Ce cours permet de construire un modèle déterministe d'évolution d'un système écologique, biologique ou d'un modèle économique dans le temps et de connaître les propriétés générales et les effets d'une action extérieure sur l'évolution de ce système.

1. 20/09/10 Définition d'un système dynamique. Exemples simples : Lotka Volterra (3h) Doursat Spataro
2. 21/09/10Equations, espace de phase, équilibre, stabilité, orbites (3h),
3. 04/10/10 TP d'applications Doursat Spataro
4. 11/10/10 Réseau métabolique (C. Dillmann) Ex de système avec contrôle (E. Parent)
5. 19/10/10 Modèles épidémiologiques (R0) (3h) Suzanne Touzeau.
6. 26/10/10 Systèmes dynamiques avec contrôle, exemples en économie et écologie (3h) (T. Spataro, V. Martinet).
7. 9/11/10 Contrôle optimal déterministe Pontriaguine, Hamiltonien, règle de Hotelling, allocation optimale croissance reproduction (3h) Parent
8. 9/11/10 Programmation dynamique (temps discret) déterministe et stochastique (3h) Parent
9. 31/01/11 Equilibre stabilité des systèmes dynamiques à temps discret. Maximum sustainable yield (3h) De Lara
10. 31/01/11 TP Equilibre et stabilité gestion d'une ressource (3h) De Lara
11. 1/02/11 Exemple gestion de ressources macro croissance investissement (3h) Bureau Martinet
12. 2/02/11Exemple d'allocation croissance reproduction plante parasitoïde (3h) Spataro De Lara.
13. 2/02/11 Exemple d'allocation en milieu aléatoire (3h) De Lara.
14. 07/12/10 Evaluation

Période : Hiver & Printemps
Nombre d'heures : 42
Crédits ECTS : 6
École : AgroParisTech
Dernière mise à jour : mercredi 12 janvier 2011

Systèmes Linéaires et Signaux

L'objectif du cours est de familiariser les étudiants avec les notions et outils relatifs aux systèmes linéaires. Les outils techniques pré-requis (transformation de Fourier et de Laplace, théorie des distributions, etc..) sont abordés dans le cours de Méthodes Mathématiques de 1ère année. Le cours tente d'introduire de manière aussi unifiée que possible des notions communes à de nombreuses matières, notions qui seront par la suite souvent appréhendées avec des points de vue et/ou des terminologies qui différent selon le contexte. Les cours plus particulièrement concernés sont les cours d'électronique et commande de processus, d'électromagnétisme et télécommunications, d'optique et d'acoustique.

Contenu
La première partie introduit de façon générale les systèmes linéaires invariants par translation dans le temps ou l'espace. On montre en particulier que de tels systèmes sont entièrement caractérisés dans l'espace physique (temps ou espace) par leur réponse impulsionnelle, ou dans un espace transformé (Fourier ou Laplace) par leur fonction de transfert. Cette première partie se termine par des exemples concrets de systèmes linéaires qui seront rencontrés tout au long de la scolarité (phénomène de propagation d'onde, commande de processus, circuit électronique, imagerie, etc.), en insistant sur les terminologies propres à chaque domaine.

La seconde partie est consacrée aux systèmes temporels, et en particulier à la description du comportement des systèmes décrits par une équation linéaire à coefficients constants. Une attention particulière est portée à l'utilisation de la transformation de Laplace, courante en commande de processus.

La troisième partie concerne la représentation et la manipulation des signaux dans le domaine de Fourier. La transformation de Fourier est présentée d'une part comme un outil de calcul, mais aussi comme un outil de représentation fréquentielle des signaux, représentation naturelle et intuitive pour la description de nombreux phénomènes physiques.

La dernière partie est une introduction à l'échantillonnage des signaux. On y démontre le théorème de Shannon et la formule de reconstruction d'un signal continu à partir de sa version correctement échantillonnée.

Période : Hiver & Printemps
Nombre d'heures : 10
Crédits ECTS : 1
École : École Supérieure de Physique et de Chimie Industrielles de la Ville de Paris
Dernière mise à jour : jeudi 14 février 2013

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 algébrique des nombres

La théorie algébrique des nombres est l'étude des propriétés algébro-arithmétiques des nombres algébriques. On s'intéresse notamment à la propriété de factorialité, c'est à dire de "factorisation unique des éléments comme produits d'éléments premiers", dans les anneaux de la forme Z[x] où x est un "entier algébrique", comme par exemple Z[i] (entiers de Gauss), Z[2^{1/3}] etc... Cette question intervient de manière cruciale dans l'étude des équations diophantiennes, l'exemple historique le plus fameux étant l'approche de Kummer (et Fermat?) pour démontrer le "dernier théorème" de Fermat, mais aussi dans de nombreuses autres questions comme la théorie entière des formes quadratiques, la réduction des endomorphismes à coefficients entiers, la théorie de la multiplication complexe ... Il se trouve que la

propriété de factorialité ne persiste en général qu'au sens des idéaux (Kummer, Dedekind), et que le défaut de factorialité peut être mesuré par un groupe abélien fini "le groupe des classes d'idéaux" dont les mystères sont encore au coeur de l'arithmétique moderne.

Le cas des "entiers quadratiques", c'est à dire de Z[x] avec x^2=d entier, est historiquement le plus important et sera étudié en détail. La théorie contient alors celle des formes quadratiques binaires entières (Lagrange, Legendre, Gauss). Par exemple, il est connu depuis Fermat que si p est un nombre premier avec p = 1 modulo 4, c'est a dire si -1 est un carré modulo p,
alors p est somme de deux carrés. Comment expliquer que si -5 est un carré modulo p, c'est a dire p = 1,3,7,9 modulo 20, alors p est exclusivement soit de la forme x^2 + 5 y^2, soit de la forme 2 x^2 + 2 xy + 3 y^2 (avec x,y entiers) ? (Euler, Lagrange). Nous obtiendrons de multiples énoncés de ce type. Cela nous conduira enfin à la notion de "genre" des formes
quadratiques (Lagrange, Gauss), point de départ de la fameuse théorie du corps de classes.

Quelques notions abordées : corps de nombres, entiers algébriques, anneau de Dedekind, groupe des classes d'idéaux, théorème des unités de Dirichlet, formes quadratiques binaires entières, formules du nombre de classes et du nombre de genre.

Période : Automne
Nombre d'heures : 36
Crédits ECTS : 4
École : École Polytechnique
Dernière mise à jour : mardi 08 novembre 2011

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 de la réassurance

Le risque étant sa matière première, l'assurance a développé des techniques originales de modélisation, de valorisation et de transfert des risques. Aujourd'hui, ces techniques, - et au premier chef, la réassurance, l'outil privilégié de transfert de risque -, sont intégralement réévaluées par rapport au développement considérable de la théorie financière. Ce cours prend acte de cette évolution et essaye de présenter la pertinence des techniques spécifiques de modélisation et de transfert de risque au regard du paradigme financier. Ainsi, l'efficacité de la réassurance ne sera pas étudiée uniquement sous l'angle du transfert de risque mais aussi en tant que signal vis à vis des investisseurs. Le cours présentera les différentes formes de réassurance et leur pertinence, couvrira les aspects de modélisation et en particulier les développements de la Théorie des Valeurs Extrêmes et la théorie de la mesure.Le cours couvrira aussi les aspects plus directement opérationnels : Entreprise Risk Management et application aux risques et à la réassurance catastrophe et vie.

Risque et assurance - Introduction et rappel des principes de l’assurance, la valeur d’une société d’assurance, régulation et Risk Management, convergence entre finance et assurance, valorisation de marché, la solution de Solvency II aux marchés imparfaits : La Market Value Margin (MVM)Marché de la réassurance - Introduction et historique sur la réassurance, principaux acteurs, pourquoi des réassureurs professionnels ?, titrisation et réassuranceMesures de risque et modèle - Introduction, mesures de risque traditionnellement utilisées, théorie de la Mesure de Risque, introduction aux modèles, allocation de capitalModélisation des risques d’assurance - Introduction, théorie des Valeurs Extrêmes, TVE pour les risques multivariés : les copules, les autres formes de modélisation des risques d’assuranceRéassurance nature et fonctions - Objectif du cours, fonction primordiale de la réassurance, les différentes formes de réassurance, tarification de réassurance, titrisation, optimisation de la réassuranceApplications aux risques catastrophe - Introduction, le risque évenementiel et catastrophe, cCaractéristique des principaux risques catastrophe, tarification du risque catastrophe, risque des modèles, exemple de réassuranceApplications aux risques vie - Aspect de financement lié à l’activité vie, un exemple de risk management : le risque dépendance

Modalités d'évaluation
écrit

Période : Printemps
Nombre d'heures : 18
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

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

Topologie I

La topologie algébrique associe à chaque espace topologique des "invariants algébriques" (nombres, groupes, espaces vectoriels etc ...) dans le but de les distinguer, voire de les classifier (à homéomorphismes près).

1ère partie du cours de Topologie différentielle - Automne
Le cours illustrera cette démarche dans le cadre des variétés différentiables (objet fondamentaux et incontournables dans presque toutes les branches des mathématiques) pour lesquelles on construira de tels invariants qui seront des espaces vectoriels réels : La cohomologie de De Rham.
On récoltera alors très élégamment les fruits de cette construction. Théorème du point fixe de Brouwer, non

existence de champs de vecteurs sur les sphères de dimension paire, invariance de la dimension par homéomorphisme etc ...

Bibliographie :
- Bott et Tu : Differential forms in algebraic topology

Niveau requis
Aucun pré-requis n'est nécessaire pour suivre cette première partie du cours (trimestre 1).

Pour le cours de Topologie Différentielle du second trimestre, il faudra connaître le contenu du cours de Topologie Différentielle du 1er trimestre. Cependant les élèves maîtrisant le contenu de ce dernier cours pourront, après accord du responsable du Master, s'inscrire en Topologie Différentielle (II).

Période : Automne
Nombre d'heures : 36
Crédits ECTS : 4
École : École Polytechnique
Dernière mise à jour : vendredi 23 septembre 2011

Topologie II

La topologie algébrique associe à des données topologiques des "invariants algébriques" (nombres, groupes, espaces vectoriels, . . .) dans le but de les distinguer, voire de les classi fier.

Le cours traîtera des sujets suivants :
- homologie singulière (l'exposition de cette théorie sera parallèle à celle de la cohomologie de de Rham qui est le coeur du cours de Topologie I) ;
- fibrés vectoriels ;
- classes caractéristiques.

Niveau requis : MAT553 Topologie 1

Niveau requis
Il sera préférable de connaître le contenu du cours de Topologie I.

Période : Printemps
Nombre d'heures : 36
Crédits ECTS : 4
École : École Polytechnique
Dernière mise à jour : vendredi 23 septembre 2011

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 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