



École nationale  
de la statistique  
et de l'administration  
économique

université  
PARIS-SACLAY

# PROGRAMME DES ENSEIGNEMENTS 2017-2018

DEUXIÈME ANNÉE





## ORGANISATION GÉNÉRALE DES ENSEIGNEMENTS

L'objectif de l'ENSAE ParisTech (École Nationale de la Statistique et de l'Administration Économique) est de former des ingénieurs spécialisés dans l'analyse quantitative de l'information et dans la modélisation statistique et économique pour résoudre des problèmes complexes. Ces ingénieurs possèdent des compétences scientifiques, techniques et humaines les rendant aptes à mesurer, analyser, modéliser (en univers incertain et risqué) des phénomènes économiques, financiers, sociaux ou encore liés aux sciences de la matière et du vivant, pour évaluer, prévoir et décider. Ils sont appelés à travailler comme cadres dans les secteurs tertiaires et industriels où l'innovation scientifique est prépondérante, notamment les banques et compagnies d'assurances, les grandes entreprises des secteurs de l'énergie et des transports, les sociétés de conseil, les entreprises innovantes, les instituts de sondage et d'études, les organismes publics. Les chefs d'entreprise feront appel aux diplômés non fonctionnaires pour des tâches proprement statistiques (traitement statistique d'informations, organisation d'enquêtes ou de plans d'expérience, etc.), pour des études de recherche opérationnelle, pour la préparation et la prise de décisions industrielles ou commerciales (études de marché, analyse de la conjoncture, etc.), ou pour les métiers de la finance (gestion de portefeuille, *trading*, etc.). Les élèves fonctionnaires (Administrateurs de l'Institut National de la Statistique et des Études Économiques notamment) travailleront à l'INSEE, dans les services statistiques ou d'études économiques des ministères. Ils occuperont des fonctions similaires au sein d'organisations internationales.

Compte tenu de ces impératifs, l'École a une mission de formation générale, aussi bien économique que statistique, à un niveau élevé. Les méthodes auxquelles les élèves sont initiés leur permettent d'acquérir une compétence particulière dans des domaines d'application divers, tels que :

- la collecte et l'organisation des informations statistiques relatives aux phénomènes économiques et sociaux ;
- l'analyse scientifique de données statistiques, leur utilisation dans l'élaboration de prévisions et la critique de leur signification ;
- la finance quantitative ;
- l'évaluation du risque et le choix de produits financiers, de programmes d'investissements ;
- l'évaluation des politiques économiques ;
- la préparation de décisions de nature économique intéressant la Nation ou les grandes entreprises.

L'enseignement de l'ENSAE ParisTech s'adresse à des étudiants qui ont reçu une formation scientifique ou une formation économique générale. La progression en est répartie sur trois années. Certains étudiants peuvent cependant être admis à suivre directement la deuxième ou la troisième année de scolarité.

**La première année** introduit les disciplines fondamentales enseignées à l'École.

Le premier semestre de la première année constitue une période de transition entre les classes préparatoires et le cursus de l'ENSAE ParisTech. Il vise à harmoniser les connaissances en économie et en mathématiques des élèves issus des classes préparatoires mathématiques et économiques.

Les élèves en première année "mathématiques" découvrent l'économie ainsi que les mathématiques appliquées, et approfondissent certains aspects des mathématiques pures utilisés dans les disciplines de l'ENSAE ParisTech. Ils suivent ainsi des cours d'introduction aux sciences sociales, à l'économie et découvrent l'histoire des faits économiques.

Les élèves en première année "économie" suivent des compléments de cours en algèbre et en analyse.

Les élèves suivent aussi des enseignements communs en économie, en mathématiques, en statistique, en informatique et en langues.

Le second semestre est consacré notamment aux enseignements suivants : microéconomie, macroéconomie, théorie des probabilités, introduction à la statistique et à l'économétrie, analyse des données. Le cours d'histoire de l'analyse économique, qui se déroule en parallèle des cours formalisés de microéconomie et de macroéconomie, permet aux élèves de prendre du recul sur les modèles mathématiques de l'économie, en rappelant la genèse des théories économiques. Les élèves choisissent un projet de programmation ou un projet d'économie. Ils suivent enfin des cours d'anglais et de seconde langue.

L'année scolaire se conclut par un stage de découverte du monde professionnel.

**La deuxième année** constitue l'année centrale du cycle d'étude.

La deuxième année est l'année pivot durant laquelle les élèves apprennent les disciplines fondamentales de l'école tout en mûrissant leur projet académique et professionnel.

Elle est structurée autour des enseignements de tronc commun en statistique, économétrie, macroéconomie et microéconomie, qui constituent le cœur de la formation d'ingénieur statisticien-économiste. Les enseignements comportent des cours théoriques, des séminaires appliqués, et des projets, le plus souvent collectifs. L'anglais et une seconde langue sont obligatoires.

Une place substantielle est laissée aux cours optionnels. En deuxième année, les élèves doivent penser leurs choix de cours en termes d'orientation professionnelle.

L'année scolaire se conclut par un stage d'application des enseignements de deuxième année (10 semaines minimum).

**La troisième année** est une année de spécialisation destinée à préparer l'insertion dans le monde professionnel.

Les élèves choisissent une voie de spécialisation alliant cours théoriques, séminaires et projets :

- Actuariat
- Business Analytics
- Data Science
- Finance et gestion des risques
- Prévision et politiques économiques

Les élèves peuvent suivre en parallèle de leur troisième année l'un des masters partenaires de l'ENSAE ParisTech.

Durant leur scolarité, les élèves doivent suivre des cours d'anglais et de seconde langue.

L'année se conclut par un stage de fin d'études de 14 à 26 semaines.

## DESCRIPTIF DES ENSEIGNEMENTS DE DEUXIÈME ANNÉE

La deuxième année de l'ENSAE ParisTech est structurée autour des enseignements de tronc commun en statistique, économétrie, macroéconomie et microéconomie qui constituent le socle de la formation dispensée à l'École. L'année se conclut par un stage d'application.

### Enseignements obligatoires de tronc commun

Au premier semestre, les principes théoriques de la modélisation statistique sont présentés dans le cours de **statistique 1**. Le cours d'**économétrie 1** présente le modèle de régression linéaire en insistant autant sur les propriétés asymptotiques des estimateurs, sur les méthodes de correction de l'hétéroscédasticité et de l'endogénéité que sur l'interprétation des résultats. Le cours de **microéconomie 1** aborde des questions comme les asymétries d'information, les défaillances de marché et la rationalité limitée des consommateurs. Le cours de macroéconomie 1 présente les modèles dynamiques classiques de la macroéconomie, au travers de deux thèmes principaux : la croissance de long terme et les effets de la politique budgétaire.

Au second semestre, les cours d'**économétrie 2** et de **séries temporelles linéaires** élargissent la palette des méthodes d'analyse empirique. Le premier décrit les méthodes les plus fréquemment utilisés dans l'étude de données individuelles : panels, méthode des moments généralisée, différences de différences, modèles à variable dépendante qualitative, modèles de sélection. Le second traite quant à lui de l'analyse des séries macroéconomiques et financières. Il présente les modèles usuels de séries univariées et multivariées et les méthodes d'estimation correspondantes.

Les élèves mettent en pratique ces méthodes dans le cadre de tutoriaux, projets menés en petits groupes en parallèle des travaux dirigés, et surtout du **groupe de statistique appliquée**, où ils traitent un sujet sous la direction d'un chercheur ou d'un professionnel.

Le cours de **comptabilité et analyse financière** offre une initiation à la comptabilité et présente des bases de stratégie financière d'entreprise. Enfin, tous les élèves suivent un cours d'**introduction au droit**, la compréhension de l'environnement juridique de l'économie étant indispensable pour des cadres appelés à exercer des responsabilités dans le secteur public ou le secteur privé.

### Enseignements semi-obligatoires

Au premier semestre, les élèves doivent choisir un enseignement d'informatique qui les initie à un langage de programmation et à l'issue duquel ils rédigent un mémoire.

- **C++** : langage et méthodologie de développement incontournable en ingénierie financière et statistique. Le cours de C++ est essentiel pour les élèves se destinant aux métiers les plus techniques de la finance de marché ou de la statistique.
- **Python pour le data scientist et pour l'économiste** : un langage qui prend de plus en plus d'importance dans le monde des data scientists et des économistes.

Au second semestre, les élèves doivent choisir un enseignement d'économie qui leur permet de parfaire leur formation en macroéconomie ou en microéconomie.

- **macroéconomie 2 : fluctuations** : ce cours présente l'analyse des fluctuations économiques de court terme par opposition au cours de macroéconomie 1 du tronc commun qui concerne surtout les équilibres de long terme. C'est un prérequis pour les élèves s'orientant vers la voie Prévision et Politiques Économiques.

- **microéconomie 2 : économie industrielle** : ce cours fournit une première analyse des interactions stratégiques sur les marchés. C'est un prérequis de la voie Business Analytics qui croise interactions stratégiques et problèmes informationnels pour modéliser le fonctionnement des marchés.

Ils doivent également suivre un enseignement de statistique entre :

- **introduction au machine learning** : ce cours est un prérequis pour la Data Science, module Statistique et Apprentissage. Il initie les élèves aux techniques d'apprentissage statistique (algorithmes de classification, de régression, etc.)
- **statistique 2** : ce cours est un prérequis pour la Data Science, module Statistique et Apprentissage. Il approfondit la théorie de l'estimation et des tests. Il donne un bagage théorique solide pour aborder les cours de statistique et d'économétrie avancées de troisième année.

## Enseignements optionnels

Au premier semestre, les élèves doivent choisir deux cours optionnels parmi :

- **instruments financiers** : ce cours permet aux élèves intéressés par l'actuariat et la finance d'acquérir dès la deuxième année les techniques fondamentales de l'actualisation et de l'évaluation des risques, et passe en revue sous un aspect pratique les principaux produits.
- **introduction aux processus** : présente les notions de processus en temps discret puis continu, outils probabilistes fondamentaux pour la finance comme pour la bio-statistique. Il facilite aussi la compréhension de ces notions dans le cadre (continu) du calcul stochastique.
- **sociologie** : ce cours introduit les élèves à l'analyse des inégalités à travers quelques thèmes de prédilection et une littérature contemporaine de sociologie internationale. Il intéressera notamment les élèves se destinant à la voie Data Science, module Économie et Sociologie Quantitatives.
- **sondages** : permet de se familiariser avec les différentes phases d'une enquête : échantillonnage, redressement et estimation. Il est recommandé pour les élèves souhaitant se diriger vers la statistique d'enquête.
- **théorie des jeux** : ce cours développe de façon complète un outil méthodologique essentiel pour l'analyse économique, dont la présentation est esquissée dans le cours de microéconomie de tronc commun. Il est préférable d'avoir suivi ce cours avant la voie Business Analytics, et cohérent de choisir également **microéconomie 2 : économie industrielle**.

Au second semestre, les élèves doivent choisir trois cours optionnels parmi :

- **commerce international et globalisation** : ce cours reprend l'ensemble des théories de l'échange international, des théories les plus classiques jusqu'aux développements récents s'appuyant sur les hypothèses de concurrence imparfaite. Il est recommandé aux élèves se destinant à la voie Prévision et Politiques Économiques.
- **fabrication d'enquêtes** : ce cours développe par la pratique une expertise et un regard réflexif sur la construction des données. Après des lectures et un terrain exploratoires, les élèves élaborent collectivement un questionnaire sur un thème imposé et en assurent la passation. Il intéressera notamment les élèves se destinant à la voie Data Science, module Économie et Sociologie Quantitatives.
- **groupes d'éco socio théorique** : approche par projet de la modélisation économique ou sociologique.
- **introduction à la finance mathématique** : ce cours présente les fondements des mathématiques financières et met en place le cadre théorique dans lequel se fait l'évaluation par arbitrage et la

modélisation des produits financiers. Il nécessite un excellent niveau général en mathématiques. C'est un prérequis pour les voies Actuariat ainsi que Finance et gestion des risques.

- **microéconomie de la finance** : ce cours est une introduction à l'économie financière. Il est particulièrement recommandé aux élèves se destinant à la voie Business Analytics, mais aussi aux élèves envisageant un cursus mixte en macroéconomie et finance.
- **optimisation dynamique** : ce cours propose une introduction à la programmation dynamique, illustrée par diverses applications (en économie : tarification dynamique, *revenue management*, problèmes de lissage de consommation en macroéconomie, etc.)
- les **séminaires d'économie appliquée** illustrent les problématiques économiques abordées en macroéconomie et en microéconomie sous un angle très appliqué, afin de dispenser la culture économique (faits stylisés, institutions, problématiques) que doit posséder l'économiste. Ils entraînent aussi les élèves à l'exercice de synthèse écrite et aux méthodes d'exposé oral.
- **séminaire de modélisation statistique** : présente des applications concrètes des probabilités et des statistiques. Les thèmes abordés pourront traiter d'écologie, environnement, épidémiologie, génétique, industrie, physique, etc.
- **simulation et Monte Carlo** : ce cours présente les méthodes de simulation de variables aléatoires et les méthodes de Monte Carlo et quasi Monte Carlo. Ces méthodes sont parmi les plus performantes et les plus employées pour valoriser les produits financiers complexes.
- **théorie du risque** : présentation des modèles de coûts et fréquences des sinistres utilisés en actuariat. Ce cours insiste particulièrement sur la modélisation des risques extrêmes, prérequis pour les voies Actuariat ainsi que Finance et Gestion des Risques.

Il est possible de suivre au plus un séminaire sur le semestre.

## Enseignements de langues

Tout au long de l'année, les cours d'**anglais** et de **seconde langue** sont obligatoires. Comme en première année, les élèves suivent obligatoirement des cours d'anglais ainsi qu'une deuxième langue optionnelle, au choix. En fin de deuxième année, les élèves passent le TOEIC (Test of English for International Communication). Un score minimal de 785 est nécessaire pour obtenir le diplôme de l'école.

## Prérequis et parcours types

Les prérequis sont indiqués sur l'Intranet (dernière colonne du Tableau des enseignements de 2A) : [http://intraensae.ensae.fr/C\\_SCOLARITE/2A/TC/Pages/default.aspx](http://intraensae.ensae.fr/C_SCOLARITE/2A/TC/Pages/default.aspx).

Pour fixer les idées, voici quelques parcours-types :

- parcours "macroéconomie approfondie" : Python, théorie des jeux et instruments financiers au S1, macroéconomie 2 : fluctuations, commerce international et globalisation, (groupe d'économie/sociologie théorique ou/et optimisation dynamique ou/et séminaire d'économie appliquée), (introduction au machine learning ou statistique 2) au S2
- parcours "microéconomie approfondie" : Python, théorie des jeux et instruments financiers au S1, microéconomie 2 : économie industrielle, microéconomie de la finance, optimisation dynamique, (groupe d'économie/sociologie théorique ou séminaire d'économie appliquée), (introduction au machine learning ou statistique 2) au S2
- parcours "économie et finance" : C++ ou Python, instruments financiers et introduction aux processus au S1, microéconomie de la finance et deux cours parmi (introduction à la finance mathématique, optimisation dynamique, théorie du risque), (introduction au machine learning ou

statistique 2) au S2

- parcours "économie et sociologie" : Python, sociologie et sondages au S1, fabrication d'enquêtes, groupe d'économie/sociologie théorique, (séminaire d'économie appliquée ou séminaire de modélisation statistique), (macroéconomie 2 : fluctuations ou microéconomie 2 : économie industrielle), (introduction au machine learning ou statistique 2) au S2
- parcours "mathématiques et finance" : C++, instruments financiers et introduction aux processus au S1, introduction à la finance mathématique, microéconomie 2 : économie industrielle, (microéconomie de la finance ou optimisation dynamique), théorie du risque, (introduction au machine learning ou statistique 2) au S2
- parcours "statistique approfondie" : (C++ ou Python), introduction aux processus et sondages au S1, introduction au machine learning, (macroéconomie 2 : fluctuations ou microéconomie 2 : économie industrielle), simulation et Monte Carlo, séminaire de modélisation statistique et statistique 2 au S2

La formation théorique est complétée par un projet collectif, le **groupe de statistique appliquée**, et par des enseignements d'ouverture destinés à donner aux élèves les repères de culture économique et juridique indispensables à l'économiste.

## Tableau des enseignements

Le tableau suivant récapitule les enseignements de deuxième année. Les cours marqués en gras sont obligatoires.

code	intitulé du cours	ue	cours+tp	crédit	examen	intervenant	correspondant	page
<b>PREMIER SEMESTRE</b>								
OMI303	C++	UE2-04	12+12	2,00	mém+sout.	Yunès	assistant-info	7
SE2C2	Econométrie 1	<b>UE2-02</b>	19.5+18	4,00	écrit+CC	Visser	assistant-econometrie	8
FA2F3	Instruments financiers	UE2-04	19.5+0	2,50	écrit	Toder	assistant-actuariat	9
OMI2S1	Introduction aux processus	UE2-04	21+15	2,50	écrit	Alquier	assistant-math	11
LTC1C1	Langue Vivante Étrangère 1	<b>UE2-05</b>	0+0	3,00	écrit+CC		Pauvert	14
LTC1C2	Langue Vivante Étrangère 2	<b>UE2-05</b>	0+0	2,00	écrit+CC		Pauvert	16
AE2C2	Macroéconomie 1	<b>UE2-03</b>	19.5+18	4,00	écrit+CC	Loisel	assistant-macro	19
AE2C1	Microéconomie 1	<b>UE2-03</b>	19.5+18	4,00	écrit+CC	Choné	assistant-micro	23
OMI2F2,OMI2F3	Python pour le Data Scientist	UE2-04	12+12	2,00	mém.	diff. enseignants, Dupré	assistant-info	24
DES2E3	Sociologie	UE2-04	19.5+0	2,50	écrit	Goffette	assistant-econometrie	25
SE2S1	Sondages	UE2-04	18+12	2,50	écrit	Sautory	assistant-econometrie	27
SE2C1	Statistique 1	<b>UE2-02</b>	19.5+18	4,00	écrit+CC	Chopin	assistant-math	29
AE2E1	Théorie des jeux	UE2-04	18+12	2,50	écrit	Février	assistant-micro	30
<b>DEUXIEME SEMESTRE</b>								
AE2E4	Commerce international et globalisation	UE2-09	18+6	2,00	écrit	Kramarz, Méjean	assistant-macro	34
DES2E2	Comptabilité et analyse financière	<b>UE2-08</b>	18+12	1,50	écrit	Lamy, Meunier, Rérolle	assistant-micro	35
SE2C4	Econométrie 2	<b>UE2-07</b>	18+18	3,00	écrit+tut.	D'Haultfoeuille	assistant-econometrie	36
DES225	Fabrication d'enquêtes	UE2-09	18+0	2,00	mém.	Cayouette-Remblière, Couto	assistant-econometrie	38
AE2E3	Groupe d'éco./socio. théoriques	UE2-09	15+0	2,00	mém+sout.		assistant-macro	40
SE2C3	Groupe de statistique appliquée	<b>UE2-06</b>	0+0	6,00	mém.		assistant-econometrie	41
FA2F1	Introduction à la finance mathématique	UE2-09	18+12	2,00	écrit	Tankov	assistant-actuariat	43
DES2C2	Introduction au droit	<b>UE2-08</b>	12+0	1,50	écrit	Pansier	assistant-macro	45
OMI2F4	Introduction au machine learning	UE2-09	15+9	2,00	écrit	Alquier	assistant-math	46
LTC1C3	Langue Vivante Étrangère 1	<b>UE2-10</b>	0+0	3,00	écrit+CC		Pauvert	47
LTC1C4	Langue Vivante Étrangère 2	<b>UE2-10</b>	0+0	2,00	écrit+CC		Pauvert	49
AE2E6	Macroéconomie 2 : Fluctuations	UE2-09	13.5+7.5	2,00	écrit	Iliopoulos, Malherbet	assistant-macro	50
AE2E7	Microéconomie 2 : économie industrielle	UE2-09	12+12	2,00	écrit+CC	Cazaubiel, De Nijs, Linnemer	assistant-micro	52
AE2E5	Microéconomie de la finance	UE2-09	18+0	2,00	écrit	Tavanti	assistant-micro	53
OMI2E1	Optimisation dynamique	UE2-09	18+6	2,00	écrit	Pham	assistant-actuariat	55
DES2C1	Séminaire d'économie appliquée	UE2-09	18+0	2,00	CC		assistant-macro	56
SE2S5	Séminaire de modélisation statistique	UE2-09	18+0	2,00	mém.	diff. enseignants	Butucea	57
SE2C5	Séries temporelles linéaires	<b>UE2-07</b>	18+18	3,00	écrit+tut.	Françq	assistant-actuariat	58
FA2F4	Simulation et Monte Carlo	UE2-09	13.5+9	2,00	oral	Chopin	assistant-math	60
SE2S2	Statistique 2	UE2-09	15+12	2,00	écrit	Tsybakov	assistant-math	62
FA2F2	Théorie du risque	UE2-09	15+6	2,00	écrit	Baradel	assistant-actuariat	63
OMI2C1	VBA	UE2-09	0+6	0,00			assistant-info	64



## C++ (OMI303)

Enseignant : Jean-Baptiste Yunès - Université Paris Diderot

premier semestre

Cours : 12 heures

TP : 12 heures

### Objectifs

Le cours a pour objectif la maîtrise des principes de base de la programmation objet avec mise en pratique en C++.

#### Principaux acquis de la formation :

A l'issue de ce cours, l'étudiant devra être capable de concevoir et écrire un programme C++ (antérieur à C++11) correctement conçu dans un environnement de développement intégré :

- Maîtrise des éléments syntaxiques essentiels du langage C++ : surcharge, références, allocation dynamique, exceptions, const
- Maîtrise d'un environnement de développement avec la capacité de déboguer
- Capacité à concevoir en termes d'objets un programme à réaliser
- Maîtrise des éléments orientés objets du langage : classes, construction/destruction, héritage, polymorphisme, surcharge d'opérateurs
- Connaissance élémentaire de la notation UML

### Plan

- 1) éléments du langage : variables, expressions, instructions (dont conditionnelles et boucles), fonctions, programme, compilation, concept de portée/durée de vie des variables
- 2) Tableaux, pointeurs, références, passages d'arguments (par valeur et référence)
- 3) Le paradigme des objets informatiques. écriture UML des diagrammes statiques : classe, relations entre classes (généralisation/spécialisation, agrégation/composition, association)
- 4) Concept d'objet en C++. Classe C++. Construction et destruction, portée/durée de vie des objets. Fonctions membres. Modularité, compilation séparée, portée des variables.
- 5) D'UML au C++. écriture C++ des concepts UML de base. Bonnes pratiques d'écriture.
- 6) Spécialisation. Héritage et polymorphisme. Domaines de protection.
- 7) Factorisation. Classes abstraites.
- 8) Surcharge d'opérateurs
- 9) Exceptions
- 10) Entrées/sorties
- 11) éléments de la STL
- 12) Modèles (templates) et idiomes courant en C++.

### Références

*Le langage C++*, Bjarne Stroustrup

*Programmer en C++*, Claude Delannoy

*Modélisation objet avec UML*, Pierre-Alain Muller

## Econométrie 1 (SE2C2)

Enseignant : Michael Visser - ENSAE- CREST, CNRS

premier semestre  
Cours : 19.5 heures  
TP : 18 heures

### Objectifs

This course aims to study the properties of regression models and to relate them to economic models. We begin by studying the OLS estimator, at finite distance and asymptotically. We then look at a few extensions of the standard model via the heteroscedasticity and endogeneity problems.

#### Principaux acquis de la formation : à l'issue du cours, l'étudiant saura

- Enoncer et démontrer les propriétés à distance finie et asymptotiques de l'estimateur MCO sous les hypothèses classiques d'identification et conduire les tests associés ; Enoncer les conséquences sur l'estimateur MCO d'une violation d'une de ces hypothèses ;
- Détecter dans les données cette violation (mauvaise spécification, présence d'hétéroscédasticité, d'endogénéité, équations simultanées) à l'aide de tests, définir et mettre en œuvre la méthode d'estimation et d'inférence adaptée, tester ses résultats
- Déterminer le modèle linéaire adapté à des données de panel et l'estimer
- Enoncer les conditions d'identification d'un effet du traitement et l'évaluer à l'aide de méthodes simples : doubles différences, estimateur de Wald, LATE ;
- Conduire une analyse économétrique complète avec des données réelles sous STATA (spécification, choix de la méthode d'estimation, tests, etc.) et interpréter les résultats.

### Plan

1. **Reminders about OLS** -The estimator and its properties, residual variance, the normal case : Student and Fisher tests.
2. **Asymptotic properties of the OLS estimator** -Reminders of convergence types and limit theorems, convergence of the OLS estimator and asymptotic tests.
3. **Heteroscedasticity** -Definition, consequences, generalised least squares. Properties of OLS, White's matrix and test, quasi-generalised least squares, application to panel data, auto-correlation of residuals.
4. **Endogeneity of regressors and instrumental variables** -Position of the problem, different sources of endogeneity, consequence for OLS, instrumental variables : indirect least squares, 2-stage least squares, specification tests. Simultaneous equations : structural form, reduced form, SUR models, 3-stage least squares.

### Références

WOOLDRIDGE, J. M. Introductory Econometrics. Thomson South-Western (2003) [28 WOO 00A]

## Instruments financiers (FA2F3)

Enseignant : Igor Toder - Deloitte Conseil

premier semestre  
Cours : 19.5 heures  
TP : 0 heures

### Objectifs

L'objectif du cours est de présenter les instruments financiers sous deux aspects :

- Un aspect qualitatif et descriptif dans lequel les instruments sont présentés non pas en tant que représentation abstraite mais dans leur rôle au sein des processus économiques. Les 'utilisateurs' de ces instruments seront évoqués (entreprises, banques, banques centrales). Les mécanismes de marché (émissions de dette, vente à découvert ...) impliquant ces instruments seront décrits.
- Un aspect quantitatif destiné à donner aux élèves les bases nécessaires à : i) les principes de valorisation des produits optionnels avec une approche par réplication et 'martingale' en insistant sur l'équivalence des deux approches, ii) les principes de valorisation des principaux instruments de taux non optionnels.

### Principaux acquis de la formation : à l'issue du cours, l'étudiant saura

- Décrire les principaux instruments financiers et leur utilisation, comptabilisation, mécanismes de fonctionnement.
- Mener des raisonnements élémentaires de non arbitrage.
- Valoriser avec un arbre binomial des options vanilles (valorisation 'directe' et réplication) et calculer des deltas.
- Utiliser la parité Call/Put, ainsi que la valeur temps et la valeur intrinsèque avec application aux options américaines.
- Appliquer la modélisation de Black-Scholes.
- Définir les principaux éléments relatifs au calcul obligataire : valorisation, durations, taux forward.
- Valoriser un swap de taux vanille et construire une courbe zéro-coupon à partir des cotations de swap.
- Avoir un aperçu des principales approches de la modélisation des taux : modèles de taux courts (Hull-White, Vasicek) et modèles de déformation de courbes (HJM, BJM).

### Plan

#### 1. Introduction générale

Eléments fondamentaux du fonctionnement d'une entreprise

Le monde de la banque

Introduction au marché des instruments financiers

#### 2. Marché des produits dérivés sur action

Le marché des actions

Valorisation et couverture théorique des options vanilles dans le cadre du modèle Black-Scholes

La gestion pratique d'un book de trading

Le rôle des produits structurés

#### 3. Marché de la dette : instruments de taux

Rappels

Eléments de calcul actuariel (Courbe des taux etc.)  
Valorisation des swaps  
Retour sur les futures et forward  
Introduction aux modèles de taux courts et de courbes

4. **Marché du crédit**

Le risque de crédit  
Marché de la titrisation

**Références**

HULL J. : *Options, Futures and Other Derivatives*, 6th edition, PRENTICE HALL, 2005.

LAMBERTON D et LAPEYRE B : *Introduction au calcul stochastique appliqué à la finance*, ELLIPSES  
MARKETING, 1998.

PORTAIT R et PONCET P : *Finance de marché*, Dalloz, 2008.

## Introduction aux processus (OMI2S1)

Enseignant : Pierre Alquier - ENSAE-CREST

premier semestre

Cours : 21 heures

TP : 15 heures

### Objectifs

Ce cours constitue une introduction aux processus stochastiques. Un processus est une famille de variables aléatoires dépendantes indexée par un ensemble  $(N, Z, [0, T], R, [0, T] \times [a, b] \dots)$ . Nous considérons dans un premier temps deux classes de processus à temps discret : les martingales et les chaînes de Markov.

La notion de martingale vient de l'étude des jeux de casino, elle est aujourd'hui fondamentale en finance mathématique. Il s'agit d'un outil d'analyse très puissant. Les techniques de martingales permettent notamment de prouver plus simplement la loi forte des grands nombres ou de construire l'intégrale stochastique.

Une chaîne de Markov est un modèle dynamique (aisément simulable) qui lie le présent d'une (de) variable(s) à son (leur) passé proche. Les chaînes de Markov apparaissent quant à elles naturellement lorsque l'on fait de la modélisation et que l'on cherche à modéliser de manière simple la dépendance temporelle. Il existe de très nombreux modèles en statistiques, finance, physique, biologie (dans l'étude de la dynamique de population, génétique) et économie. Les modèles autorégressifs étudiés en séries temporelles en sont un exemple linéaire simple.

Du fait de leur flexibilité, elles sont également devenues un outil très performant de simulation (méthode MCMC : Monte Carlo Markov Chain). Nous étudierons plus précisément le comportement des chaînes de Markov à état fini ou dénombrables : les propriétés de communication, l'existence de loi stationnaire (théorème ergodique). Le cas continu permettra d'introduire des outils puissants de renouvellement et d'extension de Nummelin. Des applications à la simulation de loi (algorithme MCMC) et aux algorithmes d'optimisation stochastique (algorithme de recuit simulé, Robbins-Monro) seront abordées en cours et TD.

Enfin nous introduirons deux processus à temps continu : le processus de Poisson et le mouvement Brownien. Le processus de Poisson intervient notamment dans les problèmes de files d'attente, fiabilité, risque de crédit. Le mouvement Brownien a lui un rôle central équivalent à celui de la Gaussienne en dimension finie. La trajectoire Brownienne a été décrite pour la première fois par un botaniste et apparaît aujourd'hui de manière fondamentale en statistique, physique, finance...

### Acquis de la formation : à l'issue de la formation, l'étudiant saura

- manipuler l'espérance conditionnelle sachant une sous-tribu et énoncer ses propriétés
- énoncer les définitions des principaux concepts de bases sur les processus (filtration, temps d'arrêt, etc.), énoncer le théorème de Kolmogorov sur l'existence de la loi d'un processus.
- énoncer les principaux résultats de la théorie L1 des martingales à temps discret (convergence, martingales inverses, loi du 0-1, théorèmes d'arrêts et inégalités de martingales) et les appliquer pour des problèmes concrets de statistique vus en travaux dirigés
- énoncer les principales définitions et les principaux résultats sur les chaînes de Markov à temps discret et espaces d'états finis ou dénombrables (classification des états, probabilités invariantes, théorème ergodique, convergence vers l'équilibre, réversibilité)
- prouver l'existence du processus de Poisson et du Mouvement Brownien et construire ces deux processus.

## Plan

- Notions de bases, exemples - Processus, filtrations, temps d'arrêt, définitions, exemples, théorème de Kolmogorov.
- Martingales à temps discrets - Martingales, sur martingales (indexées par  $N$ ). Inégalités de Doob, théorème d'arrêt. Théorème de convergence presque sûre, convergence dans  $L^1$  et équi-intégrabilité, convergence dans  $L^p$ . Applications : loi du 0-1, loi forte des grands nombres, convergence des U-statistiques, convergence du test du rapport de vraisemblance, filtrage...
- Chaînes de Markov à états discrets - Chaîne de Markov à espace d'états fini et dénombrable. Propriété de Markov forte. Récurrence et transience. Probabilité/mesure invariante. Théorèmes limites. Applications aux algorithmes d'optimisation stochastiques ; simulation de loi (MCMC) / recuit simulé
- Notions sur les processus de Poisson, de Wiener, et processus Gaussiens

## Références

- BREMAUD P. (1999). Markov Chains, Gibbs Fields, Monte Carlo Simulation, and Queues, Springer. [21 BRE 00 A]
- WILLIAMS D. (1997). Probability with Martingales, Cambridge University Press. [16 WIL 00 A]

## **Langages R et SAS (OMI2AD2)**

Enseignant :

premier semestre

Cours : 0 heures

TP : 12 heures

### **Objectifs**

Ce cours a pour objectif une prise en main des logiciel SAS et R. Les connaissances ici présentées seront mises en oeuvre tout au long de la scolarité, notamment pour les enseignements de statistique descriptive, analyse des données, statistique appliquée, démographie ou sociologie, groupe de travail, ainsi qu'au cours du stage en entreprise et plus tard, dans votre milieu professionnel.

### **Plan**

1. R : découverte des fonctions de base, vecteurs, listes, dataframes, fonctions, graphiques.
2. SAS : initiation aux procédures SAS, SQL, macro SAS

### **Références**

DUGUET E. Introduction à SAS [87 DUG 00 B]

KONTCHOU KOUOMEGNI H., DECOURT O. SAS Maîtriser SAS Base et SAS Macro [87 KON 00 A]

SAUTORY O. La statistique descriptive avec le système SAS [87 SAS 00 AQ]

# Langue Vivante Étrangère 1 (LTC1C1)

Enseignant :

premier semestre

Cours : 0 heures

TP : 0 heures

## Objectifs

Le jour de la rentrée scolaire, les élèves passent un test d'évaluation. Ils sont ensuite ventilés en fonction de leurs résultats dans des groupes de niveau. Les objectifs des enseignements sont adaptés au niveau des élèves. Les vrais débutants et les élèves très faibles en anglais consacrent 4 heures à l'apprentissage des structures de base de la langue parlée et écrite. Les élèves de niveau "moyen" doivent suivre deux séances hebdomadaires, l'une de deux heures, l'autre d'une heure, ayant pour objet de les aider à progresser dans leur maîtrise des quatre compétences de base en anglais. L'une est systématiquement consacrée à un thème donné et l'autre soit à la grammaire, soit aux techniques d'expression orale. Les groupes plus forts se voient offrir un choix de cours variés (institutions et civilisation des pays anglophones, Irlande, littérature, etc.). Plus précisément, les objectifs sont pour

### Niveau A1/A2 : utilisateur élémentaire

- Etudier la langue utilisée dans les contextes personnels quotidiens et professionnels, de manière à établir les bases solides qui permettront de se sentir à l'aise dans les cinq compétences de base : compréhension orale, compréhension écrite, expression écrite et expressions orales (prise de parole et parole en continu).
- Introduire l'élève au rôle clef de l'anglais dans les interactions interculturelles.

A l'issue du cours, l'étudiant saura

- Comprendre les expressions et le vocabulaire fréquemment utilisé dans sa vie quotidienne : parler de soi-même, de sa famille, de son environnement proche, de son travail
- Saisir l'essentiel dans des annonces et des messages simples et clairs.
- Lire des textes courts très simples et y retrouver une information spécifique et prévisible dans ce type de documents courants comme les publicités, les prospectus, les menus et les horaires.
- Comprendre des messages personnels et professionnels courts et simples.
- Communiquer lors de tâches simples et habituelles ne demandant qu'un échange simple et direct d'informations sur des sujets et des activités familiaux, et avoir des échanges très brefs sur ces mêmes sujets.
- Utiliser une série de phrases ou d'expressions pour décrire sa famille, ses conditions de vie, sa formation et son activité professionnelle.
- Ecrire des notes et messages simples et courts.

### Niveau B1/B2 : utilisateur indépendant :

- Augmenter la confiance de l'élève en le mettant dans des situations où il doit utiliser ses capacités souvent que partiellement acquises.
- Introduire l'élève aux supports authentiques - sonores et écrits - qui lui permettront de communiquer en anglais tant avec des "natifs" qu'avec des étrangers.
- Aborder la dimension internationale de l'anglais et l'importance de l'interculturel dans les échanges avec autrui.

Acquis de la formation : à l'issue du cours, l'étudiant saura

- Comprendre les points essentiels quand un langage clair et standard est utilisé pour aborder des sujets familiaux concernant le travail, les études, les loisirs, etc.
- Comprendre l'essentiel des émissions de radio ou de télévision traitant de l'actualité ou de sujets intéressants à titre personnel ou professionnel l'élève dans lesquels est utilisé un rythme de paroles relativement



lent et distinct.

- Comprendre des textes rédigés essentiellement dans une langue courante ou faisant appel au vocabulaire professionnel.
- Comprendre la description d'événements.
- Faire face à la majorité des situations que l'on peut rencontrer au cours d'un voyage dans une région où la langue est parlée.
- Prendre part sans préparation à une conversation sur des sujets familiers (vie quotidienne), professionnels, ou d'intérêt personnel.
- S'exprimer de manière simple afin de relater des expériences et des événements, en donnant brièvement les raisons et explications de ses opinions ou projets.
- Ecrire un texte simple et cohérent sur des sujets familiers ou qui l'intéressent personnellement.

### **Niveau C1/C2 : utilisateur confirmé :**

1. Aborder le registre académique :

- lire des articles de revues scientifiques,
- rédiger des rapports, des articles,
- savoir présenter et discuter de son travail dans un contexte professionnel
- comprendre des interventions professionnelles longues

2. Approfondir ses connaissances du monde anglo-saxon : littérature, civilisation, histoire, cultures, etc..

A l'issue du cours, l'étudiant saura

- Comprendre un long discours même s'il n'est pas clairement structuré et que les articulations sont seulement implicites.
- Comprendre les émissions de télévision et les films sans trop d'effort.
- Comprendre des textes factuels ou littéraires longs et complexes et en apprécier les différences de style.
- Comprendre des articles spécialisés et de longues instructions techniques même lorsqu'ils ne sont pas en relation directe avec son domaine.
- S'exprimer spontanément et couramment sans trop apparemment devoir chercher ses mots.
- Utiliser la langue de manière souple et efficace pour des relations sociales et professionnelles.
- Exprimer ses idées et opinions avec précision et lier ses interventions à celles de ses interlocuteurs.
- S'exprimer dans un texte clair et bien structuré et développer son point de vue.
- Ecrire sur des sujets complexes en soulignant les points importants.
- Adopter un style adapté au destinataire.

## **Plan**

## **Références**

## **Langue Vivante Étrangère 2 (LTC1C2)**

Enseignant :

premier semestre

Cours : 0 heures

TP : 0 heures

### **Objectifs**

Outre le fait de contribuer à l'enrichissement personnel, la deuxième langue fait souvent la différence au moment d'un choix de stage ou d'une embauche. A l'ENSAE, les langues suivantes sont proposées : Allemand, Arabe, Chinois, Espagnol, Français langue étrangère, Italien, Japonais, Russe. Les cours de Français langue étrangère sont obligatoires pour les étudiants non francophones.

Les élèves choisissant l'allemand ou l'espagnol subissent un test d'évaluation organisé par l'Unité des Langues.

Tous les cours sont de deux heures et regroupent les élèves des trois années par niveaux de langue.

Les cours des langues plus rarement étudiées sont mis sur pied dès que la demande et le nombre des élèves de ce niveau le permettent.

Les germanistes de niveau avancé peuvent choisir un cours de langue "à thème", soit sur le cinéma allemand soit sur l'Allemagne contemporaine.

En espagnol, les bons hispanisants peuvent suivre un cours de lecture dirigée.

### **Plan**

### **Références**

## **LaTeX (OMI1C10)**

Enseignant : Lucie Neirac - ENSAE

premier semestre

Cours : 0 heures

TP : 6 heures

### **Objectifs**

Ce cours optionnel est une introduction à LaTeX, langage permettant de créer des documents écrits. L'intérêt de ce langage est la qualité des documents réalisés, tant par la richesse des possibilités offertes pour le contenu (symboles scientifiques,..) que par la qualité de la mise en page.

### **Plan**

### **Références**

## Macroéconomie (AE2AD2)

Enseignant : Alexandre Godzinski - INSEE

premier semestre

Cours : 7 heures

TP : 0 heures

### Objectifs

Ce cours couvre le contenu du cours de macroéconomie de première année. Il introduit les fondements de l'analyse macroéconomique du court et du moyen terme. Une attention particulière est apportée à la prise en compte dans les modèles de l'ouverture internationale des marchés de biens et de capitaux. Enfin, des cas pratiques illustreront l'utilité des modèles étudiés pour appréhender la conjoncture économique et la politique macroéconomique.

#### Principaux acquis de la formation : à l'issue du cours, l'étudiant saura

- Manipuler les modèles macroéconomiques de base IS/LM, Mundell-Flemming et Offre-Demande agrégée et en discuter la pertinence et les limites.
- Se servir de ces modèles pour discuter des politiques budgétaires et monétaires appropriées.
- Identifier et discuter les sources et les implications macroéconomiques des rigidités nominales et réelles.
- Enoncer l'hypothèse d'anticipations rationnelles, manipuler les modèles de la nouvelle macroéconomie classique qui en découlent, et analyser ses implications pour la politique économique.
- Identifier les sources et les mécanismes du chômage et décrire les politiques susceptibles d'y remédier.

### Plan

1. Introduction à la macroéconomie
2. Le modèle IS-LM
3. Le modèle de Mundell-Fleming
4. Le modèle Offre Agrégée / Demande Agrégée
5. Le modèle de Dornbusch

### Références

Blanchard, O., et D. Cohen (2008), *Macroéconomie*, Pearson.

# Macroéconomie 1 (AE2C2)

Enseignant : Olivier Loisel - ENSAE-CREST

premier semestre  
Cours : 19.5 heures  
TP : 18 heures

## Objectifs

Ce cours introduit les concepts fondamentaux des modèles macroéconomiques aux fondations microéconomiques. Il aborde deux principaux thèmes, les théories de la croissance et les effets de la politique budgétaire, au travers de modèles à temps continu, avec agent représentatif ou générations imbriquées. Il porte une attention particulière aux questions normatives concernant l'efficacité au sens de Pareto de l'équilibre de marché et le rôle des politiques économiques.

**Principaux acquis de la formation** : à l'issue du cours, l'étudiant saura

- énoncer et expliquer les principales prédictions des modèles vus en cours ;
- dans des modèles identiques ou similaires à ceux vus en cours, énoncer et résoudre le problème d'optimisation de chaque agent et interpréter ses conditions du premier ordre ;
- en particulier, dans le cas des ménages, appliquer les théorèmes d'optimisation dynamique en temps continu et sous contraintes, en utilisant le hamiltonien, et interpréter la condition d'Euler ;
- dans des modèles identiques ou similaires à ceux vus en cours, déterminer l'équilibre de marché, soit analytiquement, soit graphiquement en construisant un diagramme des phases ;
- dans des modèles à agent représentatif identiques ou similaires à ceux vus en cours, énoncer et résoudre le problème d'optimisation du planificateur omniscient, omnipotent et bienveillant, et déterminer une politique fiscale mettant en œuvre l'allocation qu'il choisit ;
- dans des modèles identiques ou similaires à ceux vus en cours, déterminer graphiquement, en construisant un diagramme des phases, la réponse dynamique de l'économie à des politiques budgétaires ou des chocs sur les paramètres structurels.

## Plan

### Introduction générale

#### Partie 1 : théories de la croissance exogène

Chapitre 1 : le modèle de croissance avec taux d'épargne exogène (Solow-Swan)

Chapitre 2 : le modèle de croissance avec taux d'épargne endogène (Cass-Koopmans-Ramsey)

#### Partie 2 : théories de la croissance endogène

Chapitre 3 : le modèle de croissance avec apprentissage par la pratique (Romer, 1986)

Chapitre 4 : le modèle de croissance avec variété des biens (Romer, 1990)

#### Partie 3 : effets de la politique budgétaire

Chapitre 5 : politique budgétaire dans le modèle à agent représentatif (Cass-Koopmans-Ramsey)

Chapitre 6 : politique budgétaire dans le modèle à générations imbriquées (Weil)

#### Conclusion générale

## Références

- Aghion, P., et P. Howitt (2010), "L'économie de la croissance", *Economica* [67 AGH 00 F]  
Barro, R. J., et X. Sala-i-Martin (2004), "Economic Growth", 2ème édition, MIT Press [67 BAR 00 B]  
Heijdra, B. J., et F. van der Ploeg (2002), "Foundations of Modern Macroeconomics", Oxford University

Press [65 HEI 00 A]

Romer, D. (2006), "Advanced Macroeconomics", 3ème édition, McGraw-Hill [65 ROM 00 A]

## Microéconomie (AE2AD1)

Enseignant : Arthur Cazaubiel - ENSAE- CREST

premier semestre

Cours : 8 heures

TP : 0 heures

### Objectifs

Ce cours introduit les méthodes et notions élémentaires utilisées dans la formalisation des comportements économiques et du fonctionnement des marchés. Il présente les deux approches complémentaires de l'analyse économique : l'approche normative, qui consiste à définir quelles sont les allocations optimales des biens entre les agents ; l'approche positive, qui cherche à expliquer, à partir du comportement des agents, comment fonctionne l'économie, et quelle est la situation d'équilibre qui en résulte. Présentées dans un premier temps dans le cadre d'une économie statique et sans aléa, ces approches sont progressivement étendues à l'intertemporel et à l'incertain. La démarche consistant à faire le lien entre les deux approches (normative et positive) est entreprise dans le cas d'une économie de marché 'idéale' où la concurrence est parfaite et où les ajustements de prix permettent toujours de mettre en concordance les offres et les demandes, avant d'introduire les cours de deuxième année, qui intègrent les problèmes d'externalités et de biens publics, d'information imparfaite ou de pratiques non-concurrentielles.

### Principaux acquis de la formation : à l'issue du cours, l'étudiant saura

- Formuler et résoudre un problème d'optimisation sous contraintes.
- Modéliser le choix de consommation d'un consommateur.
- Modéliser le comportement d'une entreprise preneuse de prix.
- Modéliser le comportement d'agents en univers incertain.
- Comprendre le fonctionnement théorique d'un marché concurrentiel.
- Comprendre la relation liant équilibre général et optimum de Pareto.

### Plan

1. **Description de l'économie - allocations et organisation optimales** - Représentation des préférences du consommateur. Optimum de Pareto dans une économie d'échanges. Représentation de la production. Optimalité dans une économie avec production.
2. **Comportement des agents et équilibre dans une économie de marché** - Demande, offre et équilibre sur le marché d'un bien. Le comportement du consommateur. Le comportement du producteur. Equilibre général concurrentiel. Le fonctionnement des marchés en intertemporel et en incertain ; bourse et assurance.
3. **Les théorèmes centraux de l'économie du bien-être et leur remise en cause** - Optimum et équilibre : les théorèmes centraux de l'économie du bien-être. La prise en compte du temps et de l'incertain ; les marchés incomplets. La concurrence imparfaite. Quelques exemples d'inefficacité des mécanismes concurrentiels.

### Références

Picard, P. *Eléments de microéconomie : théorie et applications*. Paris : Montchrestien, 1994. 587 p. Domat économie. ISBN 2-7076-0611-1. [63 PIC 00 A]

Jullien, B., Picard, P. - *Eléments de microéconomie : exercices et corrigés*. Paris : Montchrestien, 1994.

415 p. Domat économie. ISBN 2-7076-0623-5. [63 PIC 00 B]

Mas-colell, A., Whinston, M.D., Green, J.R. - *Microeconomic theory*. London ; New York : Oxford university press, 1995. ISBN 0-19-510268-1 [63 MAS 00 A]



## Microéconomie 1 (AE2C1)

Enseignant : Philippe Choné - ENSAE-CREST

premier semestre  
Cours : 19.5 heures  
TP : 18 heures

### Objectifs

Ce cours remet en cause certaines des hypothèses des théorèmes fondamentaux de l'économie du bien-être vus en première année. Il commence par étudier des situations où des interactions entre agents économiques ne sont pas reflétées dans le système de prix, ce qui donne lieu à des phénomènes d'externalités. Il explique ensuite comment la présence d'asymétries informationnelles entre les agents aboutit à des résultats inefficaces. Dans une dernière partie d'ouverture, le cours reconnaît qu'en pratique les consommateurs ne sont pas parfaitement rationnels et se demande dans quelle mesure le fonctionnement des marchés en est affecté. Cette partie fait la transition avec le cours d'économie industrielle du second semestre qui explore en détail la notion du pouvoir de marché des entreprises.

### Principaux acquis de la formation : à l'issue du cours, l'étudiant saura

- Décomposer une situation microéconomique simple pour comprendre comment les agents se comportent et interagissent ;
- Modéliser les différents enchaînements avec les outils de la théorie des jeux ;
- Déterminer l'optimum économique ;
- Identifier, le cas échéant, les raisons pour lesquelles l'optimum n'est pas atteint et proposer des moyens de restaurer l'efficacité.

### Plan

Première partie : Biens publics et externalités

Deuxième partie : Information imparfaite

Troisième partie : Rationalité limitée des consommateurs et fonctionnement des marchés (introduction)

### Références

Mas-Colell, Winston, Green : 'Microeconomic Theory', Oxford University Press

Salanié : 'Microéconomie - Les défaillances du marché', Economica

Salanié : 'Théorie des contrats', Economica

Spiegler : "Bounded rationality and industrial organization", Oxford University Press

## Python pour le Data Scientist (OMI2F2,OMI2F3)

Enseignant : diff. enseignants -  
Xavier Dupré - Microsoft Research and Development

premier semestre  
Cours : 12 heures  
TP : 12 heures

### Objectifs

Python est récemment devenu une alternative plus que probante pour les scientifiques et comme c'est un langage générique, il est possible de gérer l'ensemble des traitements appliqués aux données, depuis le traitement des sources de données jusqu'à leur visualisation sans changer de langage. Ce cours introduit différents outils qui permettent de faire 'parler' les données pour obtenir rapidement des résultats.

#### Principaux acquis de la formation :

- Manipulation de données de toutes dimensions, structurées, non structurées
- Machine Learning, overfitting, ROC
- Programmation créative

### Plan

- Dataframe, SQL
- Données non structurées (JSON, XML), Grandes données, distribution des calculs
- Visualisation, Graphiques interactifs
- Calcul numérique Optimisation (numpy, scipy, cvxopt)
- Machine Learning, Statistiques descriptives avec scikit-learn
- Code jam, aperçu des exercices qui reviennent fréquemment lors des entretiens d'embauche
- Sujets variés
- Python et R
- Python et C#
- Quelques aspects techniques et légaux (tracer une carte veut dire parfois envoyer ses données à un service externe)

### Références

#### Bibliographie :

- *Python for Data Analysis*, Wes McKinney
- *Learning scikit-learn : Machine Learning in Python*, Raul Garreta, Guillermo Moncecchi
- *Modeling Creativity : Case Studies in Python*, Tom De Smedt
- *Critical Mass : How One Thing Leads to Another*, Philip Ball

#### MOOC :

- *Machine Learning* par Andrew Y. Ng
- *Coursera Machine Learning*

## Sociologie (DES2E3)

Enseignant : Céline Goffette - Ensaie-Crest

premier semestre  
Cours : 19.5 heures  
TP : 0 heures

### Objectifs

Ce cours de sociologie générale s'organise autour d'un fil directeur, l'étude des inégalités, et a deux objectifs principaux : faire le lien entre les travaux sociologiques ' classiques ' et contemporains, et évaluer l'intérêt des méthodes statistiques pour la recherche en sociologie. Cet enseignement s'adresse à tout étudiant intéressé par les questions sociales. Il permettra également aux étudiants qui envisagent de poursuivre un cursus en sociologie de se familiariser avec la recherche sociologique contemporaine, en France et à l'international.

Le cours s'articule autour de trois modules. Le premier module traite des dynamiques de la stratification sociale. Il s'agit de voir comment le degré d'ouverture des sociétés évolue, à travers l'étude du lien entre position sociale des parents et des enfants, ainsi que de la proximité sociale des conjoints. On montrera notamment comment le constat d'une stabilité de l'inégalité des chances sociales a pu être remis en cause par l'usage de modèles statistiques plus sophistiqués que ceux utilisés jusqu'alors, qui ont révélé une réduction de l'inégalité des chances sociales.

Le deuxième module illustre l'évolution de la différenciation sociale des comportements, pratiques et styles de vie, en s'intéressant à trois domaines : l'usage du temps, la sociabilité et les réseaux sociaux, et la santé. On étudiera l'articulation des inégalités sociales, de genre et entre générations.

Enfin, un dernier module questionne la place de la sociologie au sein des sciences sociales, en comparant en particulier les approches sociologique et économique. On verra également que la sociologie peut dialoguer avec les sciences ' dures ', en montrant comment deux disciplines aussi différentes que la sociologie et la génétique peuvent être combinées pour améliorer notre connaissance de certains phénomènes sociaux.

Chaque séance s'appuie sur la lecture critique d'un article. On s'attachera à replacer cet article au sein de sa tradition de recherche, ce qui permettra d'illustrer les développements des théories et méthodes en sociologie.

### Principaux acquis de la formation :

A l'issue de ce cours, les étudiants auront développé leur sens critique à l'égard de l'analyse des phénomènes sociaux et auront une meilleure connaissance de la recherche contemporaine en sociologie.

### Plan

**Introduction** : présentation du cours, de ses objectifs, des modalités d'évaluation

*Module ' Les dynamiques de la structure sociale '*

1. Homogamie sociale
2. Mobilité sociale
3. Mobilité sociale sur le long terme

*Module ' Inégalités '*

1. Panorama général des inégalités
2. Usage du temps

3. Sociabilité et réseaux sociaux
4. Santé

*Module ' La sociologie et ses rapports avec les autres sciences '*

1. Sociologie et économie
2. Sociologie et génétique

## **Références**

Articles à lire pour chacune des séances. Une bibliographie complémentaire sera fournie pour chaque thème.

1. Vanderschelden M. (2006), Homogamie socioprofessionnelle et ressemblance en termes de niveau d'études : constat et évolution au fil des cohortes d'unions, *économie et statistique*, n°398(1).
2. Vallet L.A. (2014), Mobilité observée et fluidité sociale en France de 1977 à 2003, *Idées économiques et sociales*, n° 175.
3. Van Leeuwen M.H., Maas I., Rébaudo D. et Pélissier J.P. (2016), Social Mobility in France 1720-1986 : Effects of Wars, Revolution and Economic Change, *Journal of Social History*, 49(3), 585-616.
4. Neckerman K.M. et Torche F. (2007), Inequality : Causes and consequences, *Annual Review of Sociology*, 33, 335-357.
5. Sevilla A., Gimenez-Nadal J.I. et Gershuny, J. (2012), Leisure inequality in the United States : 1965-2003, *Demography*, 49(3), 939-964.
6. Héran F. (1988), La sociabilité, une pratique culturelle, *Economie et statistique*, n° 216.
7. Marmot M. (2005), Social determinants of health inequalities, *The Lancet*, 365(9464), 1099-1104.
8. Goldthorpe J.H. (2001), Causation, statistics, and sociology, *European Sociological Review*, 17(1), 1-20.
9. Martin M.A. (2008), The intergenerational correlation in weight : how genetic resemblance reveals the social role of families, *American journal of sociology*, 114(S1).

## Sondages (SE2S1)

Enseignant : Olivier Sautory - INSEE

premier semestre

Cours : 18 heures

TP : 12 heures

### Objectifs

L'objectif de ce cours est d'introduire les principaux concepts de la théorie des sondages en soulignant la nature particulière de l'aléa et l'importance des calculs de précision, et de présenter les plans de sondage les plus classiques. Le rôle de l'information auxiliaire sera mis en exergue, que ce soit lors de la phase d'échantillonnage ou lors de l'estimation. Ce cours sera illustré par des exemples d'enquêtes, et les procédures de sondages de SAS seront brièvement présentées.

#### Principaux acquis de la formation : à l'issue du cours, l'étudiant saura

- Définir un plan de sondage (méthode et algorithme) adapté au problème posé ;
- Calculer la précision des estimateurs (moyenne, total, proportion) issus d'une enquête par sondage ;
- Utiliser des variables auxiliaires pour améliorer la qualité des estimateurs ;
- Repondérer les données pour corriger de la non-réponse totale et mettre en place des stratégies d'imputation pour corriger de la non-réponse partielle.

### Plan

1. **Généralités sur les enquêtes par sondage** - Les bases de sondage. La notion d'estimation et de précision. Les différents types d'erreur : erreur d'échantillonnage, erreur de mesure, non-réponse.
2. **Sondage aléatoire simple** - Estimation d'une moyenne, d'un total, d'une proportion. Calcul et estimation de la précision. Détermination de la taille de l'échantillon. Estimation d'un ratio. Estimation sur domaine.
3. **Sondage à probabilités inégales** - Estimation d'un total, d'une moyenne, précision. Choix des probabilités de tirage, cas du tirage à probabilités proportionnelles à la taille.
4. **Stratification** - Estimation, précision. Allocation de l'échantillon entre les strates : allocation optimale, allocation proportionnelle, etc. Constitution des strates : choix des variables de strates, choix du nombre de strates, etc.
5. **Sondage à plusieurs degrés** - Le sondage en grappes : estimation d'un total, précision. Cas d'un sondage aléatoire simple de grappes. Comparaison avec le sondage aléatoire simple. La taille des grappes. L'effet de grappes. Le sondage à deux degrés : estimation d'un total, précision. Cas d'un sondage aléatoire simple à chaque degré. Comparaison avec le sondage aléatoire simple. Les sondages auto-pondérés.
6. **Les sondages empiriques** - La méthode des quotas (principes, 'biais', 'précision'). La méthode des itinéraires. La méthode des unités-types. Le volontariat.
7. **Estimation par le ratio, post-stratification** - Définitions, propriétés, comparaison avec le sondage aléatoire simple.
8. **Estimation par régression, calage** - Estimation par différence. Estimation par régression : définition, propriété. Aperçu sur les méthodes de calage.

9. **Correction de la non-réponse** - Aperçu sur les méthodes de traitement de la non-réponse totale (méthodes de repondération) et les méthodes de traitement de la non-réponse partielle (méthodes d'imputation).

## **Références**

- Ardilly P. (1994) : Les techniques de sondage, Technip, Paris [29 ARD 00 A]  
Cochran W.G. (1977) : Sampling techniques (3ème édition), J. Wiley, New-York [29 COC 00 A]  
Deroo M., Dussaix A.M. (1980) : Pratique et analyse des enquêtes par sondage, PUF [29 DER 00 A]  
Desabie J. (1966) : Théorie et pratique des sondages, Dunod, Paris [29 DES 00 A]  
Grosbras J.-M. (1987) : Méthodes statistiques des sondages, Economica, Paris [29 GRO 00 A]  
Raj (1968) : Sampling theory, Mc Graw-Hill, New-York [29 RAJ 00 A]  
Sarndal C.E., Swenson B., Wretman J. (1997) : Model assisted survey sampling, Springer [29 SAR 00 A]  
Tillé Y. (2001) : Théorie des sondages, Dunod [29 TIL 00 A]

## Statistique 1 (SE2C1)

Enseignant : Nicolas Chopin - ENSAE - CREST

premier semestre  
Cours : 19.5 heures  
TP : 18 heures

### Objectifs

Ce cours présente les bases théoriques de la modélisation statistique, essentiellement dans un cadre paramétrique. L'approche inférentielle est privilégiée, et l'on traitera avant tout des méthodes d'estimation des paramètres, ainsi que de leurs propriétés, notamment en terme d'optimalité (asymptotique ou à distance finie). La théorie des tests d'hypothèses sera aussi abordée.

#### Acquis de la formation : à l'issue de la formation, l'étudiant saura :

- Enoncer et appliquer les principes généraux d'estimation paramétrique, tels que M-estimation, Z-estimation, estimation bayésienne
- Enoncer et appliquer la théorie des intervalles de confiance.
- Enoncer et appliquer les principes généraux de construction de tests (asymptotiques et non-asymptotiques), les appliquer dans des situations courantes
- Lors d'un projet en R, simuler des données synthétiques, leur appliquer les techniques statistiques et en analyser les résultats

### Plan

- Principes généraux - Les buts de la statistique, les diverses approches (inférentielle, bayésienne). Les types de modèles statistiques (paramétrique, semi- et non-paramétriques). Echantillonnage, information apportée par un échantillon (Fisher, Kullback), statistiques (exhaustives, libres), modèles exponentiels.
- Problématique de l'estimation. Approche décisionnelle : admissibilité. Estimation sans biais : optimalité, borne FDCR, efficacité. Estimation asymptotique : maximum de vraisemblance, méthode des moments, efficacité asymptotique. Estimation bayésienne : formule de Bayes, estimateur de Bayes, approches subjective et objective.
- Tests d'hypothèses - Optique de Neyman-Pearson (région de confiance, puissance, niveau, risques). Tests simples, Lemme de Neyman-Pearson. Test de Student. Tests asymptotiques (Wald, rapport de vraisemblance). Tests d'adéquation (Khi-deux, Kolmogorov).
- Statistique computationnelle : Newton-Raphson, Algorithme EM, introduction au Gibbs sampling, Bootstrap.

### Références

Lehmann E.L. et G. Casella (2003) Theory of point estimation, 2nd edition, Springer-Verlag [21 LEH 00 D]

Tsybakov A. (2006) Polycopié du cours de Statistique Appliquée, Université Pierre et Marie Curie. Disponible à l'adresse : [www.crest.fr/ckfinder/userfiles/files/Pageperso/tsybakov/StatAppli\\_tsybakov.pdf](http://www.crest.fr/ckfinder/userfiles/files/Pageperso/tsybakov/StatAppli_tsybakov.pdf)

Wasserman L. (2004) All of Statistics, Springer-Verlag [21 WAS 00 A]

## **Théorie des jeux (AE2E1)**

Enseignant : Philippe Février - MAPP-Veltys

premier semestre

Cours : 18 heures

TP : 12 heures

### **Objectifs**

Les relations économiques entre un petit nombre d'agents échappent au cadre classique de la concurrence parfaite parce que les décisions de chaque individu ont des conséquences globales sur l'économie dont cet individu peut tenir compte. Ainsi une entreprise internalise l'impact de ses décisions de production dans un marché concentré comme un duopole, une autorité monétaire envisage l'impact de sa politique sur les anticipations des agents et sur sa crédibilité à long terme, un syndicat tient compte de la valeur dissuasive que peut exercer une menace de grève dans les négociations salariales avec une entreprise, etc.

Pour traiter ces problèmes, l'outil méthodologique est la théorie des jeux. Cet outil est à la base d'un nombre croissant de développements économiques récents, tant en économie industrielle qu'en macroéconomie, en économie internationale, en économie du travail, et en économie publique. C'est pourquoi la théorie des jeux est indispensable à l'économiste moderne.

Le cours propose une introduction aux concepts et méthodes de la théorie des jeux, tels qu'utiles pour des économistes. L'accent sera mis moins sur les propriétés des objets mathématiques utilisés que sur leur contenu conceptuel et leur applicabilité en termes économiques. Il sera présenté en particulier des illustrations dans divers champs économiques pour montrer l'utilité et l'universalité de ces concepts.

#### **Principaux acquis de la formation : à l'issue du cours, l'étudiant saura**

- Représenter une situation stratégique sous la forme d'un jeu statique.
- Identifier les stratégies dominées (et dominantes).
- Utiliser le concept d'équilibre de Nash pour prédire l'issue du jeu.
- Intégrer une dimension temporelle à l'analyse, en s'appuyant sur la rétro-induction.
- Modéliser l'asymétrie d'information, et calculer des équilibres de Bayes-Nash dans des jeux simples.

### **Plan**

1. **Jeux sous forme normale** - Stratégies, équilibres de Nash, exemples.
2. **Jeux sous forme extensive** - Stratégies, équilibres de Nash, notion d'information.
3. **Dynamique** - Perfection et application à la théorie de la négociation. Folk theorems et application à la théorie des cartels. Hypothèse markovienne dans les jeux à variables d'état, jeux d'héritage.
4. **Problèmes informationnels** - Jeux bayésiens, équilibres Bayésiens. Les enchères. Implémentation et exemples d'économie publique
5. **Dynamique et information** - Equilibres et raffinements. Réputation. Signalisation, application au marché du travail

### **Références**

- DEMANGE, G et J.-P. PONSSARD, (1994), *Théorie des jeux et analyse économique*, PUF [15 DEM 00 A]
- FUDENBERG, D et J. TIROLE, (1991), *Game Theory*, MIT Press [64 FUD 00 A]



GIBBONS, R., (1993), *A Primer in Game Theory* [63 GIB 00 A]  
KREPS, D., (1990), *Game Theory and Economic Modelling*, Oxford Univ. Press [63 KRE 00 C]  
MYERSON, R., (1991), *Game Theory : Analysis of conflict*, Harvard University Press [15 MYE 00 A]  
OSBORNE, M. et A. RUBINSTEIN, (1994), *A course in Game Theory*, Academic Press [15 OSB 00 A]

## **Théorie des probabilités (OMI2AD1)**

Enseignant : Cristina Butucea - ENSAE-CREST

premier semestre

Cours : 18 heures

TP : 0 heures

### **Objectifs**

Ce cours est destiné à un public d'origines très variées entrant directement en 2<sup>ème</sup> année et ayant déjà suivi dans leurs études antérieures, mais avec des degrés variables d'approfondissement, des enseignements de théorie des probabilités.

Son objectif est de replacer les concepts et les résultats probabilistes dans un cadre logique général qui fournira aux étudiants les outils nécessaires pour la bonne compréhension des disciplines d'aval : statistique théorique, étude des séries temporelles, processus aléatoires, économétrie, modèles de la finance, théorie des sondages, etc.

Ce cours ne couvre pas tous les développements théoriques mais il doit donner l'occasion aux étudiants d'identifier des points sur lesquels leurs connaissances antérieures sont limitées, quitte à compléter les connaissances rappelées dans le cours oral par la lecture d'ouvrages fondamentaux ou d'approfondissement.

Enfin, il s'attache à montrer que les probabilités ne sont pas conçues comme une application simple de concepts de mathématique formelle pure mais comme un corpus de concepts et de modes de raisonnement autonomes. De nombreux exemples d'application illustrent le problème de la modélisation probabiliste.

Acquis de la formation : à l'issue de la formation, l'étudiant saura

- Calculer des lois de probabilité de variables aléatoires dans des contextes très variés : lois discrètes : continues, transformations de variables et application à la simulation de variables aléatoires de distribution donnée, sommes, rapports de variables indépendantes, etc.
- Reconnaître et savoir manipuler les vecteurs gaussiens. Connaître les lois dérivées usuelles et leur application à la problématique de certains tests dans le contexte normal.
- Connaître, différencier et savoir mettre en œuvre les différents critères de convergence selon les différents modes, pour des suites ou séries de variables aléatoires.
- Comprendre l'approche asymptotique, la mise en œuvre des théorèmes 'limites', les configurations de déviation, son utilité comme moyen d'approximation dans les cas usuels (grands échantillons, grandes valeurs des paramètres, etc.). Connaître les principes de la simulation pour vérifier empiriquement des propriétés asymptotiques ou l'adéquation à une loi donnée.
- Comprendre le conditionnement comme une méthode d'approximation optimale d'une variable aléatoire par une autre ou par un événement. Savoir calculer des lois de probabilité conditionnelle et des espérances conditionnelles dans les configurations les plus variées.

### **Plan**

1<sup>ère</sup> partie

0. éléments pour une approche épistémologique.

- Modèle de l'espace probabilisé.
- Rappels de la théorie de l'intégration : mesures, applications mesurables, construction de l'intégrale, intégrabilité d'une fonction.

- Mesure admettant une densité par rapport à une autre.
- Mesure-image et théorème de transfert.
- 1. Variables aléatoires : caractérisations, lois, moments et changements de variables.
  - Introduction : rappels sur la notion de variable aléatoire (réelle ou vectorielle).
  - Détermination et caractérisation des lois des variables aléatoires dans les cas usuels.
  - étude des moments d'une variable aléatoire.
  - Le problème du changement de variables.
- 2. étude des lois normales.
  - Lois normales sur  $\mathbb{R}$ .
  - Lois usuelles dérivées des lois normales.
  - Lois normales sur  $\mathbb{R}$  (vecteurs gaussiens).
  - Propriétés algébriques et géométriques des lois normales sur  $\mathbb{R}$ .
- 2ème partie.
- 3. Convergences ponctuelles et fonctionnelles.
  - Convergence presque sûre.
  - Convergence en probabilité (ou stochastique).
  - Convergence dans les espaces.
- 4. Convergence en loi.
  - Définition de la convergence en loi.
  - Critères usuels de convergence en loi.
  - Théorème de Paul LEVY.
  - Propriétés de la convergence en loi ; utilisation de développements limités.
- 5. Théorie asymptotique.
  - Lois des grands nombres (faibles et fortes).
  - Déviations par rapport à la loi des grands nombres.
  - Théorème central limite : version usuelle et extensions diverses.
- 3ème partie
- 6. Conditionnement et espérance conditionnelle.
  - Conditionnement dans le cas élémentaire : par un événement, pour des variables discrètes, pour des variables à densité.
  - Théorie 'géométrique' de l'espérance conditionnelle.
  - Extension : théorie générale de l'espérance conditionnelle.
  - Théorie générale des lois de probabilité conditionnelles.
  - Réinterprétation de l'espérance conditionnelle à partir de la loi de probabilité conditionnelle.

## Références

- BRIANE, M, PAGÈS, G : Théorie de l'intégration, Cours et exercices ; VUIBERT 2006.  
 BILINGSLEY, P : Probability and Measure, second edition, Wiley, [16 BIL 00 B],  
 COTTREL et Cie : Exercices de probabilités, Cassini, [16 COT 00 B]  
 METIVIER, M : Notions fondamentales de la théorie des probabilités ; DUNOD, 1972.  
 MONFORT, A : Cours de probabilités ; ECONOMICA, 1996.  
 OUVRARD, J-Y : Probabilités 2. Master et agrégation, Cassini. [16 OUV 00A2]  
 SAPORTA, G : Probabilités, Analyse des données et Statistique ; TECHNIP, 1990.  
 STOYANOV, J : Counter-examples in Probability ; John WILEY & Sons, 1987.  
 RUDIN, W : Analyse réelle et complexe ; MASSON, 1995.

## Commerce international et globalisation (AE2E4)

Enseignant : Francis Kramarz - ENSAE-CREST  
Isabelle Méjean - Ecole Polytechnique et CREST

deuxième semestre  
Cours : 18 heures  
TP : 6 heures

### Objectifs

Ces dernières années ont vu l'émergence de mouvements anti-globalisation importants alors que les volumes commerciaux et les investissements directs à l'étranger connaissaient une croissance importante. Ce cours se propose de présenter les éléments théoriques de base permettant d'appréhender dans de bonnes conditions ces questions.

Plus précisément, il présente les théories expliquant l'existence d'échanges commerciaux entre nations ou régions, ainsi que leur nature (inter- vs intra-branche). Sont ensuite détaillées les conséquences de la libéralisation des échanges sur le bien être des régions, la rémunération des différents facteurs de production et les inégalités intra- et inter-régions. Les théories traditionnelles de l'échange fondées sur la notion d'avantage comparatif sont traitées, ainsi que les nouvelles explications du commerce international en concurrence imparfaite. Le rôle des politiques commerciales (barrières tarifaires et non-tarifaires), les gains et pertes qui y sont associés, sont systématiquement étudiés dans chacun de ces cadres d'analyse.

### Principaux acquis de la formation : à l'issue du cours, l'étudiant saura

- Savoir énoncer et dériver les résultats principaux des modèles de commerce international en concurrence parfaite (Théorèmes Heckscher-Ohlin, d'égalisation des rémunérations des facteurs, de Stolper-Samuelson et de Rybczynski).
- Transposer graphiquement les implications de ces théorèmes.
- Savoir énoncer leurs hypothèses, les interpréter et en déduire leurs limites.
- Identifier et dériver les effets de l'ouverture en situation de concurrence imparfaite : gains pro-concurrentiels directs et indirects, gains dus aux rendements d'échelle, à la préférence pour la diversité.
- Transposer graphiquement les implications de ces résultats en concurrence imparfaite.

### Plan

1. **Introduction : Pensée et faits stylisés**
2. **Théories traditionnelles du commerce international : spécialisations exogènes** - Différences technologiques et avantage comparatif : le modèle de Ricardo. Ressources et échanges : le modèle Heckscher-Ohlin; le modèle à facteurs spécifiques. Les théories de cycle de vie des produits. Politiques commerciales optimales en concurrence parfaite.
3. **Commerce international en concurrence imparfaite : spécialisations endogènes** - Les effets du commerce international en concurrence imparfaite. Les modèles standards : différenciation des biens et concurrence monopolistique; bien homogène et concurrence à la Cournot. Politiques commerciales stratégiques.

### Références

Markusen, J., J. Melvin, W. Kaempfer, et K. Maskus (1995), *International Trade : Theory and Evidence*, Mc Graw-Hill. [69 MAR 02 A]

## Comptabilité et analyse financière (DES2E2)

Enseignant : Alexandre Lamy - HEC  
François Meunier - ALSIS  
Jean-Florent Rérolle - VienGi

deuxième semestre  
Cours : 18 heures  
TP : 12 heures

### Objectifs

Le cours a pour but de permettre aux étudiants de maîtriser les concepts de base de la comptabilité d'entreprise et de la prise de décision financière dans une entreprise, à travers ses applications les plus courantes. Il permettra aux étudiants de comprendre la conception, le contenu et les limites des documents comptables et les introduira à des notions fondamentales en analyse financière, telles que les critères de décisions d'investissement, les différents instruments utilisés pour financer les investissements ou les méthodes de valorisation des entreprises.

#### **Principaux acquis de la formation : à l'issue du cours, l'étudiant saura :**

- Etablir le journal des opérations courantes (achats, ventes, règlements) et opérations d'inventaire (amortissement, dépréciation, ...).
- Elaborer un compte de résultat et un bilan.
- Décrire et mettre en application une démarche simple de consolidation de comptes.
- Utiliser les principaux ratios et concepts comptables de l'analyse financière ; et notamment la présentation fonctionnelle des comptes de l'entreprise ; l'analyse des marges, de la solvabilité ; notion de flux de trésorerie.
- Distinguer les principaux titres financiers, actions, obligations et crédit bancaire ; leurs caractéristiques financières et juridiques.
- Comprendre des rudiments d'analyse financière dynamique, reliant évaluation d'entreprise et stratégie de l'entreprise.
- Appliquer les techniques les plus courantes d'évaluation d'entreprise.

### Plan

Le cours comportera deux parties. Tout d'abord les trois premières séances et les deux premières séances de travaux dirigés seront consacrées à la comptabilité d'entreprise. Ensuite, ces notions seront directement utilisées et appliquées dans une partie plus spécifique à l'analyse financière.

### Références

VERNIMMEN P., QUIRY P., LE FUR Y. et CEDAHA F. (2002) : Finance d'entreprise, Dalloz.

## Econométrie 2 (SE2C4)

Enseignant : Xavier D'Haultfoeuille - ENSAE-CREST

deuxième semestre

Cours : 18 heures

TP : 18 heures

### Objectifs

Cet enseignement a pour objectif de compléter le cours d'économétrie du premier semestre dans le domaine de l'analyse statistique des données individuelles. La première partie considère quelques extensions des modèles linéaires abordés en économétrie 1. Ces extensions visent globalement à résoudre le problème d'endogénéité, au cœur de la microéconométrie moderne. Le cours approfondit la méthode des variables instrumentales, en traitant de l'hétéroscédasticité et des instruments faibles. Il considère également l'utilisation des panels, y compris lorsque la dynamique du modèle est complexe. En termes méthodologiques, cette partie s'appuiera sur l'estimateur des moments généralisés. La deuxième partie du cours considère les modèles à variable dépendantes 'limitées'. Ce terme recouvre en premier lieu les variables discrètes (indicatrices de chômage, de remboursement de prêts, état de santé, choix de transport etc.) Il recouvre également les variables censurées comme la consommation, qui prend nécessairement des valeurs positives mais potentiellement nulle. Les problèmes de sélection (offre de travail, sélection endogène d'échantillon) sont également abordés. Dans le cadre de ces modèles non-linéaires, la méthode d'estimation utilisée est principalement le maximum de vraisemblance.

Principaux acquis de la formation : à l'issue du cours, l'étudiant saura

- .Maîtriser la théorie et la pratique des variables instrumentales, en connaître les limites.
- .Distinguer les différentes méthodes de panels, comprendre l'intérêt et les limites de chaque approche.
- .Reconnaître des situations où la variable dépendante est limitée et le modèle adapté correspondant (logit/probit, logit multinomial ou conditionnel, tobit, ...), comprendre la méthode d'estimation et les spécificités de chacun des modèles correspondants.
- .Comprendre la méthode des moments généralisés et le maximum de vraisemblance, et être capable de les employer dans des cadres proches de ceux du cours.
- .Pour tous les modèles et méthodes abordés dans ce cours : conduire une analyse économétrique complète avec des données réelles sous STATA (spécification, choix de la méthode d'estimation, tests, etc.) et interpréter les résultats.

### Plan

#### 1. Modèles linéaires : extensions

##### 1.1. Variables instrumentales

Rappels : endogénéité, estimateur des 2MC, tests d'Hausman et de Sargan.

Instruments en présence d'hétéroscédasticité, instruments faibles.

##### 1.2. Modèles de panels statiques

Rappels : effets fixes et effets aléatoires, estimateurs de différences premières et estimateurs within.

Inférence efficace en présence d'autocorrélation.

##### 1.3. Panels dynamiques et exogénéité faible

Estimation par les moments généralisés

#### 2. Modèles non-linéaires : variables dépendantes limitées

##### 2.1. Modèle dichotomique

Modèles logit et probit : identification, estimation, qualité du modèle, problème d'hétéroscédasticité et

d'endogénéité.

2.2. Modèles polytomiques ordonnés et non ordonnés

Modèle logit multinomial, modèle logit conditionnel.

2.3 Modèles de comptage

Modèle de Poisson.

2.4 Modèles de censure et de sélection

Modèles tobit simple, modèle de sélection généralisée, modèle de troncature.

## **Références**

AMEMIYA, T. Advanced Econometrics, Basil Blackwell, Oxford, 1989 [28 AME 00 A]

CREPON B et N. JACQUEMET Econométrie : Méthode et Applications, de Boeck

GOURIEROUX C. Econométrie des variables qualitatives, 2ème éd., Economica, 1989 [28 GOU 00 A]

WOOLDRIDGE, J. Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data, 1ère ou 2ème éd., MIT Press, 2002 ou 2010 [28 WOO 00 B]

## Fabrication d'enquêtes (DES225)

Enseignant : Joanie Cayouette-Remblière - INED  
Marie-Paule Couto - Université Paris 8

deuxième semestre  
Cours : 18 heures  
TP : 0 heures

### Objectifs

Ce cours revient sur les différentes étapes de la fabrication d'une enquête et propose une analyse sociologique de chacune d'entre elles. Pour y parvenir, l'enseignement repose sur la réalisation concrète d'une enquête par questionnaire. Après des lectures et un terrain exploratoires, les étudiants élaborent collectivement un questionnaire sur un thème imposé et en assurent la passation. Le cours se poursuit par la saisie en ligne des matériaux recueillis et s'attarde sur les problèmes spécifiques qu'elle soulève. En amont des exploitations statistiques, il s'agit d'adopter une expertise et un regard réflexif sur la construction même des données. Le thème choisi cette année relève de la sociologie urbaine et du logement.

### Principaux acquis de la formation :

A l'issue de ce cours, l'étudiant aura réalisé collectivement une enquête par questionnaire. Par la pratique, il se sera familiarisé avec les différentes étapes de ce type d'enquête. Il en aura compris les enjeux sociologiques (pratiques et théoriques). Au terme du cours, l'étudiant aura saisi la portée et les limites de ce mode d'investigation. A l'avenir, il pourra adopter une posture sociologique et réflexive sur les résultats statistiques qu'il produit.

### Plan

- Les différentes étapes d'une enquête par questionnaire
- La construction de l'objet d'étude
- La phase exploratoire
- La construction du questionnaire : architecture et formulation des questions
- Les tests du questionnaire
- La passation
- La saisie

### Références

- Béjin A., ' La masturbation féminine : un exemple d'estimation et d'analyse de la sous-déclaration d'une pratique ', *Population*, 48 (5), 1993, p. 1437-1450.
- Bessière Céline, Housseaux Frédérique, ' Suivre des enquêteurs ', *Genèses*, 29, 1997, p. 100-114.
- Bugeja-Bloch F. et Couto M-P., *Les méthodes quantitatives*, Paris, PUF, 128 p.
- Cartier M., Coutant I., Masclat O., Siblot Y., La France des ' petits-moyens '. *Enquête sur la banlieue pavillonnaire*, Paris, La découverte, 2008, 324 p.
- Chamboredon J.-C., Lemaire M., ' Proximité spatiale et distance sociale. Les grands ensembles et leur peuplement ', *Revue française de sociologie*, 11 (1), 1970, p. 3-33.
- Desrosières A., ' La portée sociologique des diverses phases du travail statistique ', dans Besson Jean-Louis, Comte Maurice (dir.), *Des mesures ?* Lyon, PUL, 1986, p. 247-273.
- Gollac M., ' Des chiffres insensés ? Pourquoi et comment on donne un sens aux données statistiques ', *Revue française de sociologie*, 38 (1), 1997, p. 5-36.
- Lambert A., ' *Tous propriétaires ! L'envers du décor pavillonnaire*, Paris, Seuil, 2015, 278 p.



- Orange S., ' Interroger le choix des études supérieures. Les leçons d'un ' raté ' d'enquête ', *Genèses*, 89, 2012, p. 112-127.
- Peneff J., ' La fabrication statistique ou le métier du père ', *Sociologie du travail*, 26 (2), 1984, p. 195-211.
- Schwartz O., ' Une méthode ethnographique ', dans *Le monde privé des ouvriers*, Paris, PUF, 2012, p. 35-57.

## Groupe d'éco./socio. théoriques (AE2E3)

Enseignant :

deuxième semestre

Cours : 15 heures

TP : 0 heures

### Objectifs

Cet enseignement se propose de familiariser les élèves avec la modélisation en économie. L'approche adoptée consiste à étudier, en groupe et sous la conduite d'un encadrant, un sujet économique précis (à choisir dans une liste) sous l'angle particulier de la théorie. Pour cela, les élèves étudieront des articles académiques et réaliseront une synthèse bibliographique. Eventuellement, ils proposeront par la suite une tentative de modélisation personnelle du sujet étudié. Ce travail donnera lieu à la rédaction d'un mémoire présentant les travaux et les conclusions auxquels le groupe a abouti, et à une soutenance orale.

### Principaux acquis de la formation : à l'issue du cours, l'étudiant saura

- Réaliser une recherche documentaire et en faire une synthèse structurée
- Approfondir ses connaissances sur un thème connexe à des enseignements précédents
- Comparer des modèles en économie ou des approches conceptualisées en sociologie
- Proposer un développement personnel sur le thème étudié
- Rédiger le fruit de ses recherches et de sa réflexion
- Défendre à l'oral ses travaux

### Plan

La liste des sujets sera distribuée au cours de l'année.

### Références

## Groupe de statistique appliquée (SE2C3)

Enseignant :

deuxième semestre

Cours : 0 heures

TP : 0 heures

### Objectifs

L'objectif de cet enseignement est de parfaire et de compléter la formation méthodologique des étudiants. Il s'agit donc de mettre en application, sur données réelles, les cours d'analyse de données, de statistiques, d'économétrie et / ou de séries temporelles. Dans un premier temps, les étudiants s'attacheront à identifier une problématique et décrire les données à leur disposition. Puis il s'agira de modéliser le problème, d'estimer les paramètres d'intérêt et de tester quelques hypothèses théoriques.

La pédagogie retenue est celle de travaux par petits groupes sous la direction d'un animateur. Chaque groupe d'étudiants doit, sur un thème et un fichier bien précis, mettre effectivement en oeuvre les techniques citées plus haut, et rédiger un mémoire synthétique présentant ses travaux et conclusions.

Le rôle de l'animateur est de guider les étudiants dans leur étude et de développer certains aspects ponctuels de la statistique mathématique. Enfin, cet animateur fait utiliser par les élèves différentes méthodes ou procédures d'un logiciel de statistique ou de mathématique (SAS, Stata, R, Gauss, Matlab).

### Principaux acquis de la formation : à l'issue du cours, l'étudiant saura

- Poser une question scientifique adaptée à une base de données réelles mise à disposition
- Mener une démarche scientifique collective (groupes de 3, 4 élèves) et guidée par un encadrant, qui inclut une revue de littérature, une description statistique des données et qui utilise les techniques quantitatives adaptées (statistiques et économétriques) pour répondre à la question posée ;
- Savoir synthétiser cette démarche à l'aide d'un rapport de 30 pages adressé à des spécialistes et d'une note de synthèse accessible à des non spécialistes.

### Plan

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

### Références

En analyse de données, les polycopiés d'Olivier Sautory et de Gilbert Saporta, et le livre de Michel Volle (Analyse des données, éd. Economica) ;

En statistiques mathématiques, les notes de cours de Nicolas Chopin, le livre de Philippe Tassi (Méthodes statistiques, éd. Economica), et le All of Statistics (Wasserman L., 2004) ;

En économétrie, les polycopiés de Bruno Crépon, les notes de cours de Jean-Marc Robin, et le livre de W.H. Greene (Econometric Analysis, éd. Prentice Hall) ;

En séries temporelles, le livre de Gouriéroux et Monfort (Séries temporelles et modèles dynamiques, éd. Economica).

En SAS ' Les procédures de statistique descriptive du logiciel SAS ', INSEE Guides n°1-2, d'Olivier Sautory, la brochure Macros SAS d'Analyse des données (Olivier Sautory et Michel Isnard), les livres d'Emmanuel Duguet (Introduction à SAS, éd. Economica) et d'Olivier Decourt et Hélène Kontchou

(SAS 9, éd. Dunod);  
Les tutoriels R et Stata fournis par l'ENSAE

## Introduction à la finance mathématique (FA2F1)

Enseignant : Peter Tankov - Ensaie-Crest

deuxième semestre

Cours : 18 heures

TP : 12 heures

### Objectifs

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

### Principaux acquis de la formation : à l'issue du cours, l'étudiant saura

- Donner la définition d'un arbitrage sur un marché financier, Retrouver la formule de parité Call Put en AOA.
- Comprendre le lien entre l'absence d'arbitrage et l'existence d'une probabilité risque-neutre
- Représenter mathématiquement un prix d'option et sa stratégie de couverture dans les modèles binomiaux et le modèle de Black Scholes.
- Définir le mouvement Brownien et en énoncer ses principales propriétés.
- Appliquer la formule d'Ito a un processus de dimension 1. Vérifier ainsi par exemple qu'un processus est une martingale.

### Plan

**1. Probabilité et Arbitrage.** Le marché financier comme milieu aléatoire. Définition mathématique de l'arbitrage. Conséquences de l'absence d'opportunités d'arbitrage. Applications : Valorisation d'un contrat Forward et Formule de Parité Call Put.

**2. Modèle discret à une période.** Hypothèses sur le marché financier. Absence d'arbitrage et complétude du marché. Valorisation sous la probabilité risque neutre. Optimisation de portefeuille et notions d'équilibre économique.

**3. Modèle discret à n périodes.** Le modèle de marché. Portefeuille de réplcation. Valorisation risque neutre des options. Modèle binomial à n périodes. Le modèle de Black Scholes comme limite.

**4. Calcul stochastique.** Processus, Filtration et Martingale. Mouvement Brownien : définition et propriétés. Variation quadratique, intégrale stochastique, Formule d'Ito et Processus d'Ito. Introduction à la notion d'Equation Différentielle Stochastique.

**5 Marchés financiers en temps continu.** Modèle de Black-Scholes. Dynamique de prix et Actualisation. Théorème de Girsanov et valorisation risque neutre, Représentation de Feynman-Kac et EDP de pricing. Couverture en Delta. Limites du modèle de Black Scholes : le smile de volatilité. Application : valorisation d'un Call Européen (formule fermée, arbre, EDP, Monte Carlo). Optimisation de portefeuille en temps continu.

## Références

- LAMBERTON D. & LAPEYRE B., (1997) : *Introduction au calcul stochastique appliqué à la finance*, Ellipses [17 LAM 00 A]
- SHREVE S. (1997) : *Stochastic calculus and finance*, Lecture notes [78 SHR 00 A]
- DANA & JEANBLANC (1998) : *Marchés financiers en temps continu - Valorisation et équilibre* , Economica [78 DAN 00 A]
- OKSENDAL B. (1998) : *Stochastic differential equations*, Springer [17 OKS 00 A]

## Introduction au droit (DES2C2)

Enseignant : Frédéric-Jérôme Pansier - Université Paris 1

deuxième semestre

Cours : 12 heures

TP : 0 heures

### Objectifs

A travers une présentation des éléments essentiels de la science juridique, ce cours vise à donner aux étudiants les fondamentaux du droit privé tout en ouvrant des perspectives d'approfondissement des notions fondamentales par une approche pluridisciplinaire.

#### Principaux acquis de la formation : à l'issue du cours, l'étudiant saura

- S'initier au raisonnement juridique à travers le concept de norme juridique : la logique floue, la soft law et la présentation classique.
- Utiliser la hiérarchie des normes : de la pyramide de Kelsen à Schmitt.
- Comparer les approches des pays de Common Law et des pays de tradition romano-germanique
- Énoncer les applications des normes de la loi aux différentes catégories de la loi, le droit des biens et le droit des obligations.
- Énoncer les conditions d'application de la loi nouvelle dans le temps, en combinant les impératifs de réforme et de sécurité juridique.
- Énoncer les conditions d'application de la loi dans l'espace
- Définir et énoncer les conditions d'application du droit de la preuve au travers de cas pratiques
- Choisir en pratique un mode de protection de l'innovation adapté dans un objectif industriel

### Plan

1. **Notion de norme juridique** - Droit mou, droit flou et les textures du droit.
2. **Hiérarchie des normes** - De Kelsen à Schmitt.
3. **Le rôle de la jurisprudence** - Common law v. famille romanogermanique.
4. **Norme et droit incorporel** - La propriété. Réserver l'innovation : propriétés industrielles (brevets, marques, dessins et modèles), propriété intellectuelle et artistique et techniques du secret (savoir-faire, préservation contractuelle du secret).
5. **Application de la loi dans le temps** - Réforme et sécurité juridique.
6. **Application de la loi dans l'espace** - Incertitude de la norme étrangère. Ordre public.
7. **Preuve** - Liberté ou contrainte ?

### Références

Aubert J.-L., *Introduction au droit et thèmes fondamentaux du droit civil*, Armand Collin, 11e éd., 2006.  
Carbonnier J. , *Droit civil. Introduction*, PUF, coll. Thémis, 27e éd. 2002.  
Mauriac Ph. , Morvan P., *Droit civil. Introduction générale au droit*, Defrénois 2e 2005.  
Terré F. , *Introduction générale au droit français*, Précis Dalloz, 7e éd. 2006.

## Introduction au machine learning (OMI2F4)

Enseignant : Pierre Alquier - ENSAE-CREST

deuxième semestre

Cours : 15 heures

TP : 9 heures

### Objectifs

Ce cours constitue une introduction d'ensemble aux méthodes de machine learning. Si la différence entre statistique et machine learning apparaît parfois comme floue, car certaines méthodes sont communes aux deux disciplines, l'idée de base est que l'est que la statistique est avant tout orientée vers l'estimation de paramètres, en vue de leur interprétation, alors que le machine learning est avant tout orienté vers la prédiction. Le cours présentera un certain nombre d'algorithmes de prédiction populaires. D'une part, on essaiera de comprendre comment analyser d'un point de vue mathématiques les performances de ces algorithmes. D'autre part, à travers des séances de TP sous R, on verra comment utiliser ces méthodes en pratique.

### Plan

1 Introduction.

Différence entre estimation (statistique) et prédiction (ML); définition des fonctions de perte, risque, risque empirique. Passage du paradigme où l'objet de base est plus l'algorithme (ML) que le modèle (statistique).

2 Algorithmes de classification.

Méthodes provenant de la statistique, discrimination linéaire. Méthode des plus proches voisins et autres méthodes universellement consistantes. Arbres de décisions et random forests.

3 Algorithmes de régression.

Méthode des moindres carrés. Méthodes par pénalisation. Estimateur RIDGE. Estimateur LASSO.

4 Sélection d'estimateurs.

Discussion des méthodes de minimisation du risque empirique. Données d'apprentissage et de test. Validation croisée.

### Références



## Langue Vivante Étrangère 1 (LTC1C3)

Enseignant :

deuxième semestre

Cours : 0 heures

TP : 0 heures

### Objectifs

Le jour de la rentrée scolaire, les élèves passent un test d'évaluation. Ils sont ensuite ventilés en fonction de leurs résultats dans des groupes de niveau. Les objectifs des enseignements sont adaptés au niveau des élèves. Les vrais débutants et les élèves très faibles en anglais consacrent 4 heures à l'apprentissage des structures de base de la langue parlée et écrite. Les élèves de niveau "moyen" doivent suivre deux séances hebdomadaires, l'une de deux heures, l'autre d'une heure, ayant pour objet de les aider à progresser dans leur maîtrise des quatre compétences de base en anglais. L'une est systématiquement consacrée à un thème donné et l'autre soit à la grammaire, soit aux techniques d'expression orale. Les groupes plus forts se voient offrir un choix de cours variés (institutions et civilisation des pays anglophones, Irlande, littérature, etc.). Plus précisément, les objectifs sont pour

#### **Niveau A1/A2 : utilisateur élémentaire**

- Etudier la langue utilisée dans les contextes personnels quotidiens et professionnels, de manière à établir les bases solides qui permettront de se sentir à l'aise dans les cinq compétences de base : compréhension orale, compréhension écrite, expression écrite et expressions orales (prise de parole et parole en continu).
- Introduire l'élève au rôle clef de l'anglais dans les interactions interculturelles.

A l'issue du cours, l'étudiant saura

- Comprendre les expressions et le vocabulaire fréquemment utilisé dans sa vie quotidienne : parler de soi-même, de sa famille, de son environnement proche, de son travail
- Saisir l'essentiel dans des annonces et des messages simples et clairs.
- Lire des textes courts très simples et y retrouver une information spécifique et prévisible dans ce type de documents courants comme les publicités, les prospectus, les menus et les horaires.
- Comprendre des messages personnels et professionnels courts et simples.
- Communiquer lors de tâches simples et habituelles ne demandant qu'un échange simple et direct d'informations sur des sujets et des activités familiers, et avoir des échanges très brefs sur ces mêmes sujets.
- Utiliser une série de phrases ou d'expressions pour décrire sa famille, ses conditions de vie, sa formation et son activité professionnelle.
- Ecrire des notes et messages simples et courts.

#### **Niveau B1/B2 : utilisateur indépendant :**

- Augmenter la confiance de l'élève en le mettant dans des situations où il doit utiliser ses capacités souvent que partiellement acquises.
- Introduire l'élève aux supports authentiques - sonores et écrits - qui lui permettront de communiquer en anglais tant avec des "natifs" qu'avec des étrangers.
- Aborder la dimension internationale de l'anglais et l'importance de l'interculturel dans les échanges avec autrui.

Acquis de la formation : à l'issue du cours, l'étudiant saura

- Comprendre les points essentiels quand un langage clair et standard est utilisé pour aborder des sujets familiers concernant le travail, les études, les loisirs, etc.
- Comprendre l'essentiel des émissions de radio ou de télévision traitant de l'actualité ou de sujets intéressants à titre personnel ou professionnel l'élève dans lesquels est utilisé un rythme de paroles relativement

lent et distinct.

- Comprendre des textes rédigés essentiellement dans une langue courante ou faisant appel au vocabulaire professionnel.
- Comprendre la description d'événements.
- Faire face à la majorité des situations que l'on peut rencontrer au cours d'un voyage dans une région où la langue est parlée.
- Prendre part sans préparation à une conversation sur des sujets familiers (vie quotidienne), professionnels, ou d'intérêt personnel.
- S'exprimer de manière simple afin de relater des expériences et des événements, en donnant brièvement les raisons et explications de ses opinions ou projets.
- Ecrire un texte simple et cohérent sur des sujets familiers ou qui l'intéressent personnellement.

**Niveau C1/C2 : utilisateur confirmé :**

1. Aborder le registre académique :

- lire des articles de revues scientifiques,
- rédiger des rapports, des articles,
- savoir présenter et discuter de son travail dans un contexte professionnel
- comprendre des interventions professionnelles longues

2. Approfondir ses connaissances du monde anglo-saxon : littérature, civilisation, histoire, cultures, etc..

A l'issue du cours, l'étudiant saura

- Comprendre un long discours même s'il n'est pas clairement structuré et que les articulations sont seulement implicites.
- Comprendre les émissions de télévision et les films sans trop d'effort.
- Comprendre des textes factuels ou littéraires longs et complexes et en apprécier les différences de style.
- Comprendre des articles spécialisés et de longues instructions techniques même lorsqu'ils ne sont pas en relation directe avec son domaine.
- S'exprimer spontanément et couramment sans trop apparemment devoir chercher ses mots.
- Utiliser la langue de manière souple et efficace pour des relations sociales et professionnelles.
- Exprimer ses idées et opinions avec précision et lier ses interventions à celles de ses interlocuteurs.
- S'exprimer dans un texte clair et bien structuré et développer son point de vue.
- Ecrire sur des sujets complexes en soulignant les points importants.
- Adopter un style adapté au destinataire.

**Plan**

**Références**

## **Langue Vivante Étrangère 2 (LTC1C4)**

Enseignant :

deuxième semestre

Cours : 0 heures

TP : 0 heures

### **Objectifs**

Outre le fait de contribuer à l'enrichissement personnel, la deuxième langue fait souvent la différence au moment d'un choix de stage ou d'une embauche. A l'ENSAE, les langues suivantes sont proposées : Allemand, Arabe, Chinois, Espagnol, Français langue étrangère, Italien, Japonais, Russe. Les cours de Français langue étrangère sont obligatoires pour les étudiants non francophones.

Les élèves choisissant l'allemand ou l'espagnol subissent un test d'évaluation organisé par l'Unité des Langues.

Tous les cours sont de deux heures et regroupent les élèves des trois années par niveaux de langue.

Les cours des langues plus rarement étudiées sont mis sur pied dès que la demande et le nombre des élèves de ce niveau le permettent.

Les germanistes de niveau avancé peuvent choisir un cours de langue "à thème", soit sur le cinéma allemand soit sur l'Allemagne contemporaine.

En espagnol, les bons hispanisants peuvent suivre un cours de lecture dirigée.

### **Plan**

### **Références**

## Macroéconomie 2 : Fluctuations (AE2E6)

Enseignant : Eleni Iliopoulos - Université Paris 1  
Franck Malherbet - ENSAE- CREST

deuxième semestre  
Cours : 13.5 heures  
TP : 7.5 heures

### Objectifs

La première partie du cours porte sur l'analyse des fluctuations économiques de court terme, qui s'est profondément renouvelée depuis les années quatre-vingt. Elle s'inscrit dans le cadre de modèles d'équilibre général intertemporel stochastique et se caractérise par une méthodologie d'évaluation originale qui repose sur la confrontation du modèle aux faits. Le cours présente la méthodologie d'évaluation, avant de montrer comment les insuffisances patentées des premiers modèles ont permis d'enrichir le cadre d'analyse, tant sur le plan théorique que méthodologique. La démarche se veut progressive. Différentes extensions du modèle canonique des cycles réels (RBC) sont introduites, dont celles du courant de la nouvelle macroéconomie keynésienne qui abandonnent les hypothèses de concurrence parfaite et de flexibilité des prix et redonnent un rôle aux politiques monétaires et budgétaires dans l'explication des fluctuations conjoncturelles.

La deuxième partie du cours est dédiée à l'introduction du modèle standard RBC en économie ouverte et aux simulations des modèles RBC sous Dynare. Les séances magistrales détaillent d'abord les caractéristiques techniques du modèle RBC en économie ouverte. Elles portent ensuite sur les méthodes de résolution de ces modèles et leur implémentation numérique en utilisant la méthode des perturbations. En particulier, les élèves sont introduits à l'utilisation de Dynare pour résoudre et simuler ces modèles. Ce dernier point fait aussi l'objet de séances de TD en salle informatique.

### Principaux acquis de la formation : à l'issue du cours, l'étudiant saura

- Définir les fluctuations économiques à partir de caractéristiques qualitatives et quantitatives (en particulier en utilisant le filtre de Hodrick et Prescott)
- Enoncer et expliquer les principales conclusions de l'approche des nouveaux classiques
- Manipuler les modèles des cycles réels et de la nouvelle macroéconomie keynésienne
- Résoudre et simuler des modèles DSGE à l'aide du logiciel Dynare

### Plan

#### I. Les fluctuations économiques : théorie

- Les fluctuations économiques : introduction
- Les nouveaux classiques ou le renouveau de l'analyse conjoncturelle
- Le modèle des cycles réels
- La nouvelle macroéconomie keynésienne : l'arbitrage inflation-chômage retrouvé?

#### II. Les fluctuations économiques : applications

### Références

- Artus, P. (1993), *Théorie de la Croissance et des Fluctuations*, PUF Economie.  
Blanchard, O. (1997), *Macroeconomics*, Prentice Hall.  
Blanchard, O., et S. Fischer (1989), *Lectures on Macroeconomics*, MIT Press.  
Burda, M., et C. Wyplosz (1993), *Macroéconomie : une Perspective Européenne*, de Boeck.  
Hairault, J.-O. (2000), *Analyse Macroéconomique*, volumes 1 et 2, La découverte.

Ljungqvist and Sargent (2004), *Recursive Macroeconomic Theory*, MIT Press.  
Obstfeld and Rogoff (1996), *Foundations of International Macroeconomics*, MIT Press.  
Schmitt-Grohé, S. and M. Uribe (2003), *Closing Small Open Economy Models*, *Journal of International Economics*, 61, 163-185.  
Wickens (2008), *Macroeconomic Theory : a General Equilibrium Approach*, Princeton University Press.  
Artus, P. (1993), *Théorie de la Croissance et des Fluctuations*, PUF Economie.  
Blanchard, O. (1997), *Macroeconomics*, Prentice Hall.  
Blanchard, O., et S. Fischer (1989), *Lectures on Macroeconomics*, MIT Press.  
Burda, et Wyplosz (1993), *Macroéconomie : une Perspective Européenne*, de Boeck.  
Hairault, J.-O., *Analyse Macroéconomique*, volumes 1 et 2, La découverte.  
Sachs, et Larrain, *Macroeconomics in the Global Economy*.  
Ljungqvist and Sargent (2004), *Recursive Macroeconomic Theory*, MIT Press.  
Obstfeld and Rogoff (1996), *Foundations of International Macroeconomics*, MIT Press.  
Schmitt-Grohé, S. and M. Uribe (2003), *Closing Small Open Economy Models*, *Journal of International Economics*, 61, 163-185.  
Wickens (2008), *Macroeconomic Theory : a General Equilibrium Approach*, Princeton University Press.

## Microéconomie 2 : économie industrielle (AE2E7)

Enseignant : Arthur Cazaubiel - ENSAE- CREST  
Romain De Nijs - Ecole polytechnique  
Laurent Linnemer - ENSAE-CREST

deuxième semestre  
Cours : 12 heures  
TP : 12 heures

### Objectifs

Le cours de Microéconomie 2 explore le champ intitulé économie industrielle. L'économie industrielle est le champ d'analyse de la concurrence imparfaite en termes d'interactions stratégiques. En l'absence d'une concurrence parfaite, comment les firmes interagissent-elles et quelles sont les conséquences de telle ou telle stratégie ? Ces conséquences sont analysées selon différents points de vue : celui des firmes, celui des consommateurs ou celui du bien-être social (qui combine les deux premiers).

L'objectif du cours est de passer en revue les bases de la discipline. Le cours suit le plan du Tirole qui est le livre clef de ce domaine.

Sur le plan technique, le cours nécessite une connaissance élémentaire des notions de maximisation d'une fonction, ainsi qu'une connaissance de la théorie des jeux non coopératif (équilibre de Nash, équilibre bayésien).

### Principaux acquis de la formation : à l'issue du cours, l'étudiant saura

- Modéliser la concurrence imparfaite avec les outils de la théorie des jeux.
- Identifier les origines et conséquences du pouvoir de marché des entreprises.
- Expliquer comment le bien-être collectif est affecté par la concurrence imparfaite
- Relier les grandes questions de droit de la concurrence (barrières à l'entrée, position dominante, collusion, fusions) avec la modélisation économique

### Plan

#### I. Stratégies de court terme (prix, quantités)

- Introduction, Surplus, Monopole
- Interactions stratégiques
- Discrimination, Ventes liées

#### II. Investissements (stratégies de moyen-long terme)

- Choix de produit, qualité, publicité
- Innovation, R&D
- Entrée, Sortie

#### III. Restriction de la concurrence (antitrust)

- Collusion
- Restrictions verticales
- Fusions et acquisitions

### Références

Jean Tirole, The Theory of Industrial Organization, MIT Press, 1988.[ 63 TIR 00 B] éd. française [63 TIR 00 C]

## Microéconomie de la finance (AE2E5)

Enseignant : Jean-Christophe Tavanti - ENS Paris Saclay

deuxième semestre

Cours : 18 heures

TP : 0 heures

### Objectifs

Ce cours vise à présenter aux élèves les fondements microéconomiques des méthodes de valorisation d'actifs en finance. Partant des outils de la microéconomie (équilibre général concurrentiel, fonction d'utilité VNM, aversion au risque) et des fondements de la finance (loi du prix unique, absence d'opportunités d'arbitrage) le cours vise à établir de façon rigoureuse et à discuter les modèles de valorisation d'actifs (et notamment le ' Capital Asset Pricing Model '). Les développements envisagés permettront aux élèves de mieux appréhender les notions d'arbitrage, le lien entre les probabilités réelles et les probabilités risque-neutre, le rôle de l'aversion aux risques dans les choix de portefeuille, la notion de risque diversifiable et non diversifiable, le rôle de l'actualisation en situation d'incertitude. Les conclusions du modèle CAPM (portefeuilles optimaux, partage du risques) seront discutées au regard des débouchés dans les entreprises et dans les institutions financières). Une séquence sera finalement consacrée aux données empiriques et à la mise en évidence des écarts entre les données microéconomiques et de marché. Le cours s'adresse aux élèves souhaitant acquérir une bonne compréhension des marchés et des bases solides en finance d'entreprise et de marché. Il sera également profitable aux élèves intéressés par la macroéconomie financière.

### Principaux acquis de la formation : à l'issue du cours, l'étudiant saura

- Définir l'absence d'opportunités d'arbitrage et décrire ses implications en marché complet et incomplet (théorème fondamental de la finance)
- Encadrer le prix d'un actif par arbitrage (dans un modèle très simple) en situation de marché incomplet
- Définir l'équilibre général sur un marché contingent et un marché financier
- Expliciter les liens entre Pareto-optimalité, agent représentatif et conditions à l'équilibre
- Calculer les conditions à l'équilibre d'un marché financier et en déduire le prix des actifs de marché (CAPM)
- Interpréter les résultats du CAPM en lien avec la gestion d'actifs (gestions passive ou alternative)

### Plan

1. **Problèmes d'économie financière** - Choix de portefeuille ; évaluation du prix d'un actif ; financement d'entreprise ; coût moyen pondéré du capital.
2. **Economie financière** - Actifs ; marché complet/incomplet ; fonctionnelle de prix ; loi du prix unique ; absence d'opportunité d'arbitrage ; théorème fondamentale de la finance.
3. **Choix individuels et portefeuilles optimaux** - Von Neumann-Morgenstern ; mesure du risque, tolérance ; fonctions d'utilité HARA ; choix de portefeuille avec un ou plusieurs actifs.
4. **Equilibre et agent représentatif** - Economie contingente ; actifs d'Arrow-Debreu ; économie financière et équilibre de Radner ; Pareto optimalité, agent représentatif.
5. **Valorisation individuelle des profils de paiement** - Actif idéal ; facteur d'actualisation stochastique ; cas d'une fonction d'utilité moyenne/variance.
6. **Modèle d'Evaluation Des Actifs Financiers (CAPM)** - Prix du temps et du risque ; droite de marché ; interprétation (risque non diversifiable).

7. **Discussion et extensions** - Applications des résultats ; beta et alpha d'un actif ; ' L'equity Premium Puzzle ' ; extension (économie financière stochastique).

## **Références**

Mas-colell A. et alii (1995), *Microeconomic Theory*, Oxford University Press

Lengwiler Y. (2004), *Microfoundations of financial Economics*, Princeton Series in Finance

LeRoy S. et Werner J. (2001), *Principles of Financial Economics*, Cambridge University Press.

Magill M. et Quinzii M. (1996), *Theory of Incomplete Markets*, MIT Press. [63 MAG 00 A]

Duffie D. (2001), *Dynamic Asset Pricing Theory*, Princeton University Press



# Optimisation dynamique (OMI2E1)

Enseignant : Huyên Pham - Université Paris 7

deuxième semestre

Cours : 18 heures

TP : 6 heures

## Objectifs

Les problèmes d'optimisation dynamique s'intéressent aux propriétés des systèmes dynamiques évoluant de manière déterministe ou dans un environnement d'incertitude, et sur lesquels on peut agir au moyen d'un contrôle afin d'optimiser un certain critère (contrôle optimal). Les origines et applications sont très diverses : ingénierie, mécanique, gestion, économie ou finance, ...

L'objectif de ce cours est de présenter les outils et approches mathématiques de base de la théorie du contrôle optimal et de les illustrer par des applications concrètes notamment en économie et finance.

## Plan

### Partie 1 - Optimisation déterministe

1. Introduction : modèle à temps discret
  - (a) Exemples
  - (b) Programmation dynamique
  - (c) Application au modèle de consommation optimale
2. Approche par programmation dynamique en temps continu
  - (a) Principe de la programmation dynamique
  - (b) Equation d'Hamilton-Jacobi, théorème de vérification
  - (c) Applications : consommation/épargne, régulateur linéaire-quadratique
3. Calcul des variations en temps continu
  - (a) Equation d'Euler-Lagrange et condition de transversalité
  - (b) Applications : problème quadratique, modèle de croissance de Ramsey
4. Principe du maximum de Pontryagin en temps continu
  - (a) Principe du maximum de Pontryagin
  - (b) Relation avec la programmation dynamique
  - (c) Applications : commerce sur matières premières, économie du travail

### Partie 2 - Introduction à l'optimisation stochastique en temps discret

(en fonction du temps restant)

## Références

- [1] Carlier G. Programmation dynamique, notes de cours ENSAE
- [2] Fleming W. et R. Rishel, Deterministic and stochastic optimal control, 1975, Springer
- [3] Kamien M. et N. Schwartz : Dynamic Optimization, 1981, North Holland.
- [4] Trélat E. : Contrôle optimal : théorie et applications, 2008, Vuibert, 2nde édition.

## Séminaire d'économie appliquée (DES2C1)

Enseignant :

deuxième semestre

Cours : 18 heures

TP : 0 heures

### Objectifs

Cette série de séminaires est dispensée sous formes de petites classes selon un rythme hebdomadaire. Elle se fixe deux objectifs.

D'abord, elle se propose d'apprendre aux élèves les techniques d'exposés et de rédaction de notes en temps limité, et de les entraîner à préparer une intervention orale. Chaque élève réalise plusieurs exposés, quelques fiches techniques et, en plus des séances en petites classes, une note de synthèse de documents d'une durée de 3 heures.

Ensuite, ce cours vise à appliquer les connaissances en théorie économique acquises pendant la scolarité à des sujets économiques d'actualités précis, comme la politique de la concurrence, la politique budgétaire ou l'intégration financière par exemple. L'objectif est de faire le lien entre la théorie économique et ses applications concrètes.

### Principaux acquis de la formation : à l'issue du cours, l'étudiant saura

- Réaliser une recherche documentaire
- Appliquer ses connaissances en économie théorique à l'analyse d'un thème d'actualité
- Structurer l'information sur un thème donné
- Rendre compte à l'oral et à l'écrit de son analyse
- Faire une analyse critique des interventions des autres élèves.

### Plan

Les thèmes incluent :

-Macroéconomie/politiques publiques : Politiques économiques en UEM, Croissance et emploi, Relations économiques et commerciales internationales

-Politiques sociales : fiscalité, marché du travail, environnement

-Concurrence : Le contrôle des concentrations, Les cartels, La prédation, Les télécoms et la politique de la concurrence, Les restrictions verticales, La grande distribution et la politique de la concurrence

-Economie empirique, à partir de papiers de recherche : Assurance, Education, Macroéconomie, Economie industrielle, Marché du travail, Discrimination, Economie et criminalité, Economie du développement

### Références

## Séminaire de modélisation statistique (SE2S5)

Enseignant :	Charles Bouveyron - Université Paris 5	deuxième semestre
	Léna Carel - ENSAE - CREST	Cours : 18 heures
	Clara Champagne -	TP : 0 heures
	Stéphanie Combes - Insee	
	Bruno Goutorbe - CDiscount	
	Mohamed Hebiri - Université Paris-Est	
	Erwan Le Pennec - CMAP	
	Emilie Lebarbier - INRA - AgroParisTech	
	Edouard Oyallon - ENS	
	Amandine Pierrot - EDF	

### Objectifs

L'objet de ce cours est de présenter des applications concrètes des probabilités et des statistiques. Il consiste en des séances de mini cours de 2 ou 4 heures. La première partie de la séance consiste à présenter le phénomène que l'on souhaite modéliser, puis suit une présentation des modèles mathématiques et des techniques d'inférence. L'objet est de présenter un spectre relativement large de domaines d'applications. Les thèmes abordés pourront traiter d'écologie, environnement, épidémiologie, génétique, industrie (pétrole, électricité, internet, traitement du signal, reconnaissance des formes, fiabilité, etc.), physique (statistique, quantique, hydrodynamique, météorologie...). La présentation des concepts mathématiques restera rigoureuse.

### Plan

#### Thèmes (exemples) :

- Biologie parmi : génomique comparative (alignement de séquences et évolutions), biopuces et segmentation (cas des puces CGH), détection de ruptures en biologie, inférence de réseaux biologiques (méthodes de type Lasso dans les modèles graphiques Gaussiens)
- Imagerie parmi : compression d'images (théorie de l'information), tomographie médicale (problèmes inverses), détection de visages (apprentissage)
- Réseaux et files d'attente et applications à l'internet
- Météorologie : modèles de Markov cachés pour des séries temporelles issues de la météorologie et inférence statistique (algorithme EM, filtrage et propriétés de ces estimateurs)
- Divers thèmes d'application des probabilités parmi : processus de branchements et application à l'écologie, limites hydrodynamiques équation de Burgers et modélisation du trafic routier, fiabilité, algorithmes markoviens

### Références

- DELMAS J.F. et JOURDAIN B. (2006). Modèles aléatoires, applications aux sciences de l'ingénieur et du vivant, Springer. [17 DEL 01 A]
- ISTAS J. (2000). Introduction aux modélisations mathématiques pour les sciences du vivant, Springer. [254 ISTA 01]
- PARDOUX E. (2007). Processus de Markov et applications, algorithmes, réseaux, génome et finance, Dunod. [17 PAR 01]

## Séries temporelles linéaires (SE2C5)

Enseignant : Christian Francq - ENSAE-CREST

deuxième semestre

Cours : 18 heures

TP : 18 heures

### Objectifs

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

#### Acquis de la formation : à l'issue de la formation, l'étudiant saura

- Enoncer les définitions des principaux concepts des séries temporelles linéaires (innovation, représentation de Wold, densité spectrale, fonction d'autocorrélation (partielle), etc).
- Enoncer et savoir démontrer les principales propriétés théoriques des modèles ARIMA et VAR ;
- Utiliser et mettre en oeuvre la méthode de Box-Jenkins (par exemple, avec SAS) et en interpréter les résultats ;
- Conduire des tests de racines unitaires et interpréter les résultats ;
- Expliquer le concept de régression fallacieuse et de cointégration. Modéliser à partir d'un modèle à correction d'erreur (cadre univarié).
- Mettre en oeuvre un exercice de prévisions.

### Plan

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

### Références

- Brockwell P.J., R.A. Davis : Time Series : Theory and Methods, Springer Verlag [24 BRO 00 A]  
Gouriéroux C., A. Monfort Séries Temporelles et Modèles Dynamiques, Economica [24 GOU 00 B]  
Hamilton J.D. Time Series Analysis, Princeton Univ. Press [24 HAM 00 A]  
Lutkepohl H. Introduction to Multiple Time Series Analysis, Springer Verlag. [24 LUT 00 B]

Johansen S. Likelihood Based Inference in Cointegrated Vector Auto-Regression Models, Oxford University Press. [28 JOH 02 A]

## Simulation et Monte Carlo (FA2F4)

Enseignant : Nicolas Chopin - ENSAE - CREST

deuxième semestre

Cours : 13.5 heures

TP : 9 heures

### Objectifs

Le but du cours est d'introduire les concepts essentiels en simulation et méthode de Monte Carlo. Ces concepts seront illustrés notamment par les applications suivantes : pricing en finance, statistique computationnelle, statistique bayésienne et biostatistique (notamment épidémiologie).

#### A l'issue de la formation, l'étudiant saura :

- simuler les familles de loi standards, ainsi que des loi non standards en utilisant des principes généraux tels qu'acceptation-rejet
- mettre en oeuvre des méthodes Monte Carlo simples dans plusieurs scénarios tels que pricing d'option européenne (Finance), propagation d'épidémie modélisée par diffusion (bio), ou autre
- comprendre les idées générales du Monte Carlo direct, de l'échantillonnage d'importance, et du quasi Monte Carlo pour savoir lequel utiliser dans un contexte donné.

### Plan

1. Généralités
  - a. Monte Carlo : principe général, théorèmes limites
  - b. Applications de Monte Carlo vues en cours.
2. Simulation selon la loi Uniforme : générateurs pseudo-aléatoires.
3. Simulation non-uniforme :
  - a. Méthode d'inversion de la fonction de répartition
  - b. Méthode de la relation fonctionnelle
  - c. Méthode d'acceptation-rejet
  - d. cas des variables discrètes
4. Méthodes de réduction de variance
  - a. Variables antithétiques
  - b. Variables de contrôle
  - c. Stratification
5. Echantillonnage d'importance
6. Quasi Monte Carlo
7. Simulation de processus stochastique
  - a. Mouvement brownien
  - b. Diffusion (schéma d'Euler)
8. Compléments : simulation non IID
  - a. Simulation par chaîne de Markov : algorithmes MCMC (introduction au cours de C.P. Robert de 3ème année)
  - b. Introduction au filtrage particulaire (introduction au cours de N. Chopin de 3ème année)

## **Références**

DEVROYE Luc, Non-Uniform Random Variate Generation, Springer  
GLASSERMAN Paul, Monte Carlo Methods in Financial Engineering  
LEMIEUX Christiane, Monte Carlo and quasi-Monte Carlo sampling, Springer  
ROBERT Christian P., Monte Carlo statistical methods, Springer  
TUFFIN Bruno, La simulation de Monte Carlo, Hermes Science

## Statistique 2 (SE2S2)

Enseignant : Alexandre Tsybakov - ENSAE-CREST

deuxième semestre

Cours : 15 heures

TP : 12 heures

### Objectifs

Ce cours approfondit le cours de statistique 1 en insistant sur la notion de test, tant du point de vue de la théorie que des applications.

#### Principaux acquis de la formation : à l'issue de la formation, l'étudiant saura :

- Formaliser un test permettant de décider si une propriété structurelle d'un modèle est vérifiée ou non.
- Choisir une méthodologie appropriée pour construire un test statistique : choisir une zone de rejet pour un niveau d'erreur de première espèce fixé, interpréter une p-valeur ou adopter une approche bayésienne selon le contexte scientifique.
- Construire des tests non paramétriques d'adéquation à une loi, d'homogénéité de deux populations et d'indépendance.

### Plan

1. Modélisation statistique. Problématique de test. Notion de test, d'erreur de test.
2. Approches de l'optimalité de test. Notion de test uniformément plus puissant. Test du rapport de vraisemblance.
3. Tests gaussiens classiques. Lien entre tests et régions de confiance.
4. Tests asymptotiques. Principe de construction, puissance asymptotique. Théorème de Wilks. Vitesse de séparation de deux hypothèses.
5. Comparaison d'échantillons. Statistique d'ordre et de rang. Hypothèses de symétrie, d'homogénéité et d'indépendance. Tests et intervalles de confiance libres. Problème d'adéquation à une distribution donnée.
6. Notions de robustesse, M- et R-estimateurs. Lien avec les tests libres.
7. Tests bayésiens, tests minimax : tests et théorie de la décision.

### Références

Bickel P., et K. Doksum (2001) *Mathematical statistics. Basic Ideas and selected topics*, vol I. Prentice Hall.

Hettmansperger T. P. (1984) *Statistical Inference based on Ranks*, Wiley.

Tsybakov A. (2006) *Polycopié du cours de Statistique Appliquée*, Université Pierre et Marie Curie. Disponible à l'adresse : [www.crest.fr/ckfinder/userfiles/files/Pageperso/tsybakov/StatAppli\\_tsybakov.pdf](http://www.crest.fr/ckfinder/userfiles/files/Pageperso/tsybakov/StatAppli_tsybakov.pdf)

Van der Vaart A. W. (1998), *Asymptotic statistics*, Cambridge University Press.



## **Théorie du risque (FA2F2)**

Enseignant : Nicolas Baradel - ENSAE-CREST

deuxième semestre

Cours : 15 heures

TP : 6 heures

### **Objectifs**

L'objet de ce cours est de présenter les notions de bases de mathématiques de l'assurance dommage. La Théorie du Risque a pour objectif de fournir des modélisations théoriques du coût et du nombre de sinistres afin d'en déduire le risque associé et de tarifier les contrats d'assurance.

#### **Principaux acquis de la formation :**

- Utiliser le modèle individuel et collectif de survenances des sinistres en assurance non vie.
- Appliquer le modèle collectif à la réassurance
- Comparer les risques et utiliser les mesures de risque, dont la *Value-at-Risk* (VaR)
- Comprendre le processus de Poisson et son application en théorie de la ruine

### **Plan**

1. **Préliminaires** - Rappels, fonctions génératrices.
2. **Modèles en assurance** - Modèle individuel, modèle collectif.
3. **Comparaison des risques.**
4. **Principe de prime et mesure de risque.**
5. **Théorie de la ruine** - Le processus de Poisson, le modèle de Lundberg, la probabilité de ruine.

### **Références**

- Beard R., Pentikainen R., & E. Pesonen (1984), *Risk Theory*. Chapman and Hall [INSEE].
- Buhlmann H. (1970), *Mathematical Methods in Risk Theory*. Springer [36 BUH 00 A].
- Charpentier, A., & M. Denuit (2004), *Mathématiques de l'assurance Non-Vie, tome 1 : Principes Fondamentaux de la Théorie du Risque*. Economica [36 DEN 00 B].
- Daikin, C.D., Pentikainen, T., & M. Pesonen (1994), *Practical Risk Theory for Actuaries*. Chapman and Hall [78 DAY 00 A].
- Gerber, H.(1979), *An Introduction to Mathematical Risk Theory*. Huebner Foundation for insurance [78 GER 00 A].
- Heilmann, W. R. (1988), *Fundamentals of Risk Theory*, VVW Karlsruhe [36 HEI 00 A].
- Straub, E. (1988), *Non Life Insurance Mathematics*. Springer [78 STR 00 A].
- Bowers, N., Gerber, H., Hichman, J., Jones, D., & C. Nesbitt (1986), *Actuarial Mathematics*. The Society of Actuaries [36 BOW 00 A].

## **VBA (OMI2C1)**

Enseignant :

deuxième semestre

Cours : 0 heures

TP : 6 heures

### **Objectifs**

VBA (Visual Basic for Applications) est très répandu grâce à Microsoft Office. Assortie de VBA, son langage macro, Microsoft Excel est devenu une norme de fait, d'abord dans les banques, puis s'est généralisé dans tous les secteurs. Ce succès tient au besoin de manipuler des données, d'automatiser des traitements et des calculs, autant de travaux qui incombent souvent à des statisticiens.

### **Plan**

1. L'environnement de développement de VBA
2. VBA : Types, définition de variable, constante, tableaux. Affectation, contrôle de flots, boucles. portée d'une variable, la mémoire. Fonctions, procédures, passage d'arguments.
3. Interactions entre Excel et VBA : Enregistrement de macros. Réécriture et adaptation de code enregistré. Utilisation d'objets d'Excel.
4. Exemple d'algorithmes et implémentation en VBA

### **Références**