

Share



Email destinataire :

Vous devez renseigner un email valide

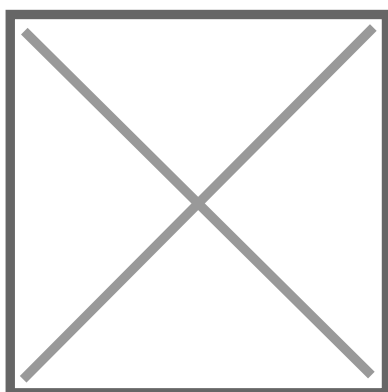
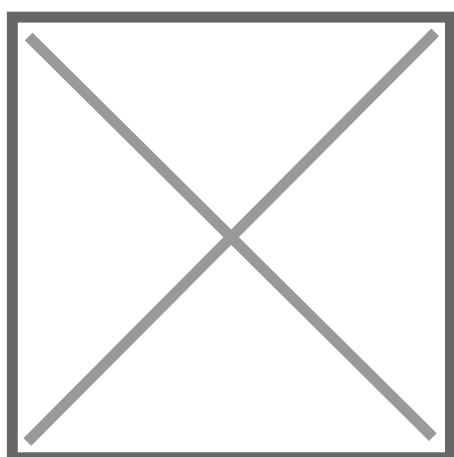
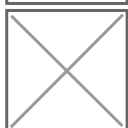
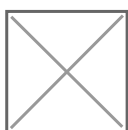
Envoyer

Une erreur est survenue. Merci de réessayer ultérieurement

Le mail de partage a bien été envoyé.

Add to Compare

M1 Mathématiques appliquées - Site Orsay



Master's degree

Specialisation Mathematics and applications

Enrolment type

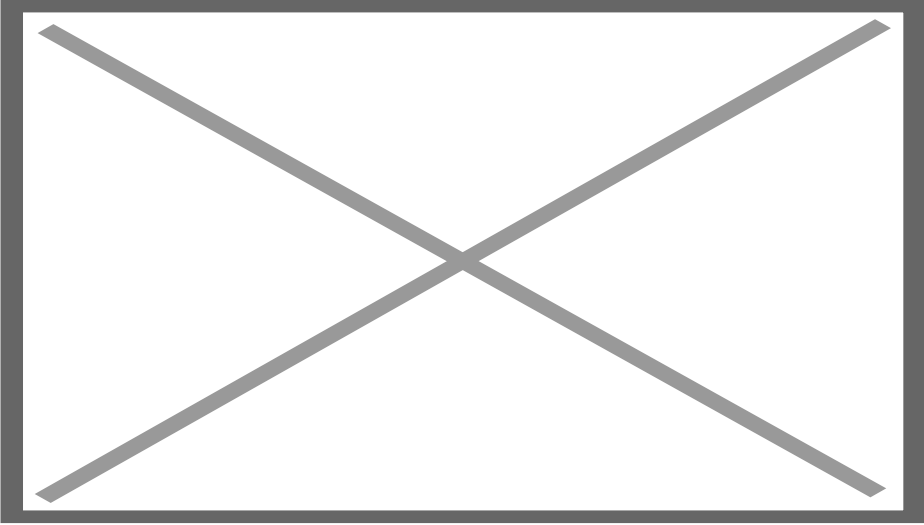
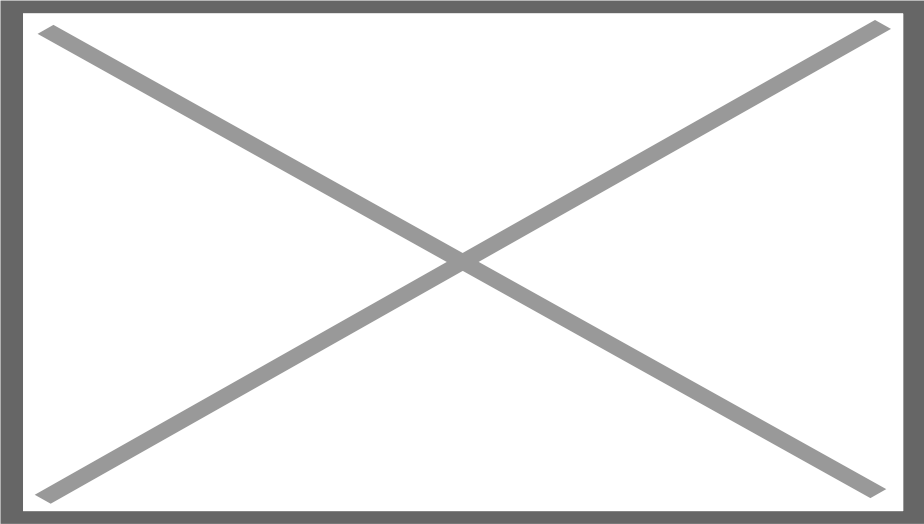
Full-time academic programmes Life-long learning

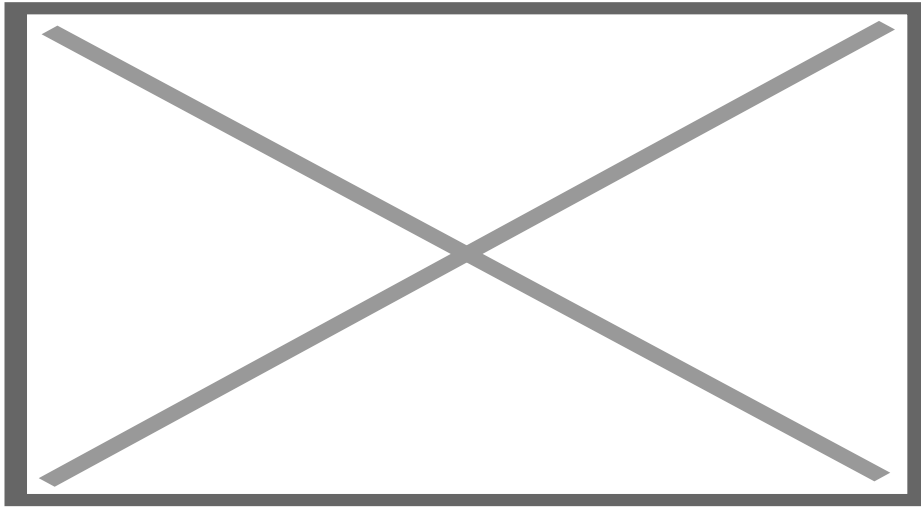
Language(s) of instruction

French

[Télécharger la fiche détaillée](#)

[Apply Now](#)





■ ■

Information

- [Overview](#)
- [Application requirements](#)
- [Schedule](#)

Présentation

Débouchés

Career prospects

After a Master's or Master's + PhD: engineer (R&D, control, production, etc.)

After a Master's or Master's + PhD: researcher or lecturer

After a Master's or Master's + PhD: engineer (research and development, control, production, etc.) in the fields of health, pharmaceuticals, agri-food, biotechnologies, instruments and reagents, cosmetics, pollution control and the environment.

After a Master's or Master's + PhD: engineer (Research & Development, control, production, etc.)

After a Master's degree: Engineer (financial analyst, economist, statistician)

After a Master's degree: Data scientist

After a Master's degree: Artificial intelligence (AI) specialist

**After a Master's degree: Research analyst
design study engineer
Design engineer industry / public research
Research & Development Engineer
Secondary school teacher**

Calendar

Start of programme (indicative date)

31/08/2026

End of programme (indicative date)

30/08/2027

Admission

Admission Route

Mathematics

Capacity

Available Places

20

Période(s) de candidature

Inception Platform

From 15/01/2026 to 16/03/2026

Supporting documents

Compulsory supporting documents

Motivation letter.

All transcripts of the years / semesters validated since the high school diploma at the date of application.

Curriculum Vitae.

Detailed description and hourly volume of courses taken since the beginning of the university program.

Additional supporting documents

Research project.

Certificate of French (compulsory for non-French speakers).

VAP file (obligatory for all persons requesting a valuation of the assets to enter the diploma).

Recommendation letters.

Supporting documents :

- Residence permit stating the country of residence of the first country
- Or receipt of request stating the country of first asylum
- Or document from the UNHCR granting refugee status
- Or receipt of refugee status request delivered in France
- Or residence permit stating the refugee status delivered in France
- Or document stating subsidiary protection in France or abroad
- Or document stating temporary protection in France or abroad.

Programme

Stage											
Subjects	ECTS	Semester	Lecture	directed study	practical class	Lecture/study	directed Lecture/practical class	study/practical class	directed study/practical class	distance learning	other
Stage entreprise ou laboratoire ou TER	13	Semestre 2									
■											

Stage entreprise ou laboratoire ou TER

ECTS : 13

Semester: Semestre 2

Detail

Tutored project 6

Language(s) of instruction

Français

Remote teaching

non

Type of assessment

Evaluation Continue non Intégrale

Option : choisir 4 UEs

Subjects	ECTS	Semester	Lecture	directed study	practical class	Lecture/directed study	Lecture/practical class	directed study/practical class	d
Série chronologique	2	Semestre 2	6	12					
■									

Série chronologique

ECTS : 2

Semester: Semestre 2

Detail

Lecture: 6

Directed study: 12

Language(s) of instruction

Français

Remote teaching

non

Programme/contents

Ce cours est une introduction à l'analyse de séries temporelles. Une série temporelle est une suite d'observations indicées par le temps pour lesquelles l'ordre d'acquisition a donc une importance particulière, par exemple la suite du cours en bourse d'une matière première, la consommation électrique française, les données climatiques etc. L'objectif du cours est d'acquérir les notions mathématiques de base ainsi que les outils logiciels permettant l'analyse de ce type de données.

Learning objectives

Être capable, à partir de la connaissance des grandes étapes de la modélisation des séries chronologiques -- spécification du processus, estimation du modèle, validation et prévision -- de:

- décomposer une série chronologique (tendance, saisonnalité, bruit);
- modéliser et identifier des séries stationnaires linéaires à l'aide de processus ARMA;
- estimer des processus ARIMA et SARIMA;
- prédire de nouvelles observations et leur variabilité dans le cadre de ces modèles.

Type of assessment

Evaluation Continue non Intégrale

Traitement du signal	2	Semestre 1	6	12
--------------------------------------	---	------------	---	----



Traitement du signal

ECTS : 2

Semester: Semestre 1

Detail

Lecture: 6

Directed study: 12

Language(s) of instruction

Français

Remote teaching

non

Programme/contents

Le traitement du signal, d'abord utilisé en télécommunications est devenu omniprésent dans le traitement des données numériques (son, images...). Le codage, filtrage, compression repose sur des outils mathématiques principalement issues de l'analyse, des probabilités et des maths discrètes. Nous découvrirons quelques uns de ces outils en motivant leur introduction par des problèmes de théorie du signal.

Contenu du cours :

- Traitement de signaux discret, codage d'un signal en fréquence, utilisation des séries de Fourier
- Traitement de signaux continus, transformée de Fourier
- Théorie de l'information, liens entre entropie de la théorie de l'information et l'entropie en probabilité.
- Applications de la théorie de l'information au codage et à la compression.

Type of assessment

Evaluation Continue non Intégrale

Base de données	2	Semestre 2	6	12
---------------------------------	---	------------	---	----

Subjects	ECTS	Semester	Lecture	directed study	practical class	Lecture/directed study	Lecture/practical class	directed study/practical class	d
----------	------	----------	---------	----------------	-----------------	------------------------	-------------------------	--------------------------------	---

■

Base de données

ECTS : 2

Semester: Semestre 2

Detail

Lecture: 6

Directed study: 12

Language(s) of instruction

Français

Remote teaching

non

Programme/contents

- Illustration des problèmes des approches fichiers sur un exemple
- "L'approche base de données" :
Modélisation des données / Factorisation du logiciel
- Conception de bases de données
- Le modèle relationnel
- L'algèbre relationnelle
- Conception de bases de données : passage au relationnel
- Vue d'ensemble des fonctionnalités des SGBD
- SQL : le LDD (Langage de Définition de Données)
- Création d'une base sur Oracle Express
- Insertion de données
- Chargement massif de données
- SQL : le LMD (Langage de Manipulation de Données)
- Méthodologie SQL
- Mise à jour et interrogation de données en SQL
- Programmation SQL : langages procéduraux (PL/SQL) et API ODBC/JDBC
- Manipulation d'une base de données en PLSQL et depuis un programme C
- Introduction à la concurrence d'accès
- Expérimentations sur la concurrence d'accès
- Introduction au problème de la confidentialité dans les bases de données

Learning objectives

- Etre capable de concevoir un modèle conceptuel de données avec le modèle Entité-Association, et un modèle logique

Subjects	ECTS	Semester	Lecture	directed study	practical class	Lecture/directed study	Lecture/practical class	directed study/practical class	d
Analyse Fonctionnelle	2	Semestre 1	6	12					
■									

Analyse Fonctionnelle

ECTS : 2

Semester: Semestre 1

Detail

Lecture: 6

Directed study: 12

Language(s) of instruction

Français

Remote teaching

non

Programme/contents

- Théorème de Hahn-Banach - Espace dual, bidual- Notion d'orthogonalité
- Opérateurs linéaires bornés, adjoint d'un opérateur, opérateurs compacts et alternative de Fredholm
- Théorème de Baire et ses conséquences. Théorème de Banach-Steinhaus. Théorèmes de l'application ouverte, de Banach et du graphe fermé.
- Topologies forte, faible et faible*.
Théorèmes de Kakutani, Banach-Alaoglu
- Semi-continuité et convexité. Existence de solution pour un problème d'optimisation en dimension infinie. Propriétés des espaces L^p
- Propriétés des espaces fonctionnels (fonctions continues, C^k), dualité, densité. Théorème d'Ascoli.

Learning objectives

Être capable d'appliquer les principales propriétés topologiques des espaces vectoriels de dimension infinie à l'étude d'espaces de fonctions, de la théorie des équations aux dérivées partielles, de l'analyse convexe et de l'optimisation en dimension infinie.

Type of assessment

Evaluation Continue non Intégrale

UE ouverture orientation	2	Semestre 2
--	---	------------

Subjects	ECTS	Semester	Lecture	directed study	practical class	Lecture/directed study	Lecture/practical class	directed study/practical class	d
----------	------	----------	---------	----------------	-----------------	------------------------	-------------------------	--------------------------------	---

■

UE ouverture orientation

ECTS : 2

Semester: Semestre 2

Language(s) of instruction

Français

Remote teaching

non

Type of assessment

Evaluation Continue non Intégrale

Processus	2	Semestre	6	12
stochastiques	2			



Processus stochastiques

ECTS : 2

Semester: Semestre 2

Detail

Lecture: 6

Directed study: 12

Language(s) of instruction

Français

Remote teaching

non

Programme/contents

Etude des processus aléatoires à temps continu :
Processus à Accroissements Indépendants
Stationnaires (PAIS) généraux (dont l'exemple particulier du processus de Poisson), mouvement brownien (PAIS à espace d'états continu ($\mathbb{R}$ ou $\mathbb{R}^d$)). L'établissement des propriétés permet la familiarisation avec certaines techniques classiques liées au mouvement brownien. Dans un second temps, l'intégrale stochastique sera définie. Elle débouchera naturellement sur le calcul d'Itô, dont une application sera l'étude de certaines équations différentielles stochastiques.

Learning objectives

Être capable, grâce aux connaissances acquises en calcul stochastique, intégrale stochastique, calcul d'Itô:

- de mettre en œuvre les techniques classiques liées au mouvement brownien;
- d'étudier les équations différentielles stochastiques et à la compression.

Special teaching arrangements

Ce cours donne une base théorique pouvant déboucher sur de nombreuses applications (Physique, Biologie, Mathématiques financières, étude et analyse probabiliste des EDPs). Il est indispensable pour suivre les modules 'Modèles Stochastiques pour la Finance' et 'Méthodes Numériques Probabilistes'.

Type of assessment

Evaluation Continue non Intégrale

Subjects	ECTS	Semester	Lecture	directed study	practical class	Lecture/directed study	Lecture/practical class	directed study/practical class	d
Principes fondamentaux de l'automatique	2	Semestre 2	6	12					
■									

Principes fondamentaux de l'automatique

ECTS : 2

Semester: Semestre 2

Detail

Lecture: 6

Directed study: 12

Language(s) of instruction

Français

Remote teaching

non

Programme/contents

- Introduction, linéarisation, commandabilité des systèmes linéaires (chap 1 + 2.1)
- Conception de lois de commande (chap 2)
- Observabilité (chap 3)
- Commande optimale LQ (chap 4)
- Filtre de Kalman (chap 5)

Learning objectives

Être capable, grâce à la connaissance des principes fondamentaux de la théorie du contrôle des systèmes dynamiques:

- d'étudier la stabilité, la commandabilité, et l'observabilité de systèmes linéaires;
- d'étudier un système non linéaire au moyen du linéarisé tangent;
- de mettre en œuvre un observateur-contrôleur;
- de résoudre un problème de contrôle optimal linéaire-quadratique;
- d'écrire les équations d'un filtre de Kalman.

Type of assessment

Evaluation Continue non Intégrale

[Optimisation différentiable 2](#)

2 Semestre 6 12



Optimisation différentiable 2

ECTS : 2

Semester: Semestre 2

Detail

Lecture: 6

Directed study: 12

Language(s) of instruction

Anglais

Remote teaching

non

Prerequisites

Cours d'optimisation du tronc commun

Programme/contents

- Fonction conjuguée :
enveloppe convexe fermée,
fonction conjuguée.
- Sous-différentiabilité :
dérivabilité directionnelle des fonctions
convexes, sous-différentiabilité des
fonctions convexes,
dualité
- Pénalisation : motivation,
pénalisation exacte et inexacte, monotonie,
pénalisation extérieure,
lagrangien augmenté.
- Optimisation quadratique successive
(OQS/SQP) :
l'algorithme local, pénalisation exacte,
globalisation.
- Optimisation linéaire : aspects théoriques :
existence de solution, conditions
d'optimalité, dualité,
aspects algorithmiques : simplexe et points
intérieurs.

Learning objectives

Être capable :

- de manipuler des concepts avancés de
l'analyse convexe et de l'optimisation
(conjugaison, sous-différentiabilité, dualité)
;
- de mettre en œuvre l'algorithmique des
problèmes d'optimisation avec contrainte.

Type of assessment

Evaluation Continue non Intégrale

Subjects	ECTS	Semester	Lecture	directed study	practical class	Lecture/directed study	Lecture/practical class	directed study/practical class	d
Analyse et approximation par éléments finis d'EDP	2	Semestre 2	6	12					

Analyse et approximation par éléments finis d'EDP

ECTS : 2

Semester: Semestre 2

Detail

Lecture: 6

Directed study: 12

Language(s) of instruction

Français

Remote teaching

non

Prerequisites

Cours de tronc commun sur la méthode des éléments finis

Programme/contents

- La méthode des éléments finis « non conforme »
- Reconstruction conforme
- Estimations d'erreur a posteriori
- La méthode des éléments finis « non conforme », reconstruction conforme, estimations d'erreur a posteriori
- Approximation « hp »
- L'équation elliptique non linéaire, théorème de point fixe de Banach
- La méthode des éléments finis pour l'équation elliptique non linéaire
- La méthode des éléments finis pour l'équation instationnaire parabolique de la chaleur

Learning objectives

Être capable :

- de manipuler et analyser les méthodes des éléments finis avancées de type « non conforme » ou « hp » ;
- de maîtriser les grands principes des analyses a priori et a posteriori ;
- d'appliquer la méthode des éléments finis à des problèmes non linéaires et instationnaires.

Type of assessment

Evaluation Continue non Intégrale

Orientation : choisir 2 UEs

Subjects	ECTS	Semester	Lecture	directed study	practical class	Lecture/directed study	Lecture/practical class	directed study/practical class	d
Apprentissage statistique	4	Semestre 2	12	24					

Apprentissage statistique

ECTS : 4

Semester: Semestre 2

Detail

Lecture: 12

Directed study: 24

Language(s) of instruction

Français

Remote teaching

non

Programme/contents

- Principes de l'ACP
- Dualité en ACP
- Interprétations AFC
- Classification non supervisée
- Régression paramétrique non linéaire.
Principes et estimation
Asymptotique de la régression non linéaire.
Tests
- Régression logistique
- Classification supervisée
- Choix de modèle et sélection de variables
- Régularisation

Learning objectives

A l'issue du cours, l'étudiant doit être capable de :

- Faire la différence entre situation supervisée et non supervisée
- Décrire le principe des méthodes factorielles et savoir les appliquer
- Choisir une modélisation adaptée à un problème posé
- Valider la performance d'une méthode
- Mettre en oeuvre la sélection de variables
- Utiliser un logiciel statistique pour mettre en oeuvre la méthode choisie
- Interpréter et discuter les résultats
- Appréhender un nouveau type de modèle ou de logiciel en autonomie
- Rédiger un rapport sous forme informatique pour rendre compte d'une étude statistique

Type of assessment

Evaluation Continue non Intégrale

Subjects	ECTS	Semester	Lecture	directed study	practical class	Lecture/directed study	Lecture/practical class	directed study/practical class	d
Théorie spectrale des opérateurs autoadjoints	4	Semestre 2	12	24					c

Théorie spectrale des opérateurs autoadjoints

ECTS : 4

Semester: Semestre 2

Detail

Lecture: 12

Directed study: 24

Language(s) of instruction

Français

Remote teaching

non

Programme/contents

- Introduction aux guides d'ondes. La notion d'opérateur non borné. / - Exemples monodimensionnels de guides d'ondes. Exemples d'opérateurs bornés ou non bornés, fermés ou non fermés, calcul d'adjoints.
- Opérateurs autoadjoints : définition et caractérisation. - Ensemble résolvant et spectre (ponctuel, résiduel, continu).
- Caractère autoadjoint de l'opérateur scalaire des modes guidés. Spectre de l'opérateur de multiplication dans L^2 . Spectre de l'opérateur de translation sur L^2 .
- Notions de compacité et de convergence faible dans un espace de Hilbert. Opérateurs compacts ou à résolvante compacte.
- Théorie spectrale des opérateurs autoadjoints compacts.
- Étude des guides d'ondes fermés.
- Formules de min-max.
- Spectre des opérateurs autoadjoints non compacts : définition et caractérisation du spectre essentiel.
- Démonstration du théorème de Weyl. Détermination du spectre

Learning objectives

Être capable de mettre en oeuvre les principales notions et théorèmes de la théorie spectrale sur divers modèles de propagation d'ondes.

Type of assessment

Evaluation Continue non Intégrale

Subjects	ECTS	Semester	Lecture	directed study	practical class	Lecture/directed study	Lecture/practical class	directed study/practical class	d
Modèles stochastiques pour la finance	4	Semestre 2	12	24					c

Modèles stochastiques pour la finance

ECTS : 4

Semester: Semestre 2

Detail

Lecture: 12

Directed study: 24

Language(s) of instruction

Français

Remote teaching

non

Programme/contents

- Présentation de l'organisation et du fonctionnement des marchés financiers; définition des principaux produits classiques et dérivés,
- Modèle binomial d'évolution des cours des actifs financiers et première approche de la valorisation et de la couverture des options,
- Formalisme des marchés à temps discret; théorème fondamental de l'arbitrage et application à l'évaluation et à la couverture des options européennes dans les marchés complets,
- Propriété de Markov et calculs explicites de prix d'options exotiques,
- Problème d'arrêt optimal et introduction aux options américaines.
Présentation détaillée du modèle de Black, Scholes et Merton,

Compléments de calcul stochastique : le théorème de Girsanov et le théorème de représentation des martingales browniennes de carré intégrable,
Formalisation et caractérisation de l'absence d'opportunités d'arbitrage; application à

Subjects	ECTS	Semester	Lecture	directed study	practical class	Lecture/directed study	Lecture/practical class	directed study/practical class	d
Méthodes numériques statistiques	4	Semestre 2	12	24					

Méthodes numériques statistiques

ECTS : 4

Semester: Semestre 2

Detail

Lecture: 12

Directed study: 24

Language(s) of instruction

Français

Remote teaching

non

Programme/contents

- Simulation de variables aléatoires (Génération de nombres pseudo-aléatoires, simulation par inversion générique, méthode acceptation-rejet)
- Méthode de Monte Carlo (Principe, propriétés, intervalles de confiance, quantités d'intérêt)
- Méthode d'échantillonnage préférentiel (Principe, propriétés, échantillonnage normalisé)
- Introduction à l'inférence bayésienne (Concepts fondamentaux, loi a priori, estimateurs bayésiens, loi a posteriori)
- Algorithmes de Monte Carlo par Chaînes de Markov (1/2) - (Rappel chaînes de Markov, théorème ergodique, principe général algorithmes MCMC)
- Algorithmes de Monte Carlo par Chaînes de Markov (2/2) – (Algorithmes de Gibbs, Metropolis-Hastings, Diagnostics de convergence)

Type of assessment

Evaluation Continue non Intégrale

[Méthodes numériques probabilistes](#)

4	Semestre 2	12	24
---	------------	----	----



Méthodes numériques probabilistes

ECTS : 4
 Semester: Semestre 2
 Detail
 Lecture: 12
 Directed study: 24
 Language(s) of instruction
 Français
 Remote teaching
 non
 Programme/contents

- Procédés généraux de simulation des variables aléatoires
- Principe de la méthode de Monte-Carlo et techniques de réduction de variance associées
- Discrétisation en temps de processus de diffusion : schémas d'Euler et de Milhstein
- Méthodes d'arbres
- méthodes numériques de valorisation des options dites "vanille"
- présentation des techniques spécifiques pour le pricing des options exotiques
- calcul des portefeuilles de couverture et des sensibilités en finance

Type of assessment
 Evaluation Continue non Intégrale

[Calcul scientifique à haute performance](#)

4	Semestre 2	12	24
---	------------	----	----



Calcul scientifique à haute performance

ECTS : 4
Semester: Semestre 2
Detail
Lecture: 12
Directed study: 24
Language(s) of instruction
Français
Remote teaching
non
Programme/contents

- Calcul scientifique avancé et introduction à la programmation parallèle ;
- Techniques de programmation et analyse de performance (ex. librairies scientifiques, vectorisation, programmation parallèle à mémoire partagée avec OpenMP, introduction générale au calcul réparti et au calcul sur architectures modernes, ...) ; Exercices de programmation scientifique ;
- Projet de calcul scientifique au choix (ex. accélération d'un solveur éléments finis discontinus, calcul d'un arbre couvrant de poids minimum, ...).

Learning objectives

A l'issue du cours, les étudiants seront capables :

- d'analyser la pertinence d'algorithmes scientifiques pour le calcul à haute performance ;
- de programmer efficacement des algorithmes scientifiques sur des processeurs multi-cœurs standards;
- d'analyser la performance et les résultats de codes de calcul.

Type of assessment
Evaluation Continue non Intégrale

Jeux, graphes, RO	4	Semestre 2	12	24
-----------------------------------	---	------------	----	----

Jeux, graphes, RO

ECTS : 4

Semester: Semestre 2

Detail

Lecture: 12

Directed study: 24

Language(s) of instruction

Français

Remote teaching

non

Programme/contents

- Rappel de programmation linéaire et dualité
- Théorie des jeux. Jeux à deux joueurs à somme nulle.
- Stratégie mixte, théorème de Von Neumann, Equilibre de Nash.
- Rappel de programmation en nombres entiers.
- Théorie des jeux. Existence. Jeux bimatriciels. Calcul des équilibres.
- Jeux sous forme extensive à information parfaite. Rationalité séquentielle. Equilibre sous-jeux-parfait.
- Graphes. Graphes planaires. Théorème des quatre couleurs. Coloration de graphes.
- Stratégies mixtes. Jeux matriciels. Calcul des stratégies optimales. Jeux bimatriciels. Calcul des équilibres de Nash. Jeux sous forme extensive. Forme normale associée. Stratégies de comportement. Théorème de Kuhn. Rationalité séquentielle.
- Equilibre Bayésien parfait faible,
- Equilibre sous-jeux-parfait.

Learning objectives

- Modélisation de problèmes (graphes ou programmes en nombres entiers)
- Initiation à la théorie des jeux
- Réalisation concrète de problèmes via l'implémentation d'un projet

Bibliography

- Van Damme « Stability and perfection of Nash equilibria » Springer- Verlag.
- Myerson « Game theory, analysis of conflict » Harvard University Press.
- Moulin « Théorie des jeux » PUF.
- M. J. Osborne et A. Rubinstein « A course

Tronc commun mathématique

Subjects	ECTS	Semester	Lecture	directed study	practical class	Lecture/directed study	Lecture/practical class	directed study/practical class	d
Modélisation statistique	4	Semestre 1	12	24					c

Modélisation statistique

ECTS : 4

Semester: Semestre 1

Detail

Lecture: 12

Directed study: 24

Language(s) of instruction

Français

Remote teaching

non

Prerequisites

Un cours d'inférence statistique de L3

Programme/contents

1. Cours: Démarche statistique, modèle statistique, statistique inférentielle
TD: Introduction au logiciel R
2. Cours: Estimateur du maximum de vraisemblance
PC: Exercices
3. Cours: Tests de Wald et du rapport de vraisemblance
PC: Exercices
4. Cours: Modèle linéaire, estimateur des moindres carrés
TD: Cas d'étude avec R
5. Cours: Tests et validation
TD: Cas d'étude avec R
6. Cours: ANOVA, ANCOVA
TD: Cas d'étude avec R
7. Cours 1h de question/réponse, Examen 2h sur table

Learning objectives

Être capable, en utilisant les bases théoriques de la modélisation statistique et les méthodes statistiques dans le cas du modèle linéaire de :

- définir une modélisation adaptée à un jeu de données réelles;
- estimer un modèle statistique (linéaire) avec un logiciel (R) et interpréter les résultats obtenus;
- utiliser un modèle à des fins explicatives ou prédictives;
- prendre en compte le risque de toute décision statistique.

Subjects	ECTS	Semester	Lecture	directed study	practical class	Lecture/directed study	Lecture/practical class	directed study/practical class	d
Chaines de Markov	4	Semestre 1	12	24					c

Chaines de Markov

ECTS : 4

Semester: Semestre 1

Detail

Lecture: 12

Directed study: 24

Language(s) of instruction

Français

Remote teaching

non

Prerequisites

Une bonne maîtrise du cours de probabilités de première année et de l'algèbre linéaire de classe préparatoire.

Programme/contents

La théorie des chaînes de Markov fournit un cadre mathématique rigoureux pour décrire la classe d'évolutions aléatoires pour lesquelles (la loi) du futur de la chaîne ne dépend que de son état présent.

Si on raisonne à temps discret et à espace d'état finis, une telle chaîne est caractérisée par la donnée d'une matrice stochastique, et on montre grâce aux outils de l'algèbre linéaire que, sous des conditions peu restrictives, on a existence et unicité d'une mesure invariante vers laquelle la loi de la chaîne converge en temps long.

Hormis cette notion de loi limite, on s'intéressera aussi aux probabilités et aux temps d'atteinte de sous-ensembles de l'espace d'états. Dans le cas de chaînes dites réversibles, il existe une connection riche avec la théorie des réseaux électriques, qui permet de ramener ces questions à des calculs de résistances équivalentes.

Learning objectives

Être capable, grâce à la connaissance des principaux éléments de la théorie des chaînes de Markov :

- d'analyser ce type de modèle (discrets en temps et en espace);
- d'apporter des résultats qualitatifs et quantitatifs, ces derniers de façon exacte ou approchée.

Bibliography

Subjects	ECTS	Semester	Lecture	directed study	practical class	Lecture/directed study	Lecture/practical class	directed study/practical class	d
Optimisation 1	4	Semestre 1	12	24					
■									

Optimisation 1

ECTS : 4

Semester: Semestre 1

Detail

Lecture: 12

Directed study: 24

Language(s) of instruction

Anglais

Remote teaching

non

Programme/contents

Session 1. Introduction and convexity

Session 2. Optimality conditions

Session 3. Algorithms

Session 4. Optimization models

Session 5. -

Session 6. Duality

Learning objectives

The goal of the course is

- To learn what is optimisation (what problems are solved and how, what are the basic assumption, e.g., convexity, and how to interpret the output of an optimisation problem)
- To understand the basic optimisation models (convex, non-convex, etc..) and know how to formulate an optimisation problem that makes sense
- To acquire the basic lingo and properties of optimisation algorithms, so that one is able to tell why, when something doesn't work in practice.
- To understand that optimisation is math (so without theorems one doesn't go very far), but also computations (scaling is important), and engineering (models, models, models).

Type of assessment

Evaluation Continue non Intégrale

La méthode des éléments finis	4	Semestre 1	12	18	6
---	---	------------	----	----	---

La méthode des éléments finis

ECTS : 4

Semester: Semestre 1

Detail

Lecture: 12

Practical study : 6

Directed study: 18

Language(s) of instruction

Français

Remote teaching

non

Programme/contents

Ce cours présente les fondements mathématiques, ainsi que les aspects pratiques, de la méthode des éléments finis, qui permet notamment de résoudre des équations aux dérivées partielles (EDP) issues de la physique, de la mécanique, de la finance, et de bien d'autres domaines.

- Présentation générale et outils mathématiques
- Formulations variationnelles
- Résolution des formulations variationnelles : théorème de Lax-Milgram, fonctionnelle énergie
- Méthode de Galerkin et méthode des éléments finis
- Matlab : mise en oeuvre de la méthode des éléments finis pour le problème de Poisson
- Méthode des éléments finis de Lagrange et algorithmes
- Méthode des éléments finis : convergence
- Matlab : mise en oeuvre de la méthode des éléments finis pour un problème à coefficients variables

Learning objectives

- Être capable, grâce aux connaissances des fondements mathématiques de la méthode des éléments finis de
- développer les outils théoriques permettant de résoudre les EDP elliptiques à l'aide, en particulier, de la théorie variationnelle ;
- discrétiser ces EDP à l'aide de la méthode dite de Galerkin, qui englobe notamment la méthode des éléments finis, et en analyser la convergence ;
- mettre en oeuvre numériquement la

Subjects	ECTS	Semester	Lecture	directed study	practical class	Lecture/directed study	Lecture/practical class	directed study/practical class	d
Recherche opérationnelle	2	Semestre 1	6	12					c

Recherche opérationnelle

ECTS : 2

Semester: Semestre 1

Detail

Lecture: 6

Directed study: 12

Language(s) of instruction

Français

Remote teaching

non

Programme/contents

1. Cours magistral: Définitions de base des graphes. Arbres couvrants et chemins.
2. PC: Exercices.
3. Cours magistral: Problèmes de flots. Chaînes améliorantes. Coupe minimale. Algorithme de Ford-Fulkerson.
4. PC: Exercices.
5. Cours magistral: Fin des flots. Programmation linéaire. Algorithme du simplexe.
6. PC: Exercices
7. Cours magistral: Programmation linéaire - suite: Dualité. Conditions de écarts complémentaires.
8. PC: Exercices
9. Cours magistral: Fin programmation linéaire. Programmation en nombres entiers. Méthodes arborescentes.
10. PC: Exercices.
11. Cours magistral: Fin Programmation en nombres entiers. Quelques idées sur la RO et ses applications.
12. PC: Exercices.
13. Contrôle: Examen écrit

Learning objectives

Être capable, grâce à ses connaissances en optimisation combinatoire, de mettre en œuvre:

- les outils basiques de résolution de problèmes d'optimisation combinatoire;
- les rudiments de la théorie des graphes;
- la programmation mathématique.

Type of assessment

Evaluation Continue non Intégrale

Subjects	ECTS	Semester	Lecture	directed study	practical class	Lecture/directed study	Lecture/practical class	directed study/practical class	directed study/practical class
Martingales	2	Semestre 1	6	12					
■									

Martingales

ECTS : 2

Semester: Semestre 1

Detail

Lecture: 6

Directed study: 12

Language(s) of instruction

Français

Remote teaching

non

Programme/contents

On s'intéressera à deux types de processus aléatoires remarquables à temps discret : les martingales et les chaînes de Markov à espaces d'états dénombrables. Nous en étudierons certaines propriétés, en particulier le comportement asymptotique. Nous appliquerons alors cette partie théorique à l'étude de quelques algorithmes stochastiques.

Learning objectives

- Savoir étudier le comportement asymptotique de la théorie en temps discret des martingales et des chaînes de Markov à états dénombrables.
- Savoir appliquer l'algorithme de Robins-Monro.

Type of assessment

Evaluation Continue non Intégrale

Tronc commun transverse

Subjects	ECTS	Semester	Lecture	directed study	practical class	Lecture/directed study	Lecture/practical class	directed study/practical class
Projet de simulation numérique	4	Semestre 2			21			



Projet de simulation numérique

ECTS : 4

Semester: Semestre 2

Detail

Practical study : 21

Project : 10

Language(s) of instruction

Français

Remote teaching

non

Programme/contents

Ce cours fait suite au cours de C++. Il s'agira ici de mettre en oeuvre des concepts de programmation dans le cadre de la réalisation d'un projet de simulation numérique conséquent faisant appel à diverses compétences : modélisation, algorithmique, développement en C++ et analyse des résultats de simulation. Les projets seront réalisés en groupe (2 à 4 étudiants suivant la nature du projet). Durant le déroulement du projet, plusieurs aspects seront mis en avant : partage des tâches à réaliser, organisation et structuration du code (couche objet en particulier), démarche de développement, efficacité du code, pertinence de l'analyse de résultats. Les projets proposés seront en lien avec des problèmes issus de divers domaines : mécanique, physique, économie, ... dépendant des compétences du chargé de td.

Learning objectives

Être capable de :

- réaliser un projet de simulation numérique faisant appel à diverses compétences: modélisation, algorithmique, développement en C++ et analyse des résultats de simulation;
- gérer un projet en groupe (partage des tâches, synthèse des développements);
- organiser et structurer un code efficace (couche objet en particulier);
- analyser de façon pertinente les résultats d'un code.

Type of assessment

Evaluation Continue non Intégrale

Subjects	ECTS	Semester	Lecture	directed study	practical class	Lecture/directed study	Lecture/practical class	directed study/practical class
Communication	1	Semestre 1		6				
■								

Communication

ECTS : 1

Semester: Semestre 1

Detail

Directed study: 6

Language(s) of instruction

Français

Remote teaching

non

Type of assessment

Evaluation Continue non Intégrale

[Programmation](#)

[scientifique en](#) 3

Semestre 7
1

14

[C++](#)

Programmation scientifique en C++

ECTS : 3

Semester: Semestre 1

Detail

Lecture: 7

Practical study : 14

Language(s) of instruction

Français

Remote teaching

non

Programme/contents

1.

CM: Introduction. C++ une extension du C:

TD: familiarisation avec un environnement de développement C++, exercices basiques

2.

CM: Eléments d'analyse numérique :

Représentation des réels, opérations sur les réels, stabilité numérique, vitesse d'exécution:

TD: expérimentation numérique sur l'instabilité numérique

3.

CM: Introduction à la notion d'objet:

TD: Ecriture d'une classe vecteur et matrice

4.

CM: Surcharge des opérateurs:

TD: Surcharge des opérateurs sur les vecteurs et les matrices

5.

CM: Programmation générique (classe modèle):

TD: Développement de classes vecteur et matrice génériques

6.

CM: Héritage de classes:

TD: Classe matrice pleine et bande héritant d'une classe abstraite

7.

CM: Librairies et introduction à la stl:

TD: Utilisation de la stl : list et itérateur

Learning objectives

- Être capable de prendre en compte les problèmes spécifiques d'un code de calcul scientifique : rapidité, efficacité, optimalité, stabilité des calculs.
- Être capable de développer du code objet en langage C++ (héritage, programmation

Subjects	ECTS	Semester	Lecture	directed study	practical class	Lecture/directed study	Lecture/practical class	directed study/practical class
Langue	3	Semestre 2	25					
■								

Langue

ECTS : 3

Semester: Semestre 2

Detail

Lecture: 25

Language(s) of instruction

Français

Remote teaching

non

Learning objectives

Consolidation et approfondissement des cinq compétences langagières autour d'un thème hebdomadaire choisi par l'enseignant (à titre indicatif, l'an dernier : comment définir les mathématiques, de l'utilité des mathématiques, le monde des chiffres, le Big Data, le Temps, les prix et récompenses scientifiques, Léonard de Vinci: l'homme et son œuvre (à l'occasion du 500e anniversaire de sa mort) à travers l'étude d'articles de presse, de documents audio et vidéo.

Type of assessment

Evaluation Continue non Intégrale

Teaching Location(s)

ORSAY

PALAISEAU

Contact

- **Benjamin GRAILLE**
- **Laurent BOURGEOIS**

<http://www.universite-paris-saclay.fr/formation/master/mathematiques-et-applications/m1-mathematiques-appliquees-site-orsay>