



---

# Programme des enseignements

3<sup>e</sup> année

**Filière Gestion des risques et ingénierie financière**

**ANNÉE SCOLAIRE 2019 / 2020**



École nationale  
de la statistique  
et de l'analyse  
de l'information

**FILIÈRE GESTION DES RISQUES ET INGÉNIERIE  
FINANCIÈRE**

**ANNÉE SCOLAIRE 2019/2020**

***RISK MANAGEMENT AND FINANCIAL ENGINEERING  
SPECIALIZATION***

***2019/2020 ACADEMIC YEAR***



# Table des matières

<b>Présentation de la filière .....</b>	<b>5</b>
<b>Descriptifs des enseignements du tronc commun.....</b>	<b>11</b>
UE0 - Tronc Commun .....	13
Droit du travail .....	13
Anglais .....	15
Sport.....	17
UE1 – Machine Learning.....	18
Machine Learning.....	18
Régression pénalisée et sélection de modèles.....	20
Apprentissage statistique à grande échelle .....	21
Webmining et traitement du langage .....	23
<b>Descriptifs des enseignements de la filière.....</b>	<b>25</b>
UE2 - Gestion des Risques 1 .....	27
Gestion des risques bancaires.....	27
Techniques et méthodes de scoring .....	29
Gestion de la liquidité de actifs.....	31
UE3 - Gestion des Risques 2 .....	33
Théorie des valeurs extrêmes .....	33
Statistique des risques extrêmes .....	35
Théorie des copules .....	36
Statistique des risques multiples.....	37
Économétrie financière .....	38
Séries temporelles avancées .....	40
UE4 - Ingénierie financière .....	42
Stratégies quantitatives et statistiques des hedge funds.....	42
Investissement socialement responsable .....	44
Théorie d'Évaluation des Actifs.....	45
UE5 - Culture Quant .....	47
Calcul stochastique .....	47
Calibration de processus stochastiques .....	48
Modèles de courbes de taux .....	49
UE – Projet de fin d'études.....	51
Projet méthodologique .....	51
Projet de fin d'études.....	52
Data challenge.....	53
UE - Séminaires Professionnels .....	54
Séminaires professionnels.....	54



# Présentation de la filière

## Philosophie pédagogique

L'objectif est de former des ingénieurs spécialistes de la finance quantitative, capables d'innover et de proposer de nouvelles méthodes d'analyse.

Pour cela, une grande importance est accordée à la mise en situation des élèves sur des cas concrets. Ainsi, la part des ateliers traitant de problématiques réelles représente plus du tiers de la totalité des enseignements.

L'accent est mis aussi sur les enseignements à forte spécialisation et à caractère innovant qui permettront aux élèves d'aiguiser leur esprit critique et leur créativité, essentiels aujourd'hui dans une industrie financière de plus en plus concurrentielle.

## Développement de compétences-métiers innovantes et d'avenir

La spécialisation de la filière permet de développer des compétences-métiers solides dans les domaines de la gestion des risques et de l'ingénierie financière.

**La Gestion des Risques** bancaires a acquis depuis une vingtaine d'années une dimension incontournable. Les banques ont besoin de s'appuyer sur des statisticiens, spécialistes de la gestion des risques et de méthodes statistiques avancées, capables de développer des modèles internes robustes. La récente crise financière confirme la nécessité de former des ingénieurs à la pointe de la réglementation et de ses techniques quantitatives.

**L'Ingénierie Financière** couvre une large palette de compétences et requiert des spécialistes connaissant parfaitement leur domaine d'application. La formation développe deux de ces domaines d'application : la gestion des actifs et la recherche quantitative des salles de marché.

La gestion des actifs connaît une forte croissance qui ne va pas tarir. Construire des outils quantitatifs efficaces pour bien gérer l'épargne financière est devenu indispensable. Les institutions financières ont alors besoin d'ingénieurs financiers compétents dans la gestion et la création de performance.

La recherche quantitative des salles de marché est composée de plusieurs métiers dont celui du "quant" statisticien. L'un de ses objectifs est de fixer le prix de produits dérivés complexes, dits "exotiques". La crise des "subprimes" a mis en évidence, entre autres, une mauvaise évaluation de produits dérivés de crédit. Les cellules de recherche quantitative ont donc besoin de statisticiens confirmés capables de donner un prix à des produits innovants.

Le développement de ces compétences-métiers nécessite un enseignement spécifique, exigeant et passionnant.

## Six domaines d'enseignements

La formation représente un aboutissement à la pluridisciplinarité développée lors des deux premières années en statistique, probabilités, économie/finance, informatique et anglais. Ces savoirs maîtrisés à l'issue des deux premières années sont appliqués au domaine de la gestion des risques et de l'ingénierie financière.

Pour répondre aux exigences de la filière, en plus du tronc commun à tous les élèves de troisième année, l'enseignement est divisé en six grands domaines.

### 1. Compléments en Econométrie

Approfondissement en économétrie dépassant le cadre des applications financières et développant une culture générale poussée en techniques économétriques, indispensable à tout ingénieur financier (Méthode des Moments Généralisée, GARCH, cointégration).

### 2. Gestion des Risques : Fondements

Enseignement des fondements de la gestion des risques bancaires : réglementation du comité de Bâle, typologie des risques, techniques et méthodes de scoring appliquées à la gestion des risques.

### 3. Gestion des Risques : Approfondissements

Approfondissement des techniques de gestion des risques via la théorie des valeurs extrêmes, pour déterminer des mesures de risque extrême précises, et la théorie des copules, pour mesurer de manière robuste des modèles de dépendance des risques multiples.

### 4. Gestion de la Performance

Enseignement des techniques récentes d'allocation d'investissement, des techniques de stratégies d'investissement quantitatives pour gérer et créer de la performance, des techniques afférentes aux "hedge funds" et enfin de celles permettant un investissement socialement responsable.

### 5. Culture Quant

Construction d'un socle solide de connaissances sur les produits dérivés, appelé culture quant : calcul stochastique, modèles de courbes de taux, techniques de calibration et de simulation. L'objectif est de comprendre la "fabrication" des produits dérivés, dans le but de les calibrer, de mesurer leur risque, ou encore de les utiliser dans un processus d'investissement.

### 6. Ingénierie Financière Avancée

Enseignement des dernières techniques en statistique financière : méthodes semi-paramétriques pour le scoring ; estimation non paramétrique de la densité risque-neutre.

Transversalement à ces six domaines d'enseignement, les applications en informatique (C++, VBA, R, Matlab) sont omniprésentes.

Des séminaires professionnels présentent la richesse des métiers du monde de la gestion des risques et de l'ingénierie financière à travers des sujets d'actualité et des témoignages de professionnels.

La langue anglaise n'est pas négligée puisqu'un enseignement donne lieu à l'écriture d'un mémoire en anglais ainsi qu'à une soutenance dans cette langue ; un enseignement est également dispensé en anglais.

## Partenariats entreprises

Pour appuyer son savoir-faire et son expertise, la filière a signé des partenariats avec deux des plus prestigieuses institutions financières françaises : la Société Générale et le Crédit Agricole S.A., ainsi qu'avec l'Autorité du Contrôle Prudentiel.

Ces partenariats, en plus de la reconnaissance de la formation, permettent de développer des échanges privilégiés via :

- des cours et des séminaires professionnels,
- des entretiens blancs avec les ressources humaines sur le campus de l'Ensaï,
- et des journées de recrutement privilégiées pour le stage de fin d'études.

De nombreux stages puis propositions d'emploi sont ainsi proposés aux étudiants.



BANQUE DE FRANCE

EUROSystème



## Certification AMF

Depuis le 1er juillet 2010, la certification professionnelle AMF (Autorité des Marchés Financiers) des acteurs de marché implique une vérification obligatoire du niveau des connaissances réglementaires et techniques des nouveaux employés exerçant une fonction de conseil, de vente, de contrôle ou encore d'analyse sur les produits financiers.

Un partenariat avec Bärchen, habilité à délivrer la certification AMF, a été signé pour permettre aux étudiants de l'Ensaï de passer l'examen dans des conditions tarifaires et de travail très favorables : 1 examen, 1 session de rattrapage, 4 examens blancs et 1 accès complet à la base des questions pendant 6 mois.

En outre, l'Ensaï est le centre d'examen pour des salariés ainsi que d'autres étudiants de Rennes et de ses environs.





## Option Formation Par la Recherche

Une formation par la recherche en Finance est ouverte aux étudiants de haut niveau de la filière Gestion des Risques et Ingénierie Financière désirant compléter leur cursus ingénieur par une formation universitaire en Finance de grande qualité à l'Institut de Gestion de Rennes.



Le diplôme proposé à l'IGR est le Master « Finance » de l'Université de Rennes 1, spécialité *Etudes et recherche en Finance*, dirigé par Nadia Saghi.

	Volume horaire					Enseignant-e-s
	Cours	Ateliers	Projets	Total	Crédits	
<b>UE0 Tronc commun</b>						
Droit du Travail	3	6		9	0.5	Charlotte GRUNDMAN
Anglais	30			30	1.5	
Sport		30		30	0	
<b>Total</b>	<b>33</b>	<b>36</b>	<b>0</b>	<b>69</b>	<b>2</b>	
<b>UE1 Machine learning</b>						
Machine learning	18	21		39	3	Hong-Phuong DANG, Romaric GAUDEL, Fabien NAVARRO, Brigitte GELEIN
Régression pénalisée et sélection de modèles	9	6		15	1	
Apprentissage statistique à grande échelle	9	9		18	1.5	Arthur KATOSSKY, Rémi PÉPIN
Webmining et traitement du langage	9	12		21	1.5	Arthur KATOSSKY
<b>Total</b>	<b>45</b>	<b>48</b>	<b>0</b>	<b>93</b>	<b>7</b>	
<b>UE2 Gestion des risques 1</b>						
Gestion des risques bancaires	24			24	1.5	Ali ZERRAD
Techniques et méthodes de scoring	12	18	6	36	2	Étienne DEMDAMI, Clément LEROUX
Gestion de la liquidité des actifs	12	6		18	1	Jean-Philippe MARY, Hugo ROUSSE
<b>Total</b>	<b>48</b>	<b>24</b>	<b>6</b>	<b>78</b>	<b>4.5</b>	
<b>UE3 Gestion des risques 2</b>						
Théorie des valeurs extrêmes	16,5			16,5	1	Marian HRISTACHE
Statistique des risques extrêmes	6	12	3	21	1	Nicolas JEANNELLE
Théorie des copules	9			9	0.5	Ali ZERRAD
Statistique des risques multiples	3	6	3	12	0.75	Ali ZERRAD
Économétrie Financière	12			12	0.75	Purevdorj TUVAANDORJ
Séries temporelles avancées	3	21		24	1	Vincent LEFIEUX
<b>Total</b>	<b>49.5</b>	<b>39</b>	<b>6</b>	<b>94,5</b>	<b>5</b>	
<b>UE4 Ingénierie financière</b>						
Stratégies quantitatives et hedge funds	15	15	6	36	2	Zélia CAZALET
Investissement socialement responsable	3	15		18	1	Tegwen LEBERTHE
Théorie d'Évaluation des Actifs	9	9		18	1	Kévin GIRON
<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>39</b>	<b>6</b>	<b>72</b>	<b>4</b>	
<b>UE5 Culture Quant</b>						
Calcul stochastique	18	12		30	1.75	Alexandre POPIER
Calibration de processus stochastiques	15	15		30	0.75	Salima EL KOLEI
Modèles de courbes de taux	6	18	6	30	1	Faiçal HIHI
<b>Total</b>	<b>39</b>	<b>45</b>	<b>6</b>	<b>90</b>	<b>3.5</b>	
<b>Projet de fin d'étude</b>						
Projet méthodologique		3	9	12	1	
Projet de fin d'étude		9	27	36	3	
Data Challenge		12		12	0	
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>24</b>	<b>36</b>	<b>60</b>	<b>4</b>	
<b>Séminaire professionnel</b>						
Séminaire professionnel	30			30	0	
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>30</b>	<b>0</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>271,5</b>	<b>255</b>	<b>60</b>	<b>586,5</b>	<b>30</b>	

<b>UE Stage 3A</b>	<b>Crédits 25</b>
--------------------	-----------------------



## **Descriptifs des enseignements du tronc commun**



UE0 - Tronc Commun

## **Droit du travail**

### ***Work Law***

Cours : 3h • Atelier : 6h

Enseignant : Charlotte GRUNDMAN, Avocat au Barreau de Paris.

Correspondant : Ronan LE SAOUT

### **Objectif pédagogique :**

La matière étant extrêmement vaste et complexe, il est ici proposé aux étudiants une approche didactique et vivante du sujet, l'objectif de l'enseignement étant de permettre aux étudiants qui travailleront dans un futur proche en entreprise d'avoir compris certaines notions pratiques essentielles en droit du travail.

### **Contenu de la matière**

A cette fin, et hormis le cours d'amphi, il sera systématiquement proposé aux étudiants, après l'étude d'une notion, un exercice visant à mettre en pratique la notion abordée.

Afin de satisfaire le plus possible à cet objectif, il est ainsi proposé l'organisation suivante des cours :

Cours commun (3 heures) :

Chapitre 1 : Comprendre d'où l'on vient pour savoir où on va :

- Introduction historique au droit du travail
- Les sources du droit du travail
  - sources imposées,
  - sources négociées
- Ordre public absolu et ordre public social

Chapitre 2 : les instances de contrôle du droit du travail

- L'inspecteur du travail
- Les multiples juges du droit du travail
- Point sur la procédure prud'homale

Chapitre 3 : Formation et exécution du contrat de travail

- la qualification du contrat de travail : « faux artisans, faux auto-entrepreneurs et vrai salarié ».
- le contrat à durée indéterminée, norme juridique et sociale
- la période d'essai après la loi du 25 juin 2008 : définition, durée et rupture
- les principales clauses du contrat de travail :
  - la clause de mobilité
  - la clause de non-concurrence

Chapitre 4 : la rupture du contrat à durée indéterminée

- le licenciement pour motif personnel

- le licenciement pour motif économique
- la démission du salarié
- les autres modes de rupture

Les TD :

La première heure de cours sera consacrée à l'étude d'un chapitre. Cet exposé sera suivi d'une mise en situation pratique, où les étudiants devront par groupe répondre à un cas pratique. Un rapporteur sera désigné par groupe, et la notation se fera à cette occasion.

Chapitre 1 : La modification du contrat de travail

*Modification du contrat de travail et changement des conditions de travail*

- la durée du travail (focus sur le forfait-jour)
- le lieu de travail
- la rémunération

Chapitre 2 : Le recrutement

Chapitre 3 : les droits fondamentaux du salarié

- Le fait religieux en entreprise
- Vie personnelle et technologies de l'information et de la communication (TIC)
- La mise en place de moyens de contrôle via les TIC en entreprise
- Harcèlements
- Maladie et maternité du salarié

**Langue d'enseignement**

Français

UE0 - Tronc Commun

## Anglais

### English

Cours : 30h (dont 15h d'aide au projet)

Enseignant : Divers intervenants

Correspondant : Todd DONAHUE

### Objectif pédagogique

Les élèves qui n'ont pas passé ou qui n'ont pas réussi le TOEIC en deuxième année continueront à progresser dans les compétences requises (la compréhension orale, la reconnaissance des erreurs, les pièges grammaticaux, et la compréhension écrite) pour obtenir le niveau B2. Les autres auront acquis les compétences nécessaires pour affronter le monde professionnel. Ils auront vu les tournures qui aident à diriger et à participer à des réunions, à prendre des décisions, et à négocier. Ils se seront entraînés à faire des présentations. Ils auront rédigé un projet en anglais et préparé la soutenance de ce projet.

### Contenu de la matière

Pour les élèves qui n'ont pas eu un score d'au moins 785 au TOEIC : pendant les 5 premières séances, les cours seront majoritairement dédiés à la préparation de cet examen. Les ressources informatiques de l'Ecole doivent aussi être mises à profit (pages Moodle, TOEIC Mastery), ainsi que les méthodes disponibles à la bibliothèque.

Pour les autres élèves, les cours seront organisés par filière et conçus afin de les préparer à affronter le monde professionnel sur le plan international. Les thèmes suivants seront traités : « Leading meetings », « Interviews », « Presentations », « Making decisions », et « Negotiating deals », et « Small Talk ».

Ensuite, les 5 dernières séances seront consacrées au projet anglophone dans chaque filière ainsi qu'à la préparation des soutenances orales. Chaque responsable de filière indiquera aux élèves le projet concerné et les modalités de notation. Les élèves recevront des consignes détaillées avant de démarrer ces cinq séances, afin d'arriver à la première séance avec une première version ou extrait de leur rapport en anglais prêt pour correction et relecture.

### Pré-requis

Aucun

### Contrôle des connaissances

L'examen final prend la forme d'une simulation d'entretien d'embauche. Cet examen oral durera environ 25 minutes, sera noté, et permettra d'évaluer le niveau d'expression orale sur l'échelle CECRL\*. Le CV et la lettre faite pour cet exercice seront collectés et évalués et feront partie de la note finale. Le niveau acquis apparaîtra sur le Supplément au diplôme. L'objectif de la CTI<sup>†</sup> pour tous les élèves ingénieurs est d'atteindre le niveau B2.

\* le Cadre européen commun de référence pour les langues.

### Références bibliographiques

- Arbogast, B., *30 Days to the TOEIC Test*, Canada: Peterson's, 2002.
- Schramper-Azar, B., *Understanding and Using English Grammar*, New York: Longman, 1999.
- Buckwalter, Elvis, et.al, *Boostez votre score au TOEIC-spécial étudiants*, Paris: Eyrolles, 2009.



- Gear, Jolene, *Cambridge Grammar and Vocabulary for the TOEIC Test*, Cambridge: Cambridge University Press, 2010.
- Lecomte, Stéphane, et. al, *La Grammaire au TOEIC et au TOEFL : Mode d'emploi*, Paris: Ophrys, 2008.
- Loughheed, Lin, *Tests complets pour le nouveau TOEIC (4<sup>ème</sup> ed.)*, Paris: Pearson Education France, 2008.
- MBA Center, *New TOEIC Study Book*, Paris: MBA Center Publications, 2007.

**Langue d'enseignement**

Anglais

***Pour tout complément d'information, chaque élève peut consulter le Programme des enseignements : Langues, disponible sur le site de l'école.***

UE0 - Tronc Commun

## **Sport**

### **Sport**

Atelier : 30h

Enseignant : Divers intervenants

Correspondant : Julien LEPAGE

*Cours facultatif*

### **Objectif de la matière**

L'objectif est d'amener les élèves à maintenir un esprit sportif, sortir du strict cadre académique et développer leurs capacités physiques.

### **Contenu de la matière**

9 activités sportives sont proposées par l'école :

- Badminton
- Basket
- Cross-Training
- Football
- Hand-ball
- Tennis de table
- Tennis débutant
- Volley-ball
- Course à pied/préparation physique/coaching sportif

Outre les entraînements, les élèves inscrits peuvent être amenés à participer à des compétitions.

### **Prise en compte dans la scolarité**

La participation à une activité sportive peut donner lieu à l'attribution d'un bonus ajouté sur la moyenne du semestre concerné. Le niveau de ce bonus est précisé dans une circulaire d'application en début d'année académique. Il varie selon l'assiduité aux séances, l'engagement et la participation aux compétitions tout au long de l'année.

Pour être définitive, la liste des élèves bénéficiant de ces bonus doit être validée par le directeur des études.

Un bonus peut être exceptionnellement attribué en dehors des activités sportives réalisées dans le cadre Ensaï. Pour y prétendre, les élèves concernés doivent remplir les 3 conditions suivantes :

- pratiquer régulièrement une activité sportive et participer aux compétitions liées ;
- posséder un niveau national (voir très bon niveau régional suivant le sport en question) ;
- déposer une demande argumentée auprès de la direction des études et du service sport en début d'année scolaire, afin de faire valider le programme d'entraînement, des compétitions et les modalités de diffusion des performances.

Pour certains ayant des contraintes sportives, des aménagements horaires pourront d'ailleurs être ainsi envisagés si besoin.

UE1 – Machine Learning

## Machine Learning

### *Machine Learning*

Cours : 18h • Atelier : 21h

Enseignants : Hong-Phuong DANG (Ensaï), Romaric GAUDEL (Ensaï), Fabien NAVARRO (Ensaï) et Brigitte GELEIN (Ensaï)

Correspondant : Arthur KATOSSKY (Ensaï)

### Objectif pédagogique

Ce cours présente les principes de l'apprentissage automatique (Machine Learning) ainsi que les modèles les plus utilisés.

### Contenu de la matière

- Principes de l'apprentissage automatique
  - Apprentissage supervisé vs. non-supervisé ; échantillon d'entraînement et de validation, overfitting, erreur de généralisation ; fonction de coût (loss function) et minimisation d'une erreur ; évaluation des méthodes non-supervisées ; méthodes vues en 2A en tant que méthodes d'apprentissage
- Réseaux de neurones
  - Principe des réseaux de neurones ; propriétés des réseaux de neurones simples ; descente de gradient ; réseaux de neurones profonds ; architectures particulières (ex: réseaux de convolution ; réseaux récurrents ; ...) ; réduction de la dimension à l'aide de réseaux de neurones (auto-encodeurs ; word2vec ; ...).
- Méthodes d'agrégation
  - Quelques rappels et approfondissements (CART, multiregression trees), Bagging, random forests, Boosting, XGBoost, Stacking (agrégation de modèles de types différents par construction d'un modèle « superviseur » qui combine au mieux les prédictions des modèles primaires.)
- Support Vector Machines
  - Classification par hyper-plan séparateur ; classifieur de marge maximale ; données non linéairement séparable et méthodes à noyau ; SVM multi-classe ; liens avec d'autres modèles (logistique, réseaux de neurones) ; descente de gradient

### Compétences

- Identifier comment résoudre une tâche par apprentissage automatique
- Choisir un modèle a priori adapté à une tâche
- Utiliser un modèle de l'état de l'art (SVM, réseau de neurones, forêt, ...)
- Comparer empiriquement différents modèles pour une tâche donnée

### Pré-requis

R, Python, algèbre linéaire, optimisation de fonctions

### Contrôle des connaissances

Des TP notés + un examen final

**Références bibliographiques**

- Andrew Ng. Machine Learning Yearning. Disponible gratuitement au lien <https://www.deeplearning.ai/machine-learning-yearning/>.
- Rémi Gilleron. Apprentissage machine - Clé de l'intelligence artificielle - Une introduction pour non-spécialistes. Ellipses.
- Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, and Aaron Courville. Deep Learning. 2016

**Langue d'enseignement**

Français

UE1 – Machine Learning

## Régression pénalisée et sélection de modèles

### *Penalized problems and model selection*

Cours : 9h • Atelier : 6h

Enseignants : Cédric HERZET (INRIA) & Clément ELVIRA (INRIA)

Correspondant : Arthur KATOSSKY (Ensaï)

#### Objectif pédagogique

De nombreuses tâches d'apprentissage et de traitement du signal visent à retrouver un ensemble de grandeurs inconnues (état d'un système, modèle génératif, etc) à partir de données.

Malheureusement, dans de nombreuses situations, les données disponibles s'avèrent insuffisantes pour lever l'ambiguïté sur les quantités à inférer ou les estimer avec une précision suffisante.

Une manière classique de contourner ce problème consiste à introduire une information « a priori » sur la solution recherchée.

Plus particulièrement, dans ce cours nous montrons comment lever l'ambiguïté inhérente à certains problèmes en « pénalisant » les solutions ne présentant pas certaines caractéristiques d'intérêt.

L'objectif de ce cours est d'identifier et manipuler les méthodes de pénalisation les plus courantes.

#### Contenu de la matière

- Identifier la pénalisation la plus adaptée à une tâche
- Résoudre un problème d'optimisation comportant un terme de régularisation
- Régler les paramètres du modèle

#### Pré-requis

- Algèbre linéaire
- Optimisation convexe
- Programmation en Python

#### Contrôle des connaissances

TP notés + examen final

#### Références bibliographiques

- C. Bishop. Pattern recognition and machine learning. Springer-Verlag New York, 2006.
- S. Foucart and H. Rauhut. A mathematical introduction to compressive sensing. Applied and Numerical Harmonic Analysis. Birkhäuser, 2013.
- D. P. Bertsekas. Nonlinear Programming. Athena Scientific, USA, 2003.

#### Langue d'enseignement

Français

UE1 – Machine Learning

## Apprentissage statistique à grande échelle

### *Large-scale Machine-Learning*

Cours : 9h • Atelier : 9h

Enseignant : Arthur KATOSSKY (Ensaï) et Rémi PEPIN (Ensaï)

Correspondant : Arthur KATOSSKY (Ensaï)

### Objectif de la matière

Au cours de la dernière décennie, nous avons assisté à l'émergence d'applications numériques nécessitant de faire face à de gigantesques quantités de données, générées de plus en plus rapidement. Ces applications (surveillance de réseaux, biologie et médecine, applications financières, réseaux sociaux, etc.) nécessitent un besoin grandissant de techniques capables d'analyser et de traiter ces grandes masses d'information, avec précision et efficacité. La statistique rejoint ici les sciences du numérique, et plus précisément l'informatique répartie, pour proposer de nouvelles approches, relatives au Big Data. Les techniques et les modèles doivent prendre en compte le volume pléthorique de ces données, mais également leur génération rapide en continu (vélocité) ainsi que la diversité de leur format (variété) et la qualité de l'information (véracité), appelés communément les 4V du Big Data.

### Contenu de la matière

- Les différents « v »
- Principes, avantages et inconvénients d'un système réparti
- connaître les stratégies de tolérance aux fautes (duplication des données, exécution avec erreurs)

### Compétences

- Identifier l'architecture adaptée à une tâche (exécution séquentielle et/ou parallèle, exécution en mémoire et/ou en flux, exécution locale et/ou distante).
- Lancer des calculs sur une architecture Big Data (notamment, appliquer les paradigme Map-Reduce).
- exécuter des calculs volumineux – et en particulier des calculs statistiques – sur des prestataires de calcul (IaaS ou PaaS comme Amazon Web Service, Google Cloud Platform ou autre)

### Pré-requis

Algorithmique.

### Contrôle des connaissances

À déterminer.

### Références bibliographiques

- Analyses des Big Data : quels usages, quels défis ? Note d'analyse du Commissariat général à la stratégie et la prospective
- Pirmin Lemberger, Marc Batty, Médéric Morel, Jean-Luc Raffaëlli. Big Data et machine learning - Manuel du data scientist, Dunod, 2015.
- Rudi Bruchez. Les bases de données NoSQL et le BigData : Comprendre et mettre en œuvre, Eyrolles (2015)

## **Langue d'enseignement**

Français.

UE1 – Machine Learning

## **Webmining et traitement du langage**

### ***Webmining et NLP***

Cours : 9h • Atelier : 12h

Enseignant : Arthur KATOSSKY (Ensaï)

Correspondant : Arthur KATOSSKY (Ensaï)

#### **Objectif pédagogique :**

Le cours de *webmining & natural language processing* répond à plusieurs objectifs :

- pratiquer la collecte de données, l'extraction d'information et l'appariement de sources
- équiper les élèves avec des outils théoriques pour l'étude des données textuelles
- faire comprendre les grandes approches qui structurent le foisonnement de modèles de la langue
- présenter des exemples concrets d'applications dans les différents domaines d'application des élèves
- donner la capacité de réaliser des tâches classiques en étude de texte: classification, analyse de sentiment, détection d'entités, etc.

#### **Contenu de la matière**

- Introduction au traitement automatique du langage (*natural language processing*)
- Grandes catégories de modèles : *bag-of-words* et *tf-idf* ; réseaux de neurones (LSTM, GRU, etc.) ; plongements de mots (word2vec, GloVe, fasttext, Elmo, BERT, etc.) ; modèles probabilistes (HMM, CRF, LDA, etc.)
- Applications : classification, analyse de sentiment, détection d'entités, etc.
- Traitement de données textuelles et extraction d'information
- Collecte de données sur le web et utilisation d'une API

#### **Pré-requis**

Apprentissage statistique (réseaux de neurones) ; apprentissage statistique à grande échelle ; statistique bayésienne ; chaînes de Markov

#### **Contrôle des connaissances**

Projet

#### **Références bibliographiques**

Communiquée ultérieurement

#### **Langue d'enseignement**

Français.





## **Descriptifs des enseignements de la filière**



UE2 - Gestion des Risques 1

## **Gestion des risques bancaires**

### ***Banking Risk Management***

Cours : 24h

Enseignant : Ali ZERRAD (HSBC)

Correspondant : Samuel DANTHINE

*Enseignement destiné aux élèves de la filière "Gestion des Risques et Ingénierie Financière".*

#### **Objectif pédagogique**

L'objectif de ce cours est d'apporter aux étudiants des connaissances fondamentales, tant théoriques que pratiques, sur la gestion des risques au sein des institutions bancaires. Il présentera les différents types de risques et l'environnement réglementaire, ainsi que les modèles et indicateurs déployés pour quantifier les principaux risques que sont les risques de marché, de crédit et opérationnel.

#### **Contenu de la matière**

##### **Chapter 1: Introduction**

1. Risk Management
2. Panorama of banking risks
3. Bank balance sheet and bank capital
4. Theory of risk
5. The regulatory framework: from Basel 1 to Basel IV

##### **Chapter 2: Market Risk**

1. Market Risk generalities
2. Market Risk sensitivities
3. Value-At-Risk and Expected Shortfall
  - 3.1. Historical approach
  - 3.2. Parametric approach
  - 3.3. Monte Carlo approach
  - 3.4. Non-linear Instruments
  - 3.5. Backtesting
4. Stress Testing
5. Regulatory Framework
  - 5.1. Basel IV (FRTB): Standardized Approach
  - 5.2. Basel IV (FRTB): Internal Model Approach

##### **Chapter 3: Credit Risk**

1. Key Concepts of Credit Risk
  - 1.1. Credit Risk Definition
  - 1.2. Credit Risk measures
2. The market of Credit Risk
  - 2.1. Loan market
  - 2.2. Bond market
  - 2.3. Securitization and Credit Derivatives
3. Regulatory framework
  - 3.1. Basel II: The Standardized approach
  - 3.2. Basel II: Internal ratings-based approach
4. Credit Risk Modelling
  - 4.1. Probability of default
  - 4.2. Loss Given Default
  - 4.3. Exposure at Default

##### **Chapter 4: Counterparty Credit Risk and Credit Value Adjustment**

1. Counterparty Credit Risk
  - 1.1. Counterparty Credit Risk definition
  - 1.2. Counterparty risk exposure definition and metrics
  - 1.3. Counterparty risk mitigation
  - 1.4. Regulatory Framework (Basel III)
2. Credit Value Adjustment
  - 2.1. Credit Value Adjustment definition
  - 2.2. Unilateral and Bilateral Credit Value Adjustment
  - 2.3. Credit Value Adjustment in practice
  - 2.4. Regulatory Framework (Basel III)

#### **Chapter 5: Operational Risk**

1. Operational Risk definition
2. Operational Risk classification
3. Regulatory framework
  - 3.1. Basel II: Basic Indicator approach
  - 3.2. Basel II: Standardized approach
  - 3.3. Basel II: Advanced measurement approaches
  - 3.4. Basel IV Standardised Measurement Approach
4. Loss Distribution approach
  - 4.1. Loss Distribution estimation
  - 4.2. Capital charge calculation
  - 4.3. Incorporating scenario analysis

#### **Pré-requis**

Ce cours nécessite une bonne assimilation du cours de Finance de marché et des bases du calcul stochastique ainsi que la maîtrise des outils statistiques usuels.

#### **Contrôle des connaissances**

Examen écrit

#### **Références bibliographiques**

- DENUIT M. et CHARPENTIER A., 2004, *Mathématiques de l'assurance non-vie – Tome 1 : Principes fondamentaux de théorie du risque*, Economica, 2004.
- DIETSCH M., PETEY J., 2008, *Mesure et gestion du risque de crédit dans les institutions financières*, 2<sup>ème</sup> édition, Revue Banque Édition.
- ENGELMANN B., 2006, *The Basel II risk parameters: estimation, validation and stress testing*.
- FRACHOT A., MOUDOULAUD O. et RONCALLI T., 2003, *Loss Distribution Approach in Practice*, in *The Basel Handbook: A Guide for Financial Practitioners*, Risk Books.
- GOURIÉROUX C. et TIOMO A., 2007, *Risque de crédit : une approche avancée*, Economica.
- Green, A. (2015). XVA: Credit, Funding and Capital Valuation Adjustments. John Wiley & Sons
- JORION P., 2007, *Value-at-Risk: the new benchmark for controlling market risks (3<sup>rd</sup> ed.)*.
- McNEIL A.J., FREY R. et EMBRECHTS P., 2005, *Quantitative Risk Management: Concepts, Techniques and Tools*, Princeton Series in Finance.
- RONCALLI T., 2009, *La Gestion des Risques Financiers*, 2<sup>ème</sup> édition, Economica.
- Ruiz, I. (2015). XVA Desks-a New Era for Risk Management: Understanding, Building and Managing
- Counterparty, Funding and Capital Risk. Springer

#### **Langue d'enseignement**

Anglais.

UE2 - Gestion des Risques 1

## Techniques et méthodes de scoring

### *Scoring Techniques and Methods*

Cours : 12h • Atelier : 18h • Projet : 6h

Enseignants : Etienne DEMDAMI (LCL), Clément LEROUX (LCL)

Correspondant : Samuel DANTHINE

*Enseignement destiné aux élèves de la filière "Gestion des Risques et Ingénierie Financière".*

### Objectif pédagogique

L'objectif de ce cours est de présenter aux élèves de troisième année l'ensemble des outils de scoring et leur application dans différents secteurs d'activité. Le cours s'axera également sur l'approche métier et la gestion de projet en appliquant les diverses méthodologies abordées sur un exemple concret de mise en situation.

### Contenu de la matière

1. Principes du scoring
2. Les modèles classiques (Analyse discriminante, régression logistique)
3. Autres types de modèles (Régression polytomique, durée de vie...)
4. Performance d'un score, choix de seuil et suivi
5. Choix des données et biais de sélection
6. Traitement et sélection des variables

### Pré-requis

Régression sur variable catégorielle, statistique inférentielle, statistique non paramétrique, durée de vie.

### Contrôle des connaissances

Projet.

### Références bibliographiques

- ARDILLY, P., 2006, *Les techniques de sondage*, Technip.
- CELEUX, G., 1990, *Analyse discriminante sur variables continues*, INRIA, Collection didactique.
- DAUXOIS, J.Y., 1999, *Statistique de durée de vie*, Polycopié ENSAI.
- DAVIDSON, R. & MACKINNON, J.G., 1993, *Estimation and Inference in Econometrics*, Oxford University Press.
- DROESBEKE, J.J., FICHET, B. & TASSI, P., 1989; *Analyse statistique des durées de vie — Modélisation des données censurées*, Economica.
- FAUSSET, L., 1994, *Fundamentals of Neural Networks — Architectures, Algorithms and applications*, Prentice Hall.
- GOURIEROUX, C., 1989, *Econométrie des variables qualitatives (2<sup>e</sup> éd.)*, Economica.
- LECOUTRE, J.P. & TASSI, P., 1987, *Statistique non-paramétrique et robustesse*, Economica.
- LOLLIVIER, S., 1990, *Modèles univariés et modèles de durée sur données individuelles*, ENSAE.
- MAROT, E. & GEORGES, P., 2006, *Techniques de scoring et applications bancaires*, Polycopié ENSAI.
- MOREAU, A., 1999, *Econométrie des modèles de durée*, ENSAE.
- PASQUIER, N., 2000, *Data Mining : Algorithmes d'Extraction et de Réduction des Règles d'Association dans les Bases de Données*, Laboratoire d'Informatique et de Modélisation des Organisations et des Systèmes, Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand.
- PIQUEPE, O., 2006, *Technique d'analyse de données*. Central Paris ?
- SAPORTA, G., 2011, *Probabilités, analyse des données et statistique (3 éd.)*, Technip.

**Langue d'enseignement**

Français.

UE2 - Gestion des Risques 1

## Gestion de la liquidité de actifs

### ***Asset Liquidity Management***

Cours : 12h • Atelier : 6h

Enseignants : Jean-Philippe MARY et Hugo ROUSSE

Correspondant : Samuel DANTHINE

*Enseignement destiné aux élèves de la filière "Gestion des Risques et Ingénierie Financière".*

### **Objectif pédagogique**

Ce cours constitue une introduction aux problématiques ALM bancaires, problématiques tenant une place essentielle dans la gestion financière courante d'un établissement bancaire. Ce module s'articule autour de deux grandes parties – qui seront précédées d'une introduction générale sur l'ALM –, la première consacrée aux risques de liquidité, la seconde au risque de taux d'intérêt général.

S'agissant du risque de liquidité, l'objectif est de définir ce pan de l'ALM au centre des préoccupations des banquiers et superviseurs depuis 2007 ; puis de présenter les différentes mesures existantes aujourd'hui, qu'elles émanent des autorités de supervision ou des banques via leurs modèles internes. En dernier lieu, un TD sera consacré à la construction d'un modèle de stress test de liquidité.

La deuxième partie explique pourquoi la banque est exposée au risque de variation de taux et comment ce risque est mesuré. Le cours présente ensuite les modèles utilisés pour évaluer le risque de taux, comment ces modèles sont mis en place et enfin comment ils sont validés. Le dernier chapitre est consacré à des exemples précis de modélisation pour 2 produits d'épargne communs : le compte courant et le plan épargne logement.

Chaque partie comporte des TD qui se feront en Excel/VBA. Ces TD permettront aux étudiants d'acquérir les notions de base pour mesurer et quantifier le risque de liquidité et le risque de taux.

### **Contenu de la matière**

#### **Introduction**

#### **Partie A : Risque de liquidité**

##### I- Définition(s) du risque de liquidité

- Risque d'illiquidité (risque de transformation)
- Risque de prix sur la liquidité (coût de financement)
- Risque lié à la liquidité de marché (prix des actifs)

##### II- Sources et conséquences du risque de liquidité

- Analyse des différents canaux de transmission d'une crise de liquidité
- Analyse de cas concrets (Northern Rock, Dexia, ...)

##### III- Mesure du risque de liquidité

- Ratios
- Gap statique ou dynamique, notion de convention d'écoulement

##### IV- Réglementation



- Ratios réglementaires : ratio de liquidité français, LCR, NSFR

V- Stress Tests

- TD

### **Partie B : Risque de taux**

I- Rappel sur l'ALM

II- Définition du risque de taux

III- La mesure du risque de taux

- Exemple avec un bilan simplifié

- Gap (ou impasse) de taux

IV- Couverture du risque de taux

V- Production nouvelle et écoulement du bilan

VI- Convention d'écoulement

VII- Stratification

VIII- Backtesting

IX- Exemples

- Compte courant

- Plan épargne logement

### **Références bibliographiques**

- Introduction à la gestion Actif-Passif, P. Demey, A. Frachot, G. Riboulet, Economica
- Handbook of Asset and Liability Management, A. Adam, Wiley Finance
- Gestion Actif-Passif et tarification des services bancaires, M. Dubernet, Economica
- [www.afgap.org/](http://www.afgap.org/)

UE3 - Gestion des Risques 2

## **Théorie des valeurs extrêmes**

### ***Extreme Value Theory***

Cours : 16h30

Enseignant : Marian HRISTACHE (Ensaï)

Correspondant : Salima EL KOLEI

*Enseignement destiné aux élèves des filières "Génie Statistique" et "Gestion des Risques et Ingénierie Financière".*

### **Objectif pédagogique**

A l'issue de cet enseignement, les élèves devront connaître les trois types de lois de valeurs extrêmes, comprendre comment on les obtient comme lois limites du maximum (minimum) d'un échantillon, savoir caractériser leur domaines d'attraction et estimer leurs paramètres.

### **Contenu de la matière**

1. Comportement asymptotique des sommes des variables i.i.d.
  - 1.1. Lois de grands nombres
  - 1.2. Lois stables
  - 1.3. Fonctions à variation lente à l'infini
  - 1.4. Domaine d'attraction d'une loi stable
2. Comportement asymptotique des observations extrêmes
  - 2.1. Limite en probabilité
  - 2.2. Convergence en loi
  - 2.3. Domaines d'attraction pour les lois max-stables
  - 2.4. Conditions de Von Mises
  - 2.5. Comportement asymptotique des k-statistiques extrêmes
3. Estimation dans les modèles de valeurs extrêmes
  - 3.1. Modèles de valeurs extrêmes et lois de Pareto généralisées
  - 3.2. Méthode du maximum de vraisemblance
  - 3.3. Méthode des moments pondérés
4. Estimation de l'indice de queue
  - 4.1. Estimateur de Pickands
  - 4.2. Estimateur de Hill
  - 4.3. Estimateur de Dekker-Einmahl-De Haan

### **Pré-requis**

Probabilités et Statistique de première année.

### **Contrôle des connaissances**

Examen écrit.

### **Références bibliographiques**

- J. BEIRLANT, Y. GOEGBEUR, J. SEGERS, J. TEUGELS, *Statistics of Extremes*, Wiley, 2004
- J. BEIRLANT, J. TEUGELS, P. VYNCKIER, *Practical Analysis of Extreme Values*, Leuven University Press, 1996
- E. CASTILLO, *Extreme Value Theory in Engineering*, Academic press, 1988
- P. EMBRECHTS, C. KLUPPELBERG, T. MIKOSCH, *Modelling Extremal Events for Insurance and Finance*, Springer, 1997
- J. GALAMBOS, *The Asymptotic Theory of Extreme Order Statistics*, (2<sup>nd</sup> ed.), Robert E. Krieger Publishing Company, 1987
- J. GALAMBOS, *Advanced Probability Theory* (2<sup>nd</sup> ed.), Dekker, New York, 1995

- S. KOTZ, S. NADARAJAH, *Extreme Value Distributions. Theory and Applications*, Imperial College Press, 2000
- R-D. REISS, M. THOMAS, *Statistical Analysis of Extreme Values (3<sup>rd</sup> ed.)*, Birkhäuser, 2007
- S.I. RESNICK, *Extreme Values, Regular Variation and Point Processes*, Springer, 1987

**Langue d'enseignement**

Français.

UE3 - Gestion des Risques 2

## Statistique des risques extrêmes

### *Statistics of extreme risks*

Cours : 6h00 • Atelier : 12h00 • Projet : 3h00

Enseignant : Nicolas JEANNELLE (Crédit Agricole S.A.)

Correspondant : Samuel DANTHINE

*Enseignement destiné aux élèves de la filière "Gestion des Risques et Ingénierie Financière".*

### Objectif pédagogique

L'objectif de ce cours est d'étudier les méthodes statistiques inhérentes à la mesure des risques extrêmes et d'appliquer différents modèles paramétriques à l'estimation de Value-at-Risk. Dans ce cadre, la théorie des valeurs extrêmes, ainsi que des modèles à volatilité conditionnelle (GARCH) seront mis en œuvre pour déterminer des Value-at-Risk précises.

### Contenu de la matière

1. Value-at-Risk : fondements et premières formalisations
  - 1.1. Fondements de la VaR
  - 1.2. Méthodes non-paramétriques
  - 1.3. Modélisations paramétriques
2. Value-at-Risk et modélisation des extrêmes
  - 2.1. Modélisation des maxima par blocs
  - 2.2. Modélisation de la distribution des excès
  - 2.3. Value-at-Risk statique
  - 2.4. Value-at-Risk dynamique

### Pré-requis

Théorie des valeurs extrêmes, inférence statistique, modèle GARCH.

### Contrôle des connaissances

Projet.

### Références bibliographiques

- CLAUSS, P., 2011, *Gestion de Portefeuille*, Dunod.
- EMBRECHTS, P., KLUPPELBERG, C. & MIKOSCH, T., 1997, *Modelling Extremal Events for Insurance and Finance*, Springer, Berlin.
- FREY, R & MCNEIL, J., 2000, *Estimation of Tail-Related Risk Measures for Heteroscedastic Financial Time Series: an Extreme Value Approach*, *Journal of Empirical Finance*, 7, 271-300.

### Langue d'enseignement

Français.

UE3 - Gestion des Risques 2

## **Théorie des copules**

### ***Copula theory***

Cours : 9h00

Enseignant : Ali ZERRAD (HSBC)

Correspondant : Samuel DANTHINE

*Enseignement destiné aux élèves de la filière "Gestion des Risques et Ingénierie Financière".*

### **Objectif pédagogique**

L'objectif de ce cours est tout d'abord de définir le concept de copule, outil mathématique permettant d'isoler la structure de dépendance entre plusieurs variables aléatoires. Cet enseignement abordera en particulier l'application des copules pour « corrélérer » les différents facteurs afférents à un risque donné.

### **Contenu de la matière**

1. Définition et propriétés des copules
  - 1.1. Définition
  - 1.2. Propriétés
  - 1.3. Mesures de dépendance
  - 1.4. Dépendance de queue
2. Copules paramétriques
  - 2.1. Copule gaussienne
  - 2.2. Copule Student
  - 2.3. Copules archimédiennes
  - 2.4. Copules de valeurs extrêmes
3. Mise en œuvre des copules
  - 3.1. Méthodes de simulation
  - 3.2. Méthodes d'inférence statistique
  - 3.3. Critères d'ajustement

### **Pré-requis**

Probabilités, inférence statistique, méthodes de simulation.

### **Contrôle des connaissances**

Examen écrit.

### **Références bibliographiques**

- GENEST, C., RÉMILLARD, B., & BEAUDOIN, D., 2007, *Goodness-of-fit tests for copulas : A review and a power study*, Insurance Mathematics and Economics, 199-213.
- NELSEN, R.B., 2006, *An Introduction to Copulas (2<sup>nd</sup> ed.)*, Springer.
- RONCALLI, T., 2009, *La Gestion des Risques Financiers (2<sup>e</sup> éd.)*, Economica.

### **Langue d'enseignement**

Français.

UE3 - Gestion des Risques 2

## Statistique des risques multiples

### *Statistics of multiple risks*

Cours : 3h00 • Atelier : 6h00 • Projet : 3h00

Enseignant : Ali ZERRAD (HSBC)

Correspondant : Samuel DANTHINE

*Enseignement destiné aux élèves de la filière "Gestion des Risques et Ingénierie Financière".*

### Objectif pédagogique

À travers l'étude de modèles de risque de crédit (modèle de Merton, modèle à intensité), l'objectif de ce cours est d'appliquer la théorie des copules à la modélisation de la dépendance entre actifs financiers afin de quantifier précisément le niveau de risque.

### Contenu de la matière

1. Aspects multidimensionnels du risque
  - 1.1. Agrégation des risques de marché
  - 1.2. Charge en capital pour le risque opérationnel
2. Modélisation de la probabilité de défaut
  - 2.1. Approche par les ratings
  - 2.2. Modèle de Merton
  - 2.3. Modèle à intensité constante
3. Mesure du risque crédit
  - 3.1. Modélisation du taux de recouvrement
  - 3.2. Modélisation de la dépendance des défauts
  - 3.3. Estimation d'une CreditVaR

### Pré-requis

Théorie des copules, calcul stochastique, chaînes de Markov.

### Contrôle des connaissances

Projet.

### Références bibliographiques

- DE SERVIGNY, A., METAYER, B. & ZELENKO, I., 2006, *Le risque de Crédit (3<sup>e</sup> éd.)*, Dunod.
- MERTON, R.C., 1974, *On the Pricing of Corporate Debt : the Risk Structure of Interest Rates*, Journal of Finance, 29, 449-470.
- RONCALLI, T., 2009, *La Gestion des Risques Financiers (2<sup>e</sup> éd.)*, Economica.

### Langue d'enseignement

Français.

UE - Compléments en économétrie

## Économétrie financière

### *Financial econometrics*

Cours : 12h

Enseignant : Purevdorj TUVAANDORJ (ENSAI)

Correspondant : Samuel DANTHINE

*Enseignement destiné aux élèves de la filière "Gestion des Risques et Ingénierie Financière"*

#### **Objectif pédagogique**

This course will cover the fundamentals of financial econometrics. The objective of the course is to introduce students to the basic characteristics of financial data, and provide an account of the statistical models that intend to capture these empirical regularities. Estimation and evaluation of financial econometric models, and prediction of financial time series will be covered

#### **Contenu de la matière**

1. Introduction to financial econometrics: facts about returns, empirical properties of financial time series, heavy tailed distributions, asset return predictability

Tsay (2001)-Ch. 1

2. Stochastic discount factor models: CCAPM, linear factor models, Fama-French factor model, GMM estimation and inference

Cochrane (2009)-Ch.9-13

3. Volatility models: ARCH, GARCH, SV (stochastic volatility) models, forecasting volatility

Tsay (2001)-Ch. 3

4. Multivariate models: multivariate volatility models, factor models, dynamic conditional correlation model

Tsay (2001)-Ch. 10, 11

#### **Pré-requis**

Econométrie 2A

#### **Contrôle des connaissances**

Assignments 40%, Final 60%

**Références bibliographiques**

Campbell, J. Y., Lo, A. W. & MacKinlay, A. C. (1997), *The Econometrics of Financial Markets*, Princeton University Press, New Jersey.

Cochrane, J. H. (2009), *Asset Pricing: (Revised Edition)*, Princeton University Press.

Fan, J. & Yao, Q. (2017), *The Elements of Financial Econometrics*, Cambridge University Press.

Newey, W. K. & McFadden, D. (1994), Large sample estimation and hypothesis testing, in R. F. Engle & D. L. McFadden, eds, 'Handbook of Econometrics, Volume 4', North- Holland, Amsterdam, chapter 36, pp. 2111–2245.

Tsay, R. S. (2001), *Analysis of Financial Time Series: Financial Econometrics*, John Wiley & Sons, New York.

**Langue d'enseignement**

Anglais.



UE3 Gestion des risques 2

## Séries temporelles avancées

### *Advanced Time Series*

Cours : 3h • Atelier : 21h

Enseignant : Vincent LEFIEUX (RTE, UPMC)

Correspondant : Samuel DANTHINE

*Enseignement destiné aux élèves des filières « Génie statistique » et « Gestion des Risques et Ingénierie Financière »*

#### Objectif pédagogique

L'objectif principal du cours est la présentation des techniques d'analyse des séries temporelles multivariées couramment utilisées dans les applications. Deux cas sont distingués : séries stationnaires et séries non-stationnaires. Dans le cas stationnaire, il s'agit principalement de l'étude des modèles VAR (vectoriels auto-régressifs). Dans le cas non-stationnaire le cours se concentre sur l'inférence en présence de racines unités et à l'estimation de relations de cointégration. Le cours commence par un rappel de l'approche ARMA et des modèles (G)ARCH pour les séries univariées.

L'objectif de l'atelier est de mettre en œuvre les méthodes d'estimation et de test présentées dans la partie cours qui se déroule en parallèle. Les concepts théoriques seront illustrés par des données réelles traitées à l'aide du logiciel SAS.

#### Contenu de la matière

1. Processus stationnaires (rappels/extensions):
  - 1.1. Modélisation de l'espérance conditionnelle – les processus ARMA et extensions SARIMA.
  - 1.2. Modélisation de la variance conditionnelle – les processus (G)ARCH et leurs Extensions.
2. Processus non stationnaires univariés:
  - 2.1. Différentes formes de non stationnarité : tendance déterministe et racine unité.
  - 2.2. Tests de racine unité.
3. Processus stationnaires : les modèles VAR
  - 3.1. Stationnarité.
  - 3.2. Estimation et tests.
  - 3.3. Causalité et test de non causalité.
4. Processus non stationnaires: les processus à racine unité et cointégration.
  - 4.1. Cointégration – théorème de Granger et modèle à correction d'erreurs.
  - 4.2. Cointégration – modèle vectoriel à correction d'erreurs.

#### Pré-requis

Cours Séries temporelles 1 en deuxième année.

#### Contrôle des connaissances

Projet.

#### Références bibliographiques

- BANERJEE, A., DOLADO, J.J., GALBRAITH, J.W., & HENDRY, D.F., 1993, *Co-integration, Error Correction, and the Econometric Analysis of non-stationary data*, Oxford University Press, New-York.
- BROCKWELL, P.J., & DAVIS, R.A., 1998, *Time Series : Theory and Methods*, Springer Series in Statistics, Springer Verlag, Second Edition.

- BROCKWELL, P.J., & DAVIS, R.A., 2002, *Introduction to Time Series and Forecasting (2<sup>nd</sup> ed.)*, Springer-Verlag, New-York.
- BOURBONNAIS, R., 2011, *Econométrie*, 8<sup>ème</sup> ed, Dunod.
- FRANCO, C., & ZAKOIAN, J., 2009, *Modèles GARCH*, Economica.
- GOURIEROUX, G., 1992, *Modèles ARCH et applications financières*, Economica.
- GOURIEROUX, G., & MONFORT, A., 1995, *Séries temporelles et modèles dynamiques*, 2<sup>ème</sup> ed., Economica.
- HAMILTON, J.D., 1994, *Time Series Analysis*, Princeton Univ. Press.
- MADDALA, G.S., & KIM, I.M., 1998, *Unit Roots, Cointegration and Structural Change*, Cambridge University Press.
- MIGNON, V., LARDIC, S., 2002, *Econométrie des séries temporelles macroéconomiques et financières*, Economica.
- PFAFF, B., 2008, *Analysis of Integrated and Cointegrated Time Series with R*, 2nd ed., Springer.
- TSAY, R.S., 2010, *Analysis of Financial Time Series*, 3rd edition, Wiley.

**Langue d'enseignement**

Français.

UE4 - Ingénierie financière

## Stratégies quantitatives et statistiques des hedge funds

### *Quantitative Strategies and Statistics of Hedge Funds*

Cours : 15h • Atelier : 15h • Projet : 6h

Enseignant : Zélia CAZALET (LYXOR Asset Management)

Correspondant : Samuel DANTHINE

*Enseignement destiné aux élèves de la filière "Gestion des Risques et Ingénierie Financière".*

### Objectif pédagogique

L'objectif de ce cours est d'appliquer des techniques quantitatives (méthodes d'optimisation, Machine Learning, Filtre de Kalman) pour créer de la performance financière. Nous étudierons plusieurs cas de stratégies dynamiques qu'il faudra appliquer sur des données réelles.

Ce projet sera en outre accompagné de 10 heures d'aide au projet en anglais.

### Contenu de la matière

1. Optimisation de portefeuille
  - 1.1. Allocation de Markowitz
  - 1.2. CAPM, Modèle de Fama-French
  - 1.3. Stratégies Smart Beta
  - 1.4. Allocation tactique de Black-Litterman
2. Outils économétriques comme moteur de performance
  - 2.1. Régression linéaire
  - 2.2. Filtre de Kalman
  - 2.3. Maximum de vraisemblance
  - 2.4. Méthodes de Machine Learning
3. Stratégies quantitatives
  - 3.1. Gestion structurée
  - 3.2. Stratégies optionnelles
  - 3.3. Stratégies de volatilité
  - 3.4. Stratégies d'arbitrage et de portage
  - 3.5. Stratégies de Momentum
  - 3.6. Stratégie Global Macro
4. Qu'est ce qu'un hedge fund?
  - 4.1. Histoire
  - 4.2. Stratégies
  - 4.3. Faits stylisés
5. Véhicules d'investissement
  - 5.1. Single hedge fund
  - 5.2. Fond de hedge funds
  - 5.3. Plateforme de managed account
  - 5.4. Indice investissable
  - 5.5. Replication de hedge funds
6. Allocation Stratégique

### Pré-requis

Séries temporelles, Régression linéaire, Finance de marché, Allocation des actifs, Statistique bayésienne, R.

**Contrôle des connaissances**

Projet avec soutenance orale. Rapport et soutenance en anglais.

**Références bibliographiques**

- CAZALET Z., GRISON P. and RONCALLI T. (2013), *The Smart Beta Indexing Puzzle*, *Working Paper*, Lyxor Asset Management.
- CAZALET Z. and ZHENG B., ZHENG (2011), *From Niche to Mainstream: A New Approach to Utilizing Hedge Funds in Strategic Asset Allocation*, *Lyxor White Paper Series*, Lyxor Asset Management.
- CLAUSS, P., 2011, *Gestion de Portefeuille*, Dunod.
- HARVEY, A.C., 1989, *Forecasting, Structural Time Series Models and the Kalman Filter*, Cambridge University Press.
- HASTIE T., TIBSHIRANI R. and FRIEDMAN J. (2009), *The Element of Statistical Learning*, New York: Springer, 2(1).
- HENRY, G.M., 2008, *Les Hedge Funds*, Eyrolles.
- FAMA E.F. and FRENCH K.R. (1992), *The Cross-Section of Expected Stock Returns*, *Journal of Financial Economics*, 33(1), pp. 3-56.
- LHABITANT, F.S., 2011, *Handbook of hedge funds*, Wiley.
- RONCALLI, T., 2010, *La Gestion d'Actifs Quantitative*, Economica.
- TEILETCHE, J., 2009, *Les Hedge Funds*, La Découverte.

**Langue d'enseignement**

Français.

UE4 - Ingénierie Financière

## Investissement socialement responsable

### *Socially Responsible Investment*

Cours : 3h • Atelier : 15h

Enseignant : A déterminer

Correspondant : Samuel DANTHINE

*Enseignement destiné aux élèves de la filière "Gestion des Risques et Ingénierie Financière".*

#### Objectif pédagogique

L'objectif de ce cours est d'introduire aux étudiants la notion d'investissement socialement responsable, en abordant les thèmes de la recherche quantitative (pour l'analyse extra-financière et pour la gestion) et de la gestion. La question de l'intégration des composantes environnementale, sociale et de gouvernance dans un processus de gestion sera largement abordée, avec une ouverture sur la gestion immobilière.

Le cours s'axera également sur l'approche métier en appliquant les diverses méthodologies abordées sur des exemples concrets de mise en situation à l'aide d'une programmation en VBA.

#### Contenu de la matière

1. Qu'est-ce que l'ISR ?
2. L'analyse extra-financière
3. Types de processus ISR
4. Performance de l'ISR
5. Construction de portefeuille optimisé ISR
6. Ouverture sur les questions carbone ISR

#### Pré-requis

Régression, indicateurs rendement-risque (volatilité, tracking-error, ...), optimisation de Markowitz.

#### Contrôle des connaissances

Projet.

#### Références bibliographiques

- CLAUSS, P., 2011, *Gestion de Portefeuille*, Dunod.
- RONCALLI, T., 2009, *La Gestion des Risques Financiers (2<sup>e</sup> éd.)*, Economica.

#### Langue d'enseignement

Français.

UE4 - Ingénierie Financière

## **Théorie d'Évaluation des Actifs**

### ***Asset Pricing Theory and Portfolio Management***

Cours : 9h • Atelier : 9h

Enseignant : Kévin GIRON (Edhec Risk Institute)

Correspondant : Samuel DANTHINE

*Enseignement destiné aux élèves de la filière "Gestion des Risques et Ingénierie Financière".*

#### **Objectif pédagogique**

L'objectif de ce cours consiste tout d'abord à définir la mesure de la performance et du risque d'un portefeuille d'actifs financiers. Nous étudierons ensuite les critères de choix rationnels de portefeuilles et en particulier l'arbitrage entre le risque et le rendement des actifs avec l'introduction de la théorie moderne de portefeuille (Markowitz). Il s'en suivra l'étude de la théorie d'évaluation des actifs en situation d'équilibre avec l'introduction du Modèle d'Equilibre des Actifs Financiers (MEDAF / CAPM). Après avoir vu les limites de ce modèle nous étudierons les facteurs de risque et introduirons les modèles multi-factoriels afin de mesurer au plus juste la performance et le risque de nos portefeuilles d'actifs.

Le lexique utilisé sera donné à la fois en français et en anglais. Un projet, commencé en atelier, sera à réaliser dans la continuité du cours. Les ateliers et le projet seront réalisés à l'aide d'excel et du logiciel R.

#### **Contenu de la matière**

1. Analyse de la performance et du risque
  - Rendement et Risque d'un actif
  - Rendement et Risque d'un portefeuille
  - Risque relatif
  - Estimation des paramètres
2. Théorie moderne du portefeuille
  - Le modèle de Markowitz (1952)
  - Construction de la frontière efficiente
  - Limites du modèle
3. Le modèle d'équilibre des actifs financiers
  - Présentation du modèle d'équilibre des actifs financiers (MEDAF/CAPM)
  - Hypothèses du MEDAF/CAPM
  - Les limites du MEDAF et ses évolutions
4. Les modèles multi-factoriels et leur application à la mesure de la performance et du risque du portefeuille
  - Modèles multi-factoriels à facteurs explicites
  - Modèles multi-factoriels à facteurs implicites
  - Choix des facteurs et estimation des paramètres des modèles
5. Introduction à la gestion passive et la gestion dite « rule-based »
  - Score factoriels
  - Schémas de pondération
  - Indice de style ou smart beta

#### **Pré-Requis**

Cours d'introduction aux marchés financiers. Connaissance des différentes classes d'actifs traditionnels. Maîtrise du cours de régression linéaire de 2<sup>ème</sup> année. Bonne utilisation d'excel et du logiciel R. Analyse en Composante Principale.

#### **Contrôle des connaissances**

Projet.

### Références Bibliographiques

- Amenc, N., F. Goltz, F. and A. Thabault (2014). A Multifaceted Approach to Index Investing: Implementing Multifactor Equity Portfolios with Smart-Factor Indexes. *Journal of Indexes*.
- Amenc, N. and V. Le Sourd (2003). *Portfolio Theory and Performance Analysis*, Wiley Finance.
- Ang, A. and J. Chen (2007). CAPM Over the Long Run. *Journal of Empirical Finance* 14(1), 1-40.
- Ang, A. (2014). *Asset Management: A Systematic Approach to Factor Investing*. Oxford University Press.
- Bandi, M., R. Garcia, A. Lioui, B. Perron (2010). A Long-Horizon Perspective on the Cross-Section of Expected Returns. Working Paper.
- Banz, R. W (1981). The Relationship Between Return and Market Value of Common Stocks. *Journal of Financial Economics* 9(1), 3-18.
- Carhart, M (1997). On Persistence in Mutual Fund Performance, *Journal of Finance*, 52 (1), 57-82.
- Cochrane, J. H. (2008). The Dog that Did not Bark: A Defense of Return Predictability. *Review of Financial Studies*, 21(4), 1533-1575.
- Daniel, K., and Titman, S. (1997). Evidence on the Characteristics of Cross Sectional Variation in Stock Returns. *The Journal of Finance*, 52(1), 1-33.
- Fama, E. F. (1981). Stock Returns, Real Activity, Inflation, and Money. *The American Economic Review*, 71(4), 545-565.
- Fama, E., and K. French (1992). The Cross-Section of Expected Stock Returns. *Journal of Finance* 47(2), 427-465.
- Fama, E. F., & French, K. R. (1993). Common Risk Factors in the Returns on Stocks and Bonds. *Journal of financial economics*, 33(1), 3-56.
- Fama, E. and K. French (2015). A Five-Factor Asset Pricing Model. *Journal of Financial Economics*, 116(1), 1-22.
- Ferson, W and R. Korajczyk (1995). Do Arbitrage Pricing Models Explain the Predictability of Stock Returns? *Journal of Business* 68, 309-349.
- Giron, K., V. Milhau, L. Martellini (2016). Multi-Dimensional Risk and Performance Analysis for Equity Portfolios, Edhec-Risk Institute Working Paper
- Jagannathan, R., and Z. Wang (1996). The Conditional CAPM and the Cross-Section of Expected Returns, *Journal of Finance* 51(1), 3-53.
- Jegadeesh, N., and Titman, S. (1993). Returns to Buying Winners and Selling Losers: Implications for Stock Market Efficiency. *The Journal of finance*, 48(1), 65-91.
- Lakonishok, J., Chan, L. K., and Karceski, J. J. (1998). The Risk and Return from Factors. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*.
- Malkiel, B. G., and Fama, E. F. (1970). Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work. *The journal of Finance*, 25(2), 383-417.
- Roncalli, T. (2013). *Introduction to Risk Parity and Budgeting*. Chapman and Hall.
- Roncalli, T., and G. Weisang (2012). Risk Parity Portfolios with Risk Factors, Working Paper.
- Sharpe, W. F. (1964). Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium Under Conditions of Risk. *The journal of finance*, 19(3), 425-442.

### Langue d'enseignement

Français.

UE5 - Culture Quant

## Calcul stochastique

### *Stochastic Calculus*

Cours : 18h • Atelier : 12h

Enseignant : Basile DE LOYNES (Ensaï)

Correspondant : Samuel DANTHINE

*Enseignement destiné aux élèves de la filière "Gestion des Risques et Ingénierie Financière".*

#### Objectif pédagogique

Ce cours vise à fournir une présentation de la théorie des processus stochastiques et du calcul d'Itô, et à montrer comment ces notions et outils entrent dans des problématiques d'évaluation et de gestion des risques, auxquels les praticiens de la finance sont constamment confrontés. Le but est alors :

- d'expliquer les motivations pour l'emploi des processus stochastiques comme outils de modélisation des grandeurs économiques et financières,
- de motiver l'investissement mathématique spécifique nécessaire à la manipulation des processus stochastiques,
- de fournir les résultats mathématiques principaux des théories abordées,
- de présenter des exemples concrets d'emploi des processus stochastiques en évaluation et gestion des risques.

#### Contenu de la matière

1. Introduction : Rappel sur quelques notions de finance (marchés, arbitrage, options, etc.).
2. Processus à temps continu et mouvement brownien.
3. Intégration stochastique et formule d'Itô.
4. Modèle de Black-Scholes et évaluation d'options.
5. Intégrale stochastique par rapport à une martingale continue.
6. Equations différentielles stochastiques. Théorème de Girsanov.
7. Evaluation des produits dérivés.
8. Introduction des modèles avec processus à sauts

#### Pré-requis

Une bonne maîtrise des outils probabilistes étudiés à l'Ensaï, en particulier du cours de martingales de 2<sup>ème</sup> année.

#### Contrôle des connaissances

Examen écrit.

#### Références bibliographiques

- CONT R. & TANKOV P., *Financial Modeling with Jumps Processes*, Chapman and Hall.
- EL KAROUI, N. & GOBET E., *Les outils stochastiques des marchés financiers*. Editions Ecole Polytechnique.
- KARATZAS, I. & SHREVE S.E. *Brownian motion and Stochastic Calculus*, Springer.
- KARATZAS, I. & SHREVE S.E. *Methods of Mathematical Finance*, Springer.
- LAMBERTON, D. & LAPEYRE, B. *Introduction au calcul stochastique appliqué à la finance (3<sup>e</sup> éd.)*, Ellipses.
- OKSENDAL, B. *Stochastic Differential Equations*, Springer.
- REVUZ D. & YOR M. *Continuous Martingales and Brownian Motion*, Springer.

#### Langue d'enseignement

Français (et une partie en anglais).



UE5 - Culture Quant

## Calibration de processus stochastiques

### *Calibration of Stochastic Processes*

Cours : 15h • Atelier : 15h

Enseignant : Salima EL KOLEI (Ensaï)

Correspondant : Samuel DANTHINE

*Enseignement destiné aux élèves de la filière "Gestion des Risques et Ingénierie Financière".*

#### Objectif pédagogique

Pour appliquer les modèles théoriques à la pratique, il est nécessaire de connaître les paramètres de ces modèles, d'en avoir une estimation. Les méthodes utilisées pour connaître ces paramètres dépendent de l'usage que l'on aura du modèle : pricing/hedging de dérivés ou calcul de ratios/prévisions. Les méthodes mathématiques diffèrent donc selon la probabilité sous laquelle on se place (risque neutre ou historique). L'objectif de ce cours est donc de présenter aux élèves les outils mathématiques (optimisation, régularisation, etc.) et la manière de les utiliser pour la calibration et l'estimation de processus.

#### Contenu de la matière

1. Introduction : Rappel sur quelques notions de finance (marchés, arbitrage, options, etc.).
2. Processus à temps continu, martingales, et mouvement brownien
3. Intégration stochastique (par rapport à une martingale continue) et formule d'Itô.
4. Equations différentielles stochastiques. Théorème de Girsanov.
5. Modèle de Black-Scholes, évaluation des produits dérivés.
6. Introduction des modèles avec processus à sauts.

#### Pré-requis

Processus stochastiques, régression, simulation de séries temporelles, Black-Scholes.

#### Contrôle des connaissances

Projet.

#### Références bibliographiques

- CONT, R. & TANKOV, P., 2004, *Finance Modelling with Jump Processes*, Chapman & Hall.
- HULL, J., 2012, *Options futures and other derivatives (8<sup>th</sup> ed.)*, Prentice Hall.
- NEFTCI, S.N., 2008, *Introduction to Calibration Methods in Finance*, Wiley Finance (épuisé).

#### Langue d'enseignement

Français.

UE5 - Ingénierie Financière Avancée

## Modèles de courbes de taux

### *Yield Curves Models*

Cours : 6h • Atelier : 18h • Projet : 6h

Enseignant : Faiçal HIHI (Natixis)

Correspondant : Samuel DANTHINE

*Enseignement destiné aux élèves de la filière "Gestion des Risques et Ingénierie Financière".*

### Objectif pédagogique

L'objectif de ce cours est de présenter les méthodes d'évaluation et de couverture des produits vanilles et exotiques de taux d'intérêt.

La première partie du cours détaille la multitude de courbes de taux que l'on peut rencontrer sur le marché et aborde la question de leur comportement empirique.

La deuxième partie se propose de former les étudiants aux différentes méthodes de construction d'une courbe de taux à partir de la cotation des instruments standards (futures, swaps...). Nous verrons en détail les techniques dites de bootstrapping et de stripping d'une courbe des taux Zéro-Coupon.

La troisième partie est consacrée aux modèles stochastiques de la courbe de taux permettant la valorisation et la couverture des produits de taux. Nous reviendrons alors sur la description et la valorisation d'options vanilles (caps, floors, swaptions) avant d'aborder certains produits plus exotiques nécessitant l'utilisation d'un modèle plus avancé (modèles de taux court, HJM, etc.).

Enfin les deux dernières parties donnent un aperçu des univers du change et de l'inflation en introduisant les briques de base. Nous y aborderons notamment – de la même manière que nous l'avons fait dans le monde des taux - la problématique de la construction des courbes de taux de change forward et d'inflation anticipé.

Les applications se feront en VBA.

### Contenu de la matière

1. Définition de la courbe de Taux
  - 1.1. Définition de la courbe de taux
  - 1.2. Définition des différents taux
  - 1.3. Comportement empirique d'une courbe de taux
2. Méthodologies de construction de la courbe des taux
  - 2.1. Les différents types de courbe de taux
  - 2.2. Le bootstrapping
  - 2.3. Le stripping
  - 2.4. Une méthode alternative de reconstitution
3. Modèles de courbe de taux
  - 3.1. Rappels de probabilité
  - 3.2. Le modèle de Black
  - 3.3. Les modèles de taux court
  - 3.4. Le modèle de HJM
  - 3.5. Le modèle de BGM
  - 3.6. Les modèles Markov-Functional
4. Introduction au marché des changes
  - 4.1. Principales caractéristiques
  - 4.2. Relations d'arbitrage
  - 4.3. Les Instruments de base

- 4.4. Les options de change
- 4.5. Les dérivés de première et deuxième génération
- 5. Introduction au marché de l'Inflation
  - 5.1. Concepts de base
  - 5.2. Les obligations indexées sur inflation
  - 5.3. Introduction aux dérivés sur inflation
  - 5.4. Un rapide aperçu des modèles

**Pré-requis**

Probabilités, Processus stochastiques, Black & Sholes, Produits dérivés, Finance de marché.

**Contrôle des connaissances**

Projet.

**Références bibliographiques**

- ANDERSEN, L. & PITERBARG, V., *Interest Rate Modeling*, Atlantic Financial Press, 2010
- BIANCHETTI, M., 2008, *Two Curves, One Price: Pricing & Hedging Interest Rate Derivatives Using Different Yield Curves for Discounting and Forwarding*, Working Paper.
- BOENKOST, W. & SCHMIDT, W., 2005, *Cross currency swap valuation*, Working Paper, HfB Business School of Finance & Management.
- BRIGO, D. & MERCURIO, F., 2006, *Interest- Rate Models: Theory and Practice - With Smile, Inflation and Credit (2<sup>nd</sup> ed.)*, Springer Finance.
- BURDA, M. & WYPLOSZ, C., *Macroéconomie : Une perspective européenne*, 6<sup>ème</sup> édition, De Boeck, 2012
- EL KAROUI, N., *Couverture des risques dans les marchés financiers*, Cours Ecole Polytechnique
- FRACHOT, A., *Théorie et pratique des instruments financiers*, Cours Ecole Polytechnique
- HAGAN, P.S. & WEST, G., 2006, *Interpolation methods for curve construction*, Applied Mathematical Finance, 13(2):89-129.
- HAGAN, P.S. & WEST, G., 2008, *Methods for constructing a yield curve*, Wilmott Magazine, May, 70-81.
- HAKALA, J., WYSTUP, U., 2002, *Foreign Exchange Risk: Models, Instruments and Strategies*, Riskbooks.
- HULL, J., 2012, *Options, Futures, and Other Derivatives (8th Edition)*, Prentice Hall.
- HUNT, P.J. & KENNEDY, J.E., *Financial Derivatives in Theory and Practice (rev. ed.)*, Wiley, 2004
- KERKHOF, J., *Inflation Derivatives Explained : Markets, Products and Pricing*, Lehman Brothers, 2005
- MARTELLINI, L., PRIAULET, P. & PRIAULET, S., 2003, *Fixed-Income Securities: Valuation, Risk Management and Portfolio Strategies*, Wiley.
- PATTERSON, B. & LYGNERUD, K., *Détermination des taux d'intérêt*, Parlement Européen, Direction Générale des Etudes, Série Affaires économiques, ECON-116 FR, 1999

**Langue d'enseignement**

Français.

UE – Projet de fin d'études

## **Projet méthodologique**

### ***Methodological project***

Atelier : 3h • Projet : 9h

Enseignants : Divers intervenants

Correspondant : Arthur KATOSKY (Ensaï)

*Enseignement destiné à l'ensemble des élèves des six filières*

### **Objectif pédagogique**

Le projet méthodologique consiste en la production d'un article de synthèse sur un sujet de recherche à choisir parmi un catalogue. Ses objectifs sont multiples:

- familiarisation avec la forme des productions académiques
- mise en œuvre d'une démarche scientifique rigoureuse
- prise de conscience des enjeux autour de la reproductibilité des résultats de recherche
- travail en binôme
- communication sur des sujets techniques

À cela s'ajoute les objectifs spécifiques à la production d'un travail scientifique en langue anglaise (expression écrite et orale, vocabulaire spécialisé, vulgarisation, etc.).

### **Contenu de la matière**

Travail de recherche en groupe suivi par un chercheur (env. 5 séances) et un professeur d'anglais (4 séances).

### **Contrôle des connaissances/ Evaluation**

Projet

### **Références bibliographiques**

Selon les projets

### **Langue d'enseignement**

Anglais

UE – Projet de fin d'études

## **Projet de fin d'études**

### ***End of study project***

Atelier : 9h • Projet : 27h

Enseignant : Divers intervenants  
Correspondant : Arthur KATOSSKY (Ensaï)

*Enseignement destiné à l'ensemble des élèves des six filières*

### **Objectif pédagogique**

Le projet de fin d'études consiste en la production d'une étude statistique de niveau professionnel dans le monde de l'entreprise ou de la recherche, parmi un catalogue de sujet mis à disposition des élèves. Ses objectifs sont multiples:

- mise en situation professionnelle
  - capacité à définir une stratégie d'étude en réponse à une demande client
  - mobilisation des compétences techniques (statistiques, économiques, informatiques)
  - compromis entre rigueur scientifique et contraintes pratiques (limitations financières, logicielles, cognitives, temporelles...)
- travail de groupe
- gestion d'un projet sur le temps long
  - communication (écrite, orale) sur des sujets techniques

### **Contenu de la matière**

Travail autonome en groupe suivi par un professionnel de l'entreprise ou de la recherche (env. 5 séances)

### **Pré-requis**

### **Références bibliographiques**

Selon les projets

### **Contrôle des connaissances**

Évaluation: projet avec soutenance

### **Langue d'enseignement**

Français

UE – Projet de fin d'études

## Data challenge

### **Data Challenge**

Atelier : 12h

Enseignant : Divers intervenants industriels

Correspondant : Salima EL KOLEI

*Enseignement destiné à l'ensemble des élèves des six filières*

### **Objectif pédagogique**

Le data challenge permet de rassembler sur une période très courte différentes équipes de profils variés afin de collaborer sur un projet. Cette expérience se rapproche des conditions réelles dans laquelle évoluent les datascientists au sein des entreprises.

Il permet, à partir des mécanismes du jeu, de dynamiser et d'articuler la pédagogie autour d'un besoin concret d'entreprise et d'un événement qui s'achève par une évaluation objective. De nombreux challenges sont proposés autour de la Data ou présentant des problématiques Data importantes.

L'objectif de ce cours est de valoriser et d'évaluer les compétences transversales acquises dans ce contexte opérationnel.

### **Contenu de la matière**

Les élèves devront participer au data challenge proposé à l'Ensaï ouvert également aux élèves de deuxième année.

### **Compétences acquises**

- Comprendre les problèmes à résoudre.
- Travailler en mode projet avec des contraintes.
- S'intégrer et s'adapter dans un contexte pluridisciplinaire. Selon les challenges, les compétences seront mobilisées à géométrie variable.
- S'adapter à la réalité de la Data d'entreprise (données non structurées, manquantes, volumétrie...)
- Communication orale des résultats (pitch...)

### **Prérequis**

- Compétences en statistiques et informatiques de 1A, 2A et 3A.
- Compétences transversales mobilisées dans les projets 1A, 2A et 3A.

UE - Séminaires Professionnels

## **Séminaires professionnels**

### ***Professional Seminars***

Cours : 30h

Enseignants : Divers intervenants

Correspondant : Samuel DANTHINE

*Enseignement destiné aux élèves de la filière "Gestion des Risques et Ingénierie Financière".*

#### **Objectif pédagogique**

Les séminaires professionnels permettent à des praticiens de proposer sur une demi-journée une réflexion sur un thème d'actualité en Finance. Ils permettront aussi aux étudiants de rencontrer les intervenants de manière privilégiée et de découvrir leurs métiers à travers des sujets actuels.