

Spécialité : Mathématiques financières



Période de
l'année
Printemps

En bref

➤ **Langue de cours:** Anglais

Présentation

Prérequis

- UE Finance de l'option DDEFi
- Probabilités niveau Master 1 : théorie des probabilités (contenu de l'UE MAT-1A et contenu du cours Probabilités et statistique de l'Approfondissement S7 MIE), il est aussi fortement recommandé d'avoir suivi un cours traitant des processus stochastiques en temps discret ou en temps continu (par exemple électif S7 Introduction aux processus stochastiques).

Objectifs d'apprentissage

- Appliquer le calcul stochastique pour évaluer le prix de produits financiers tels que les options.
- Connaître les modèles standards utilisés en mathématiques financières.
- Connaître les principaux modèles des sciences de données et leur utilité.

Description du programme

This course unit consists of three courses: Stochastic calculus, Interest rate models, and Volatility modeling, of 24h each and is complemented by the third part of the data science projects (9 hours course and 12 hours project) devoted to models and their validation.

Stochastic calculus

1. Gaussian variable and stochastic processes
2. Brownian motions
3. Stochastic integration and semi-martingales

4. Stochastic differential equations
 5. Parabolic partial differential equations and semigroups
 6. Measure change and Girsanov theorem
- Introduction to financial mathematics

Interest rate models

1. A Mathematical Toolkit
2. Interest rates, swaps and options
3. One-factor Short-Rates Models
4. Two-factor Short-Rates Models
5. The Heath-Jarrow-Morton (HJM) Model
6. The change of numeraire
7. Derivatives Pricing under the Libor Market Model

Volatility models

1. Elementary financial mathematics notions
2. PDE: Black Scholes and risk neutral measure
3. Dupire's local volatility: advantages and drawbacks
4. Stochastic volatility (Heston and SABR)
5. Tutorial: discretization of the Heston's model

Data science projects: models and their validation

1. Projects and models
 - i. The Bias-Variance tradeoff
 - ii. Feature Selection
 - iii. Feature Engineering
 - iv. Defining a metric
2. Models and applications
 - i. Regressions (linear, polynomial, penalized et logistic)
 - ii. Decision trees (random forest and gradient boosting)
3. Focus on Natural Language Processing (NLP)

Compétences et connaissances scientifiques et techniques visées dans la discipline

- Comprendre le calcul stochastique et savoir appliquer ses principaux résultats.
- Savoir appliquer les méthodes stochastiques pour évaluer le prix de produits financiers.
- Comprendre les conditions mathématiques sous lesquelles les modèles classiques de mathématiques financières sont valables.
- Savoir et connaître la validité et les limites des modèles classiques de mathématiques financières.
- Comprendre l'impact de la volatilité sur les gains et pertes d'une stratégie de couverture.

- Savoir comment utiliser des méthodes numériques pour évaluer le prix de produits financiers.
- Savoir utiliser les modèles issus des sciences de données dans un contexte professionnel.

Modalité de contrôle des connaissances

- Interrogation écrite (Stochastic calculus): 25%
- Projet (Interest rate models): 25%
- Projet (Volatility models): 25%
- projet (Data science projects): 25%

Bibliographie

Stochastic calculus

- Evans, L. (2010). An Introduction to Stochastic Differential Equation. American Mathematical Society.
- Le Gall, J.-F. (2006). Intégration, Probabilités et Processus Aléatoires. Ecole Normale Supérieure de Paris

Interest rate models

- Brigo, D., & Mercurio, F. (2007). Interest rate models-theory and practice: with smile, inflation and credit. Springer Science & Business Media
- Privault, N. (2012). An elementary introduction to stochastic interest rate modeling. World Scientific.

Volatility models

- El Karoui, N. (2004) Couverture des risques dans les marchés financiers. Ecole Polytechnique

Data science projects

- Zeng, A and Casari, A. Feature Engineering for Machine Learning. O'Reilly Media.
- Müller, A. and Guido, S. Introduction to Machine Learning with Python. O'Reilly Media.

Equipe pédagogique

- Stochastic calculus: Sébastien Darses (Aix-Marseille Université)
- Interest rate models: Abderrahim Ben Jazia (Meta-modeling)
- Volatility models: Ismail Akil (Bank of America Merrill Lynch)
- Data science projects: Alexandre Chirié (Mantiks) et Maxilimien Défourné (Mantiks)

Objectif de Développement Durable



Partenariats pour la
réalisation des objectifs

Total des heures

CM	Cours Magistral	100h
PJ		81h
		19h

Infos pratiques

Nom responsable UE

Responsable pédagogique

Renaud Bourles

✉ renaud.bourles@centrale-med.fr