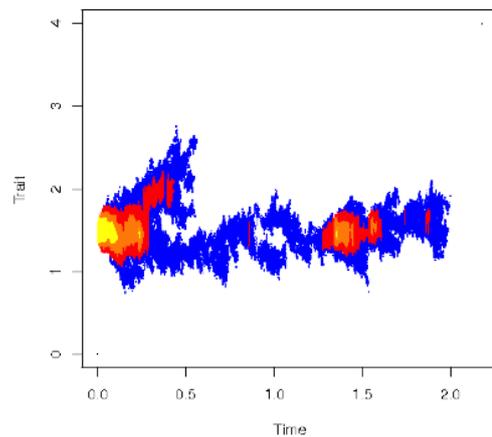
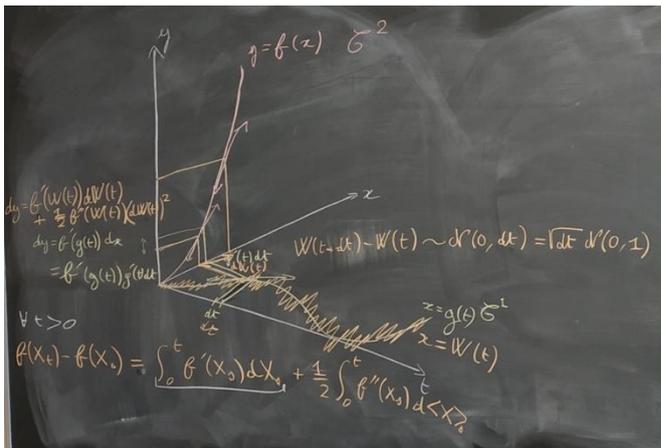


# Master 1 Sciences, Technologies, Santé Mention Mathématiques et Applications

## Parcours

### Mathématiques, Finance computationnelle, Actuariat

Année 2021-2022



#### Responsable Master 1

**Caterina Calgaro**

Université de Lille, FST, Département de Mathématiques,  
Bâtiment M3, Bureau 112.

adresse électronique : [caterina.calgaro@univ-lille.fr](mailto:caterina.calgaro@univ-lille.fr)

#### Secrétariat Pédagogique

Hélène Kowalski

Université de Lille, FST, Département de Mathématiques,  
Bâtiment M2, Bureau 10.

Email : [math-masters1@univ-lille.fr](mailto:math-masters1@univ-lille.fr)

Tél. : 03 20 43 45 74

Site web : <https://sciences-technologies.univ-lille.fr/les-departements-de-formation/departement-de-mathematiques/>

# SOMMAIRE

---

**PRESENTATION3**

**POURSUITE D'ETUDES ET DEBOUCHES4**

**INFORMATIONS / CONTACTS5**

**CONDITIONS D'ACCES / CANDIDATURE5**

**ORGANISATION6**

**STRUCTURE DE LA FORMATION7**

**CONTROLE DES CONNAISSANCES8**

**CALENDRIER UNIVERSITAIRE 2021-20229**

**PROBABILITES: MODELES ET APPLICATIONS11**

**STATISTIQUE MATHEMATIQUE13**

**BASES MATHEMATIQUES14**

**ANALYSE NUMERIQUE AVEC C++, INITIATION15**

**PRODUITS FINANCIERS ET MICROSTRUCTURE DES MARCHES FINANCIERS16**

**FONDEMENTS MACROECONOMIQUES DE LA FINANCE18**

**PROJET ETUDIANT20**

**CALCUL STOCHASTIQUE FINANCIER22**

**CRYPTOGRAPHIE24**

**PROJET ETUDIANT25**

**ANGLAIS26**

**GESTION DES RISQUES DE MARCHE27**

**ECONOMETRIE DE LA FINANCE28**

**THEORIE FINANCIERE29**

## PRESENTATION

---

Le parcours MATHÉMATIQUES, FINANCE COMPUTATIONNELLE, ACTUARIAT du master MATHÉMATIQUES ET APPLICATIONS propose une **formation de haut niveau qui se situe à l'interface des mathématiques, de l'informatique et de la finance**. Ces trois disciplines assurent une adaptabilité dans un environnement en perpétuelle évolution. Les étudiants issus de ce parcours seront capables d'évoluer dans les environnements de l'assurance et des activités de marché et/ou de banque.

La formation est caractérisée par une **forte interaction de ces trois disciplines** et entre les cours fondamentaux et les modules pratiques. De plus, la spécialisation dans l'ingénierie informatique permet d'acquérir les compétences nécessaires pour des emplois dans la finance se basant sur l'automatisation des tâches du pricing, du contrôle des flux, du contrôle des risques et du data-mining.

La première année de ce master fournit

- Un savoir-faire en modélisation dans les domaines de la quantification et de la maîtrise des risques,
- Un solide bagage en probabilités et statistique,
- Une maîtrise de différents outils de simulation (dont R et Python),
- Des compétences informatiques dans le domaine de la finance computationnelle, du risque, des crypto-monnaies et du blockchain, ainsi que du trading haute fréquence,
- Une culture générale en anglais et une orientation personnelle via le projet étudiant.

En particulier, des **nombreux projets** sont menés en application et approfondissement des théories acquises, dont plusieurs sur des cas concrets. Pour cela, une salle informatique est réservée aux étudiants de ce master.

Cette formation s'appuie notamment sur des laboratoires de recherche du CNRS et d'INRIA, reconnus pour la qualité de leurs recherches. Au sein de ces laboratoires, les équipes suivantes sont plus particulièrement mobilisées :

- Equipe Probabilités et Statistique (Laboratoire Paul Painlevé, UMR 8524),
- Groupe thématique Optimisation : Modèles et Applications (CRISTAL, UMR 9189),
- Equipes SequeL et MODAL (INRIA Lille-Nord Europe),
- Axe Gouvernance, Finance, Comptabilité, Contrôle & Audit (Rime Lab, EA 7396).

## POURSUITE D'ETUDES ET DEBOUCHES

---

Le master 1 du parcours MATHEMATIQUES, FINANCE COMPUTATIONNELLE, ACTUARIAT se poursuit en deuxième année.

Il s'agit d'une année de spécialisation qui a pour objectif la formation des cadres dans les secteurs de l'assurance, de la banque de détail, de la banque d'investissement et aussi en salle de marché. Pour cela, les étudiants se spécialisent dans les domaines de la quantification et de la maîtrise des divers risques financiers, de l'automatisation des tâches de pricing, et de contrôle des flux.

Les compétences mathématiques (calcul stochastique), informatiques (machine learning, blockchain) et financières proposées dans cette formation sont des atouts pour les emplois visés. Ce parcours de master répond à une demande croissante des milieux bancaires et financiers pour ce type de profil. L'association des compétences en mathématiques, informatique et en finance permettent d'offrir un programme pédagogique joignant expertise quantitative et connaissance fine de l'environnement financier.

**Le master 2 est ouvert à l'alternance, par contrat de professionnalisation.**

Une part significative des enseignements de master 2 est effectuée par **des intervenants professionnels travaillant en salle de marché, en banque ou assurance**. Ce parcours de master débouche sur différents métiers dans les secteurs de l'assurance, de la banque de détail et de la banque d'investissement, du consulting et de la gestion d'actifs. Parmi tous ces métiers, on notera : Chargé d'études actuarielles, Risk manager, Gestionnaire de risques financiers, Gestionnaire de fonds, Ingénieur financier, Quant, Développeur de logiciel financier, Analyste financier, ...

Sans être le débouché principal, par le choix de certaines options en master 2, une **poursuite en doctorat** est éventuellement possible, sous certaines conditions (accès sur dossier).

Ce master 1 permet aussi de candidater à des master 2 d'autres universités françaises.

## INFORMATIONS / CONTACTS

---

Pour plus d'informations, les étudiants sont invités à prendre contact avec les responsables de ce parcours du master Mathématiques et Applications. Plus précisément :

- C. CALGARO, responsable du master 1 (tronc commun) et de la mention Mathématiques et Applications (Bureau 112 au bâtiment M3).
- C. TUDOR, responsable du master 2 parcours Mathématiques, Finance Computationnelle, Actuariat.

Pour toute question plus générale d'orientation et de débouchés, les étudiants peuvent aussi s'adresser au S.U.A.I.O. ou au B.A.I.P., bâtiment SUAIO avenue Carl GAUSS, Cité Scientifique.

## CONDITIONS D'ACCES / CANDIDATURE

---

L'admission en première année de master est subordonnée à l'examen du dossier de candidature selon les modalités suivantes :

- Prérequis pour l'accès en master : connaissances en mathématiques de niveau licence.
- Mentions de licences conseillées : Mathématiques, MIASHS parcours MASS. D'autres parcours sont également admis, les élèves d'école d'ingénieur notamment, l'accès étant soumis à une procédure de validation d'études.
- Capacités d'accueil : 20 places.
- Critères de sélection :
  - Un solide bagage mathématique, en particulier : probabilités, statistique, calcul différentiel, analyse, algèbre linéaire ;
  - Niveau B2 en anglais ;
  - Cohérence du projet professionnel (bien l'expliquer dans la lettre de motivation).
- Calendrier de recrutement :
  - Ouverture du 15/05/2021 au 10/06/2021
  - Jury : directeurs des études, membres de l'équipe pédagogique
  - Publication admission : début juillet 2021.

Le Master peut accueillir en formation continue des étudiants issus d'une entreprise ou demandeurs d'emploi. Pour tout renseignement contacter la FCA : <http://formation-continue.univ-lille.fr/>

## ORGANISATION

---

Le master mention « Mathématiques et Applications » est constitué de trois parcours :

- **Mathématiques, Finance Computationnelle, Actuariat (MFCA),**
- Calcul Scientifique,
- Ingénierie Statistique et Numérique – Data Sciences.

Le premier semestre de ce master propose des unités d'enseignement communes à plusieurs parcours et des unités spécifiques au parcours MFCA. En souhaitant accueillir des publics variés, le début de ce parcours est consacré à conforter les acquis disciplinaires de licence et à introduire différents éléments relatifs à la finance. Le second semestre de chaque parcours est complètement indépendant des autres. Chaque semestre du master 1 est organisé en blocs de compétences et de connaissances (BCC) : un BCC concerne les fondements théoriques (niveaux 1 et 2), l'autre BCC concerne les outils pratiques et d'ouverture (niveaux 1 et 2) et inclut également l'anglais et le projet étudiant.

Les étudiants peuvent personnaliser leur parcours à travers le projet étudiant du semestre 1, où ils doivent choisir un module parmi deux propositions (Analyse Numérique avec C++, approfondissements ou Bases de données).

Pendant cette première année, l'étudiant commence à se familiariser avec les outils modernes de modélisation et de calcul stochastique, élabore des modèles en finance, assurance et plus largement en économie, et s'ouvre aux modèles de taux et aux méthodes numériques.

L'association de cours classiques et de mini-projets est essentielle dans la formation. Elle permet de doter les étudiants d'un large spectre de compétences, allant des aspects théoriques de l'ingénierie mathématique jusqu'à leur mise en œuvre concrète sur ordinateur. L'apprentissage des bases de la programmation structurée, ainsi que l'utilisation de logiciels spécialisés, permet de travailler sur plusieurs cas modèles.

En master 1 le stage en entreprise ou en laboratoire est facultatif. Le BAIP pourra accompagner les étudiants dans la démarche de recherche de stage.

Enfin, dans le cadre de la formation, les étudiants suivent un enseignement d'anglais, et ont une salle à leur disposition pour l'accès aux ressources informatiques.

## STRUCTURE DE LA FORMATION

---

### SEMESTRE 1

---

ECTS	BCC Fondements théoriques 1
6	Probabilités : modèles et applications
6	Statistique mathématique
6	Bases mathématiques

ECTS	BCC Outils pratiques et ouverture 1
3	Analyse numérique avec C++, initiation
3	Produits financiers et microstructure des marchés financiers
3	Fondements macroéconomiques de la finance
3	Projet étudiant : au choix <ul style="list-style-type: none"><li>○ Analyse numérique avec C++, approfondissements</li><li>○ Bases de données</li></ul>

### SEMESTRE 2

---

ECTS	BCC Fondements théoriques 2
6	Calcul stochastique financier
6	Cryptographie
3	Projet étudiant : Finance computationnelle en C++

ECTS	BCC Outils pratiques et ouverture 2
3	Anglais
6	Gestion des risques de marché
3	Econométrie de la finance
3	Théorie financière

## CONTROLE DES CONNAISSANCES

---

Les modalités d'évaluation sont propres à chaque unité d'enseignement (UE) et sont définies dans leurs descriptifs respectifs. Les règles relatives à la deuxième session (dite de rattrapage) y sont également définies.

Le contrôle continu (**CC**) est une épreuve de 2 heures organisée au milieu du semestre ou des courtes évaluations effectuées tout au long du semestre (interrogations écrites, devoirs maison, ...).

L'examen (**EX1**) est une épreuve de 2 ou 3 heures organisée à la fin de la période d'enseignement d'une UE (en général en fin de semestre pour les UE à 6 ECTS).

L'examen (**EX2**) est une épreuve de 2 ou 3 heures organisée en deuxième session (de rattrapage).

Le projet (**PR**) est une note faisant intervenir la notation de compte-rendu(s) de projets et/ou de soutenance(s) orale(s) en cours ou en fin de semestre.

A noter que certains modules ont des modalités d'évaluation particulières.

Les étudiants ne sont pas tenus de passer à la seconde session tous les examens des unités d'enseignement dont la note est comprise entre 7 (inclus) et 10 (exclus). Dans ce cas, c'est la note obtenue à la première session qui est conservée pour le jury de seconde session.

**Une unité d'enseignement (UE) suivie dans un semestre S est validée dans l'un des deux cas suivants :**

- **La note définitive de cette UE est supérieure ou égale à 10 ;**
- **Le BCC contenant cette UE est validé par compensation si la moyenne des notes des UE qui le composent est supérieure ou égale à 10.**

**Un semestre S est validé si les deux BCC qui le composent sont validés.**

Une éventuelle mention (Assez bien, Bien, Très bien) est délivrée au semestre. Aucune mention n'est délivrée en session de rattrapage sauf décision spéciale du jury.

Pour toute question, consulter le « Règlement des études 2021-2022 » de l'Université de Lille.

## CALENDRIER UNIVERSITAIRE 2021-2022

---

Vous trouverez ci-dessous un calendrier indicatif du déroulement de l'année.

Pré-rentrée	<b>2 septembre 2021</b> (Voir le site web pour l'heure et la salle)
Début enseignements S1	<b>6 septembre 2021 (sauf Probabilités : 2 septembre 2021)</b>
Devoirs surveillés S1 (arrêt des cours et TD)	<b>Du 8 au 12 novembre 2021</b>
Fin enseignements S1	<b>10 décembre 2021</b>
Épreuves de S1 (session 1)	<b>Du 3 au 7 janvier 2022*</b>
Début enseignements S2	<b>10 janvier 2022</b>
Devoirs surveillés S2 (arrêt des cours et TD)	<b>Du 14 au 18 mars 2022*</b>
Fin enseignements S2	<b>8 avril 2022*</b>
Épreuves de S2 (session 1)	<b>Du 9 au 13 mai 2022*</b>
Épreuves de rattrapage S1	<b>Juin 2022*</b>
Épreuves de rattrapage S2	<b>Juin 2022*</b>

### Interruptions pédagogiques

Toussaint	<b>Du 30 octobre au 7 novembre 2021</b>
Noël	<b>Du 18 décembre 2021 au 2 janvier 2022</b>
Hiver	<b>Du 12 au 20 février 2022</b>
Printemps	<b>Du 9 au 24 mai 2022</b>

\* à titre indicatif, ces dates sont susceptibles d'être modifiées et/ou précisées

## LE FORUM EMPLOI MATHS – 12 OCTOBRE 2021

---

Toutes les informations sur

<https://www.2021.forum-emploi-maths.com>



Le FEM, c'est un focus sur les métiers des mathématiques dans tous les secteurs :



Banque



Energie



Environnement



Santé



Sport

Le Forum Emploi Maths propose depuis plusieurs années de connecter les étudiants et les formations en mathématiques aux besoins des entreprises.

Pourquoi participer ?

- Découvrir des offres d'emplois et de stages étudiants et jeunes diplômés
- Découvrir les métiers des maths
- Rencontrer des entreprises et des entrepreneurs.

Inscription GRATUITE pour les étudiants et EN LIGNE sur le site du FEM2021.

Pour toute question, contacter Caterina Calgaro, [caterina.calgaro@univ-lille.fr](mailto:caterina.calgaro@univ-lille.fr)

---

# PROGRAMME DES UNITES D'ENSEIGNEMENT

## SEMESTRE 1

---

### PROBABILITES: MODELES ET APPLICATIONS

---

**Code UE:** PMA - S1 UE1.1

**ECTS:** 6

**Cours :** 27 heures - **TD :** 27 heures

**Evaluation :** Note =  $(2*EX1+CC)/3$ . Session de rattrapage : Note = EX2

#### Descriptif de l'enseignement

#### **Objectifs (en termes de savoir-faire) :**

Approfondissement des connaissances en probabilités pour étudier les modèles aléatoires apparaissant naturellement en mathématiques appliquées. Faciliter la compréhension des structures utilisées en statistique mathématique et en prévision.

#### **Programme succinct :**

1. Rappels et fondement de la théorie des probabilités
  - a. Espace probabilisé, mesure et intégration : convergence monotone et dominée, Fubini, changement de variables, probabilités équivalentes, théorème de Radon-Nikodym
  - b. Vecteurs aléatoires : loi, espérance, variance, covariance, indépendance
  - c. Vecteurs gaussiens, théorème de Cochran
2. Suites de variables aléatoires et mode de convergence
  - a. Convergence presque sûre, en probabilité,  $L_p$
  - b. Loi des grands nombres
  - c. Convergence en loi
  - d. Théorème central limite classique, théorème central limite de Lindeberg
3. Espérance conditionnelle d'une variable aléatoire
  - a. Par rapport à un événement, une tribu, un vecteur aléatoire
  - b. Cas particulier d'une variable aléatoire dans  $L_2$  : interprétation en termes de projection
  - c. Propriétés de l'espérance conditionnelle
  - d. Lois et densités conditionnelles, exemples de calculs

4. Chaînes de Markov à espace d'états fini ou dénombrable
  - a. Définition d'un processus aléatoire à temps discret, d'une chaîne de Markov, probabilités de transition, propriété de Markov
  - b. Temps d'arrêt et propriété de Markov forte
  - c. Classification des états : récurrence, transience, irréductibilité
  - d. Mesure invariante, mesure réversible
  - e. Apériodicité et convergence : convergence en loi, loi forte des grands nombres
5. Martingales à temps discret, applications en finance
  - a. Filtrations
  - b. Transformation de martingales
  - c. Processus prévisibles, exemple : stratégie de portefeuille
  - d. Processus de prix, condition d'autofinancement, probabilité-martingale (ou risque-neutre)
  - e. Modèle de Cox-Ross-Rubinstein (ou binomial)

**Compétences acquises (directes/indirectes) :**

- Maîtriser les bases du calcul des probabilités
- Modéliser et résoudre un problème aléatoire simple

**Responsable de l'UE :** Philippe Heinrich

# STATISTIQUE MATHÉMATIQUE

---

**Code UE : SM S1 – UE1.2**

**ECTS: 6**

**Cours : 24 heures - TD : 30 heures**

**Evaluation : Note =  $\max( EX , (EX+CC)/2 )$  où EX=EX1 en session1 et EX2 en session 2.**

## **Descriptif de l'enseignement**

### **Objectifs (en termes de savoir-faire) :**

La statistique intervient dans de nombreux domaines et l'objectif de cet enseignement est de poser les bases mathématiques de la modélisation, de l'estimation et des tests statistiques dans un cadre de modèle paramétrique. A l'issue du module, l'étudiant devra savoir construire des estimateurs, étudier leurs performances et les comparer. Il saura aussi construire des tests et en tirer des conclusions.

### **Programme succinct :**

- Estimation : par la méthode des moments et par maximum de vraisemblance, propriétés
- Comparaison des estimateurs : statistique exhaustive complète et estimateur uniformément de variance minimale
- Introduction à la notion de test : sur le paramètre d'une loi binomiale, test du rapport de vraisemblance

### **Compétences acquises (directes/indirectes) :**

Estimation de paramètre, prise de décision à l'aide de tests

**Responsable de l'UE : Emeline Schmitter**

# BASES MATHÉMATIQUES

---

**Code UE** : BM S1 – UE1.3

**ECTS** : 6

**Cours** : 27 heures - **TD** : 27 heures

**Evaluation** : Note =  $(3*EXCC+TP)/4$  avec  $EXCC=\max(EX, (2*EX+CC)/3)$  où EX=EX1 en session1 et EX2 en session 2.

## Descriptif de l'enseignement :

### **Objectifs (en termes de savoir-faire) :**

Définir et présenter les notions mathématiques fondamentales nécessaires dans la plupart des protocoles cryptographiques. Ces notions seront mises en œuvre sur machine lors de séances de TP en Python.

### **Programme succinct :**

1. Arithmétique modulaire
2. Complexité algorithmique
3. Corps finis
4. Réseaux et graphes
5. Tests de primalité
6. Fonctions à sens unique

### **Compétences acquises (directes/indirectes) :**

- Maîtriser les bases du calcul cryptographique

**Responsable de l'UE** : François Recher

## ANALYSE NUMERIQUE AVEC C++, INITIATION

---

**Code UE : ANAC1 S1 – UE2.1**

**ECTS : 3**

**Cours : 9 heures - TD : 18 heures**

**Evaluation : Note = (EX1+PR)/2. Session de rattrapage : Note = (EX2+PR)/2**

### **Descriptifs de l'enseignement**

#### **Objectifs (en termes de savoir-faire) :**

Initier les étudiants à la maîtrise du langage de programmation C++ et de la programmation structurée. Remettre à niveau les étudiants qui n'ont pas reçu d'enseignement en programmation afin de combler leurs lacunes.

#### **Programme succinct :**

- Syntaxe de base en C/C++ et bonnes pratiques de programmation.
- Les variables et types élémentaires ainsi que leurs opérateurs.
- Instructions conditionnelles, boucles.
- Utilisation simple des entrées/sorties clavier/écran et fichier.
- Fonctions définies par l'utilisateur, transmission des arguments, structuration d'un programme (.cpp, .h)
- Tableaux à une dimension et leur manipulation avec la notion de complexité d'un programme.
- Notion de Classes et Objets (attributs, méthodes, constructeurs, invocation de méthodes, this, encapsulation)
- Utilisation de la librairie standard STL : la classe « vector », ses constructeurs et ses méthodes.
- Stockage creux d'une matrice (diagonal, CSR, CSC). Opérations avec les matrices et les vecteurs.
- Quelques applications possibles : PageRank de Google (calcul de valeurs propres, rappel méthode de la puissance), approximation d'une matrice par des matrices de rang faible (rappel SVD), décomposition QR pour une matrice de rang faible (rappel factorisation QR).

#### **Compétences acquises (directes/indirectes) :**

À la fin de cet enseignement, les étudiants seront capables de concevoir un programme simple dans le langage C/C++, avec les entrées/sorties clavier/écran. Des notions de conception objet seront également abordées.

**Responsable de l'UE : Caterina Calgaro**

# PRODUITS FINANCIERS ET MICROSTRUCTURE DES MARCHES FINANCIERS

---

**Code UE : PFMMF S1 – UE2.2**

**ECTS : 3**

**TD : 30 heures**

**Evaluation : Note = EX1. Session de rattrapage : Note = EX2**

## **Descriptifs de l'enseignement**

### **Objectifs (en termes de savoir-faire) :**

Connaître l'environnement institutionnel et les critères d'organisation optimale des marchés financiers (modalités d'organisation des échanges, modes de cotation), appréhender les méthodes d'évaluation d'actifs financiers, comprendre la dynamique des cours boursiers.

### **Programme succinct :**

Le cours présente les éléments introductifs suivants :

- Organisation et microstructure des marchés financiers
- Typologie des marchés (monétaire, obligataire, actions, devises, dérivés)
- Les marchés boursiers dans le monde.
- Marchés au comptant et dérivés
- Les acteurs et intermédiaires
- Les procédures de règlement - livraison
- La cotation des titres
- Fonctionnement et dynamique du carnet d'ordres
- Les opérations sur le capital
- Les procédures d'introduction en Bourse
- Marchés financiers et gouvernement d'entreprise

- L'analyse fondamentale des titres
- Dynamique des anticipations
- Rationalité des agents, croyances et représentations collectives

**Responsable de l'UE :** David Bourghelle

## FONDEMENTS MACROECONOMIQUES DE LA FINANCE

---

**Code UE : FMF S1 – UE2.3**

**ECTS : 3**

**Cours : 18 heures - TD : 9 heures**

**Evaluation : Note = CC\*0,3+ EX1\*0,7. Session de rattrapage : Note = EX2**

### **Descriptifs de l'enseignement**

#### **Objectifs (en termes de savoir-faire) :**

Donner une connaissance des outils de base de l'analyse économique et de la macroéconomie. Comprendre l'environnement macroéconomique des entreprises et les conséquences des annonces de politiques économiques sur les marchés. Mise à niveau en économie, concentrée en tout début de semestre, pour pouvoir aborder efficacement les enseignements en finance qui suivent, au premier et second semestre.

#### **Programme succinct :**

##### ***Partie 1 : Introduction à l'analyse économique***

Objet et méthodes de l'économie  
Offre et demande : le marché et l'équilibre

##### ***Partie 2 : Les grandes fonctions macro-économiques***

De la comptabilité nationale aux modèles macro-économiques  
La fonction de consommation  
La fonction d'investissement  
Le modèle keynésien élémentaire  
Le rôle de l'État

##### ***Partie 3 : La monnaie***

Fonctions et formes actuelles de la monnaie  
Les motifs de la détention de monnaie : L'analyse keynésienne de la demande de monnaie  
Offre de monnaie et équilibre sur le marché monétaire

##### ***Partie 4 : Une synthèse macro-économique IS-LM en économie fermée***

Le modèle IS-LM en économie fermée IS-LM et politiques macro-économiques

***Partie 5 : Le modèle IS-LM en économie ouverte***

L'économie ouverte : implications sur le marché des biens et le marché des capitaux

Marché des biens et services en économie ouverte : déterminants de la demande de biens nationaux et impact du taux de change sur la balance commerciale

Le modèle Mundell-Fleming

Le système monétaire international

Certains chapitres sont dispensés en autoformation (cours envoyé + vidéo) et donnent lieu à des échanges en classe et une interrogation écrite de vérification des connaissances.

**Compétences acquises (directes/indirectes) :**

- Familiarisation avec le vocabulaire économique et les mécanismes économiques
- Mobiliser l'information économique disponible et à la traiter afin d'étudier la conjoncture et la croissance
- Suivre la conjoncture économique et mieux comprendre certains grands débats qui font la «Une» de l'actualité

**Responsable de l'UE :** Etienne Farvaque

## PROJET ETUDIANT

---

**Code UE : PE S1 – UE2.3**

**ECTS : 3**

L'étudiant devra choisir entre les deux éléments constitutifs suivants :

- Analyse numérique avec C++, approfondissements (ANAC2)
- Bases de données (BDD)

Pour plus de cohérence avec la poursuite en master, les étudiants du parcours ISN sont incités à choisir ANAC2.

### ELEMENT CONSTITUTIF 1 :

#### ANALYSE NUMERIQUE AVEC C++, APPROFONDISSEMENTS

---

**Code EC1 : ANAC2 S1**

**Cours : 9 heures - TD : 18 heures**

**Evaluation : Note = (EX+PR)/2** où EX=EX1 en session1 et EX2 en session 2

#### Descriptifs de l'enseignement

##### **Objectifs (en termes de savoir-faire) :**

Approfondir la maîtrise du langage de programmation C++ et de la programmation structurée. Etudier des méthodes itératives pour la résolution des grands systèmes linéaires (gradient conjugué, méthodes de Krylov). Introduire le concept de pré-conditionnement et sa nécessité pratique. Illustrer les notions vues dans les cours théoriques à travers un projet conséquent.

##### **Programme succinct :**

1) Résolution des systèmes linéaires par méthodes itératives : méthodes de descente, méthode de gradient conjugué (algorithme, propriété d'optimalité, taux de convergence), méthodes de Krylov (méthodes FOM et GMRES, implémentation et résultats de convergence).

2) Pré-conditionnement : présentation de différentes techniques de pré-conditionnement (SSOR, factorisation incomplète), variantes pré-conditionnées des algorithmes vus précédemment.

3) A travers les TD et la réalisation d'un projet, les étudiants programmeront en C++ les algorithmes vus en cours (ou des variantes) pour la résolution numérique de systèmes linéaires creux de grande taille. Le langage Python sera aussi utilisé pour la représentation graphique des résultats numériques.

**Compétences acquises (directes/indirectes) :**

Les étudiants sauront résoudre certains problèmes de calcul scientifique : de la modélisation jusqu'à l'analyse des résultats numériques. Ils sauront appliquer les méthodes efficaces de résolution de systèmes linéaires creux de grande taille et implémenter ces méthodes dans un langage orienté objet (C++).

**Responsable de l'EC1 :** Caterina Calgaro

---

## ELEMENT CONSTITUTIF 2 : BASES DE DONNEES

---

**Code EC2 :** BDD S1

**CM/TD :** 24 heures

**Evaluation :** Note = PR. Session de rattrapage : Note = PR

**Descriptifs de l'enseignement**

**Objectifs (en termes de savoir-faire) :**

- Concevoir un modèle conceptuel de données (MCD)
- Concevoir un schéma relationnel de données (SRD)
- Administrer une base de données (BD).

**Programme succinct :**

- MCD, SRD, passage de MCD à SRD
- Dépendances fonctionnelles, normalisation
- Manipulation, définition et sécurité des données
- Langage SQL
- Application des BD en java avec JDBC

**Compétences acquises (directes/indirectes) :**

- Maîtriser les bases du langage SQL
- Être capable de construire, manipuler et administrer une BD

**Responsable de l'EC2 :** Arnaud Liefoghe

---

# SEMESTRE 2

---

## CALCUL STOCHASTIQUE FINANCIER

---

---

**Code UE:** CSF S2 – UE3.1

**ECTS:** 6

**Cours :** 24 heures - **TD :** 24 heures

**Evaluation :** Note =  $\max( EX, (2*EX+CC)/3 )$  où EX=EX1 en session1 et EX2 en session 2.

### Descriptifs de l'enseignement

#### **Objectifs (en termes de savoir-faire) :**

Connaître les modèles de base en marchés financiers (binomial et Black-Scholes), maîtriser les outils mathématiques nécessaires (brownien, intégrale stochastique). Savoir calculer les primes et gérer un portefeuille de couverture pour les options européennes.

#### **Programme succinct :**

Modèles de marché financier : processus de prix, actualisation, probabilité risque-neutre, hypothèses (liquidité, divisibilité, non-arbitrage), stratégie de couverture et pricing des options européennes, exemples (call et put, bull call spread, straddle, butterfly, options binaires,...)

- Théorème d'Harrison-Pliska
- Modèle binomial : calcul des primes, du delta et du gamma, simulation de cours et de portefeuilles de couvertures avec et sans divisibilité des actifs, construction d'un pricer d'options vanilles ou asiatiques par Monte-Carlo, ...
- Martingale à temps continu, inégalité de Doob, définition du brownien, brownien géométrique, théorème d'arrêt
- Modèle de Black-Scholes. Intégrale stochastique. Formule d'Itô. Équation différentielle stochastique, interprétation intuitive de l'EDS des prix
- Théorème de Girsanov et probabilité risque-neutre

- Représentation des martingales et répliation des actifs conditionnels
- Pricing et EDP satisfaite par la prime
- Formule de Black-Scholes : primes et grecques des calls et puts vanilles
- Volatilité implicite
- Remarques sur la validité des modèles et les problèmes de calibration.

**Compétences acquises (directes/indirectes) :**

- Avoir les connaissances théoriques et l'expérience pratique du pricing (calcul de prime) et du hedging (couverture d'options) dans les modèles classiques (binomial, black-Scholes) pour les options européennes.
- Connaitre la définition et les propriétés simples du mouvement brownien. Maitriser les techniques de base en calcul stochastique.
- Savoir traduire en termes financiers un résultat mathématique et transcrire mathématiquement une propriété financière : comprendre les parités et convexités, les liens entre transformées de martingales et portefeuille ni haussier ni baissier, théorème de représentation des martingales et actifs dépendants, théorème de Girsanov et risk-neutralité, ...

**Responsable de l'UE :** Myriam Fradon

# CRYPTOGRAPHIE

---

**Code UE:** C S2 – UE3.2

**ECTS:** 6

**Cours :** 24 heures - **TD :** 24 heures

**Evaluation :** Note =  $\max( EX , (EX+CC)/2 )$  où EX=EX1 en session1 et EX2 en session 2.

## Descriptifs de l'enseignement

### **Objectifs (en termes de savoir-faire) :**

Introduction à quelques notions mathématiques utilisées dans les protocoles de cryptographie moderne.

### **Programme succinct :**

1. Cryptographie symétrique
2. Cryptographie asymétrique
3. Sécurité des protocoles cryptographiques
4. RSA
5. Courbes elliptiques
6. Fonctions de hachage
7. Outils mathématiques de la blockchain

### **Compétences acquises (directes/indirectes) :**

- Maîtriser le calcul cryptographique

**Responsable de l'UE :** Amaël Broustet

## PROJET ETUDIANT : FINANCE COMPUTATIONNELLE EN C++

**Code UE:** C S2 – UE3.3

**ECTS:** 3

**Cours :** 9 heures - **TD :** 18 heures

**Evaluation :** Note =  $(EX+PR)/2$  où EX=EX1 en session1 et EX2 en session 2.

### Descriptifs de l'enseignement

#### **Objectifs (en termes de savoir-faire) :**

Mise en œuvre des méthodes de finance quantitative ; codage en C++

#### **Programme succinct :**

- Simulation stochastique d'actifs financiers
- Illustration des faits stylisés des processus financiers
- Élaboration et mise en œuvre d'un pricer
- Gestion dynamique d'un portefeuille de couverture

#### **Compétences acquises (directes/indirectes) :**

- Maîtriser les bases de la programmation orientée objet
- Comprendre et calibrer les modèles financiers usuels

**Responsable de l'UE :** Philippe Heinrich

## ANGLAIS

---

**Code UE: A S2 – UE4.1**

**ECTS : 3**

**Cours-TD : 30 heures**

**Evaluation :** Note = Ecrit/40 + Int. Orale/20 + Note éq. TOEIC Blanc/20 (CO+CE),  
session de rattrapage : Note éq. TOEIC blanc/20

**La note globale sur 20 étant calculée par :**

**1<sup>ère</sup> session :** Ecrit/40 + Int. Orale/20 + Note éq. TOEIC Blanc/20 (CO+CE)

**2<sup>ème</sup> session :** Note éq. TOEIC blanc/20.

### **Descriptifs de l'enseignement**

#### **Objectifs (en termes de savoir-faire) :**

Dans les 4 compétences de compréhension et de production, on vise le **niveau B2** du Cadre Européen Commun de Référence en langues [CECR]. Sensibilisation aux différentes certifications et examens de langues afin de mieux préparer leur projet professionnel.

#### **Connaissances :**

On travaillera l'anglais général à partir de supports de vulgarisation scientifique. Leur étude permettra de déboucher sur des synthèses orales ou écrites ou des discussions (interactions orales). L'anglais de communication scientifique sera abordé par le biais de l'anglais de spécialité (présentation sur Power-Point etc...).

On abordera la pratique de l'anglais de communication professionnelle en entreprise au travers de mises en situation dans le cadre de recherches de stages, de jeux de rôle etc...(rédaction de CV, lettre de motivation, entretien etc...).

#### **Pré Requis :**

En conformité avec le projet « Langues » de l'Université de LILLE. Les étudiants devront effectuer **un test de positionnement en anglais.**

**Responsable de l'UE :** Nicole Chapel

## GESTION DES RISQUES DE MARCHE

---

**Code UE** : GRM S2 – UE4.2

**ECTS** : 6

**Cours** : 24 heures - **TD** : 21 heures

**Evaluation** : Note = 0,4\*CC + 0,6\*EX1. Session de rattrapage : Note = EX2

### **Descriptifs de l'enseignement**

#### **Objectifs (en termes de savoir-faire) :**

Apporter à l'étudiant une connaissance pratique des outils d'évaluation et de gestion des risques de change, de crédit, de taux d'intérêt et de marché. Approfondir la connaissance pratique des options et autres actifs dérivés.

#### **Programme succinct :**

Les marchés de taux d'intérêt (taux courts, obligations)

- Les marchés de devises
- Les marchés d'actions et la gestion de portefeuille
- Les risques financiers de l'entreprise, de la banque et des institutionnels (crédit, change, marché, taux)
- Techniques de gestion interne du risque de taux et de change (immunisation, gestion actif-passif, garantie de change...)
- La gestion des risques de taux et change par les marchés dérivés de gré à gré (forward, swaps, FRA, Cap, Flor)
- La gestion des risques de taux et change par les marchés organisés (futures, options)
- La gestion du risque de marché avec les produits dérivés des indices boursiers
- Dérivés de crédit, risque de marché et opérationnel

**Responsable de l'UE** : Lin Ma

# ECONOMETRIE DE LA FINANCE

---

**Code UE** : EF S2 – UE4.3

**ECTS** : 3

**Cours-TD** : 30 heures

**Evaluation** : Note = PR (mémoire + soutenance orale). Session de rattrapage : Note = PR

## **Descriptifs de l'enseignement**

### **Objectifs (en termes de savoir-faire) :**

- Introduction aux outils économétriques
- Etude des propriétés statistiques des données financières
- Modélisation de la dynamique de rentabilité et de risque financiers
- Maîtrise de l'outil informatique appliqué : estimations, tests statistiques et techniques de prévision.

### **Programme succinct :**

- Faits stylisés des données financières
- Application des tests statistiques usuels.
- Méthodes des moindres carrés ordinaires.
- Tests d'hypothèses et Méthode d'estimation alternatives (MCG)
- Introduction à l'économétrie des séries temporelles.
- Analyse multivariée

### **Compétences acquises (directes/indirectes) :**

- Modélisation des bases de données
- Prévision

**Responsable de l'UE** : Fredj Jawadi

## THEORIE FINANCIERE

---

**Code UE** : TF S2 – UE4.4

**ECTS** : 3

**Cours-TD** : 30 heures

**Evaluation** : Note =  $0,4 \times CC + 0,6 \times EX1$ . Session de rattrapage : Note = EX2

### **Descriptifs de l'enseignement**

#### **Objectifs (en termes de savoir-faire) :**

Acquérir une connaissance approfondie des principes et enseignements de la théorie financière et appréhender de manière critique les grands cadres théoriques de la finance moderne.

#### **Programme succinct :**

Ce cours présente les grands paradigmes ayant structuré le champ de la finance moderne :

- Axiomatique du choix dans l'incertain et modèles de fonctions d'utilité
- Couple rentabilité/risque
- Diversification du risque et théorie moderne du portefeuille
- Modèles d'équilibre d'évaluation d'actifs (CAPM, APT, Modèles à facteurs)
- les différentes approches de la théorie de l'efficience
- Structure des taux d'intérêt et principes d'évaluation des obligations
- Théorie des options et modèles de pricing d'options

**Responsable de l'UE** : Philippe Rozin