

## Sciences de la décision

### Méthodes statistiques en ingénierie financière - 6-612-08(Public)

A2016

Groupe J01

#### Enseignant(s)

Geneviève Gauthier  
Professeur(e) titulaire  
[genevieve.gauthier@hec.ca](mailto:genevieve.gauthier@hec.ca)  
(514) 340-5627  
Bureau : 4.864

#### Secrétaire(s)

Diane brousseau  
Secrétaire  
[diane.brousseau@hec.ca](mailto:diane.brousseau@hec.ca)  
(514) 340-6472  
Bureau : 4.632  
Disponibilité : Du lundi au vendredi de 8h à 12h et de 13h à 16h30

Jennifer Caron  
Secrétaire  
[jennifer.caron@hec.ca](mailto:jennifer.caron@hec.ca)  
(514) 340-6473  
Bureau : 4.632  
Disponibilité : Du lundi au vendredi de 8h à 12h et de 13h à 16h30

#### Présentation du cours

##### Objectifs

La complexité des modèles utilisés en ingénierie financière rend nécessaire l'utilisation de méthodes statistiques avancées. Dès qu'un modèle doit être mis en application, l'un des premiers problèmes rencontrés est l'estimation des paramètres du modèle. Se pose ensuite la question de la précision des estimations et de son influence sur les étapes subséquentes de l'implantation.

Le principal objectif de ce cours est de fournir des outils statistiques permettant l'utilisation et l'implantation de modèles dans plusieurs aspects de l'ingénierie financière : évaluation d'options, risque de crédit, réplcation de fonds de couverture, etc. Nous couvrirons les méthodes d'estimation (maximum de vraisemblance, méthode de moments, estimation non-paramétrique, transformation de données), leur précision (intervalles de confiance, information de Fisher, rééchantillonnage, méthode delta, quantiles), et ce dans le cadre de processus stochastiques couramment utilisés en ingénierie financière (mouvement brownien géométrique, processus avec sauts, modèles à volatilité aléatoire, modèles avec changement de régime, etc.). Nous verrons aussi l'estimation et l'ajustement de modèles de dépendance pour plusieurs facteurs de risque, ainsi que les méthodes de filtrage, permettant d'estimer les paramètres des modèles dont certaines des composantes ne sont pas observables, tel le bénéfice de détention, etc.

Des exemples d'application de ces méthodes seront donnés pour le modèle de Black-Scholes pour plusieurs sous-jacents et ses extensions, les modèles de marchés incomplets, les processus stochastiques modélisant les taux d'intérêt, le risque de crédit, l'évaluation de produits sur les matières premières, et la réplique de fonds de couverture. Les exemples d'applications seront traités à l'aide du logiciel MATLAB.

## Matériel pédagogique

### Ressources bibliographiques



Rémillard, Bruno (2013). *Statistical methods for financial engineering*, Boca Raton, FL, CRC Press.  
ISBN:9781439856949

 [Disponible à la bibliothèque](#)

 [Disponible à la coop HEC](#)

Hull, John (2006). *Options, futures, & other derivatives*, Upper Saddle River, NJ, Prentice Hall.  
ISBN:0131499084

 [Disponible à la bibliothèque](#)

Lamberton, Damien (1997). *Introduction au calcul stochastique appliqué à la finance*, Paris, Ellipses.  
ISBN:2729847820

 [Disponible à la bibliothèque](#)

Cherubini, Umberto (2004). *Copula methods in finance*, Hoboken, NJ, John Wiley & Sons.  
ISBN:0470863447

 [Disponible à la bibliothèque](#)

## Évaluations

### Sommaire des évaluations

Examen final - Mardi 20 décembre 2016, de 9h à 12h	50 %
3 quiz	15 %
2 devoirs	15 %
1 projet équipe	20 %

### Examen final - Mardi 20 décembre 2016, de 9h à 12h (50 %)

Individuel / En classe / Écrit  
Mode de remise : Papier

### Description

---

### 3 quiz (15 %)

---

Individuel / En classe / Écrit

Mode de remise : Papier

---

### 2 devoirs (15 %)

---

En équipe / À la maison - Hors classe / Écrit

Mode de remise : Électronique

### Critères d'évaluation



IMPORTANT

---

### 1 projet équipe (20 %)

---

En équipe / À la maison - Hors classe / Écrit

Mode de remise : Papier

### Critères d'évaluation



IMPORTANT

---

## Organisation du cours

<b>Séances</b>
----------------

---

### 1 - Inférence pour le modèle de Black-Scholes

---

#### Description

- Description et caractérisation du modèle
- Principe du maximum de vraisemblance dans le cas de données indépendantes
- Précision de la méthode et estimation de la matrice de Fisher
- Estimation de valeurs d'options et estimation implicite

- Paramètres de sensibilité (greeks)
- Estimation des paramètres de sensibilité avec les méthodes de Broadie-Glasserman.

## **2 - Inférence pour le modèle de Black-Scholes multivarié**

---

### **Description**

- Modèle de Black-Scholes pour plusieurs sous-jacents et ses paramétrisations
- Estimation des paramètres et intervalles de confiance
- Estimation de valeurs d'options et estimation implicite
- Extension de l'estimation des paramètres de sensibilité avec les méthodes de Broadie-Glasserman.

## **3 - Discussion du modèle de Black-Scholes**

---

### **Description**

- Critiques et limites du modèle
- Vérification des hypothèses sous-jacentes (indépendance, normalité)
- Extensions du modèle de Black-Scholes
- Distribution de l'erreur de couverture en temps discret : comparaison des cas gaussiens et non gaussiens

## **4 - Estimation de mesures de performance et de risque**

---

### **Description**

- Méthode des moments
- Précision de la méthode
- Méthodes de rééchantillonnage
- Estimation non-paramétrique
- Estimation de la densité

## **5 - Processus stochastiques modélisant les taux d'intérêt**

---

### **Description**

- Problème de la prime de risque
- Principe du maximum de vraisemblance dans le cas de données dépendantes  
Méthodologie de Duan

- Estimation pour les processus d'Ornstein-Uhlenbeck
- Estimation des processus de Feller et leurs extensions multivariées.

## 6 - Processus de Lévy

---

### Description

- Marchés incomplets
- Processus stochastiques avec sauts et estimation
- Évaluation d'options

## 7 - Volatilité stochastique

---

### Description

- Modèles de type GARCH
- Propriétés et estimation
- Évaluation d'options
- Modèles avec volatilité stochastique en temps continu

## 8 - Introduction aux copules

---

### Description

- Dépendance et instruments financiers
- Modélisation de la dépendance

## 9 - Copules bivariées et mesures de dépendance

---

### Description

- Familles de copules bivariées
- Simulation
- Mesures de dépendance

## 10 - Familles de copules

---

### Description

- Copules méta-elliptiques
- Copules archimédiennes
- Autre familles
- Méthodes de simulations
- Ordres stochastiques

## 11 - Inférence pour des modèles de copules

---

### Description

- Méthodes d'estimation
- Tests d'indépendance
- Tests d'adéquation

## 12 - Filtre de Kalman et extensions

---

### Description

- Filtre de Kalman
- Hypothèses du modèle et algorithme
- Estimation et implantation
- Filtre IMM
- Estimation et implantation
- Filtres non-linéaires
- Filtres à particules
  - Méthodes de sélection
  - Implantation

## 13 - Applications du filtrage

---

### Description

- Estimation de processus ARMA
- Modèles markoviens avec changement de régimes
- Réplication de fonds de couverture

## Rappels mathématiques

### 14 - Initiation à Matlab 1

### 15 - Initiation à Matlab 2

### 3 - Initiation à Matlab 3

#### Description

Initiation à Matlab 3

Cette formation sera répétée deux fois au laboratoire LACHUTE Les étudiants ne doivent s'inscrire qu'à une seule des deux séances.

- Mardi 13 septembre de 15 h 30 à 17 h
- Mercredi 14 septembre de 15 h 30 à 17 h

#### Ressources générales

Au cours de ce rappel, nous aborderons les sujets suivants :

- Programmer de manière efficiente
- Les graphiques
- Importer et exporter des données sous MATLAB
- Génération d'un mouvement brownien
- Introduction à l'optimisation
- Messages et gestion des caractères

Les étudiants doivent s'inscrire (c'est gratuit) via le site d'inscription : <https://inscription.hec.ca/cam/>.

## Règlements de HEC Montréal

### Plagiat

Les étudiants sont priés de prendre connaissance des actes et des gestes qui sont considérés comme étant du plagiat ou une autre infraction de nature pédagogique, de la procédure et des sanctions, qui peuvent aller jusqu'à la suspension et même l'expulsion de HEC Montréal. Toute infraction sera analysée en fonction des faits et des circonstances, et une sanction sera appliquée en conséquence. [En savoir plus sur le plagiat...](#)

### Calculatrices

Les étudiants sont priés de prendre connaissance de la politique d'utilisation de calculatrices lors d'examens lorsque celles-ci sont autorisées. [En savoir plus sur la politique d'usage de calculatrices...](#)