



PANTHÉON-ASSAS  
UNIVERSITÉ  
PARIS

Cursus de **M**aster en **I**ngénierie  
**É**conomie, **F**inance **Q**uantitative et **S**tatistique

---

ATTENDUS DES APPRENTISSAGES VISÉS

---

Année universitaire 2022-23

# CURSUS MASTER EN INGÉNIERIE

## ECONOMIE, FINANCE QUANTITATIVE ET STATISTIQUE

Le Coursus Master en Ingénierie d'Economie, Finance Quantitative et Statistique (CMI-EFiQuaS) est une formation en 5 ans couronnée du grade de Master en Ingénierie Statistique et Financière et du label CMI du réseau FiGuRe. Il accueille, chaque année, une trentaine de bacheliers scientifiques parmi près de 1200 candidats.

La formation a pour ambition de former ses étudiants aux métiers de l'ingénierie économique et statistique dans les domaines de la finance d'entreprise ou de marché, de l'assurance ou encore du marketing quantitatif. A l'issue de la formation, les lauréats ont une triple compétence :

- (i) Celle d'un statisticien capable de mobiliser les outils et méthodes statistiques appropriés en vue de l'exploitation de bases de données économiques à la fois dynamiques et volumineuses
- (ii) Celle d'un informaticien maîtrisant les outils informatiques les plus puissants en vue d'une exploitation efficace de ces mêmes bases de données
- (iii) Celle d'un économiste capable de comprendre les enjeux économiques et financiers de l'information qu'il exploite et capable d'en inférer, à chaque fois, les messages économiques appropriés.

Plus précisément, il est attendu que les lauréats puissent évoluer de manière efficace dans des métiers tels que ceux de :

- (i) Chargé d'études statistiques
- (ii) Chargé d'études actuarielles
- (iii) Chargé de l'ingénierie des risques (de marché, de crédit, de *process*)
- (iv) Prévisionniste
- (v) Responsable *Marketing*
- (vi) etc.

Aussi, les apprentissages visés, décrits dans les pages qui suivent, n'ont d'autre objectif que de préparer les étudiants à cette perspective et ce, de manière évolutive et efficace. Ils décrivent en réalité non seulement les apprentissages visés par chaque enseignement, mais également la structure de la formation et son organisation évolutive.

Le lecteur remarquera d'abord qu'en effet, les 3 premières années sont consacrées à l'acquisition des savoirs fondamentaux en économie, en mathématiques, en statistique et en informatique. Cette démarche présente un triple avantage en ce qu'elle permet à l'étudiant de

- (i) Se familiariser puis, maîtriser les principales problématiques économiques, les concepts qu'elles sous-tendent, les méthodes d'investigation économique, ainsi que les principaux savoirs acquis qui constituent l'état de l'art actuel
- (ii) Être en mesure de décider, le moment venu, de son orientation professionnelle : le monde académique ou le monde de l'entreprise ; la recherche théorique ou la recherche appliquée ; le monde de l'économie ou le monde de la science des données ; le monde de la finance ou celui de l'assurance ; ...
- (iii) Intégrer la spécialisation choisie avec aisance grâce aux savoirs fondamentaux préalablement acquis.

Le lecteur remarquera aussi que, quelle que soit l'année d'études, la formation se décline aussi en 4 blocs transversaux :

- (i) Un bloc disciplinaire qui, en l'occurrence, regroupe l'ensemble des enseignements qui relèvent de la discipline principale de la formation : l'économie
- (ii) Un bloc généraliste qui regroupe l'ensemble des enseignements relevant de l'ingénierie soit en raison de leur nature technique ou méthodologique, soit en raison de leur caractère fortement appliqué
- (iii) Un bloc constitué de matières dont l'objectif est d'enrichir le portefeuille d'acquis attendus en l'élargissant à la dimension socio-économique et culturelle
- (iv) Un bloc regroupant des enseignements visant à intégrer aux acquis des étudiants des savoirs scientifiques et techniques complémentaires.

Cette organisation quadri céphale est une des exigences de la charte de qualité des CMI en général. Son objectif est clair. Il est d'élargir le champ des acquis au-delà des savoirs disciplinaires ou professionnalisants. Ce, dans le but de former des étudiants ouverts à d'autres champs d'investigation, à d'autres types de raisonnement ou à d'autres méthodologies ou approches pour l'investigation de telle ou telle question. Mais une telle approche pédagogique présente aussi l'avantage pour les étudiants d'une certaine mobilité inter-disciplinaire et, à minima, de leur permettre de communiquer aisément avec leurs pairs issus de disciplines connexes et ce, quel que soit le contexte.

Une autre caractéristique des CMI en général et du CMI-EFiQuaS en particulier qui est peut-être moins visible dans les pages qui suivent est l'importance donnée aux activités de mise en situation (AMS). Une des visées de la formation est en effet de préparer à la vie active des

étudiants qui ne sont pas de simples exécutants, mais de véritables forces de réflexion et de proposition, pleinement impliqués dans leur travail, en harmonie avec les objectifs de leurs employeurs. C'est là le principal acquis visé par les AMS car, par situation, il est entendu, réflexion autonome, analyse critique, synthèse, expression orale et écrite, restitution de résultats, interaction avec des pairs ou avec le monde extérieur, etc. Ce sont ces acquis qui sont visés par :

- (i) Les projets scientifiques et/ou industriels annuels
- (ii) Les stages en entreprise ou de recherche annuels
- (iii) Les projets de start-up ou projets pour l'entreprise, demandés en 4<sup>ème</sup> année
- (iv) Les séances de coaching organisées en 4<sup>ème</sup> et en 5<sup>ème</sup> année
- (v) La mobilité internationale
- (vi) L'apprentissage en entreprise (optionnel en 4<sup>ème</sup> année, obligatoire en 5<sup>ème</sup> année)

En particulier, les acquis visés par l'apprentissage en entreprise sont multiples :

- (i) Un premier véritable contact avec le monde du travail
- (ii) La mise en œuvre pratique et opérationnelle des savoirs acquis
- (iii) L'intégration à des équipes de professionnels ayant les mêmes centres d'intérêts professionnels
- (iv) La capacité de s'approprier les outils et méthodes internes d'une entreprise
- (v) La possibilité de réaliser une synthèse des savoirs acquis à l'université et ceux acquis en entreprise et de mesurer leur complémentarité.

L'objet des pages qui suivent est bien sûr d'informer toutes les parties prenantes (étudiants, corps enseignant, monde professionnel, conseil de perfectionnement, organismes d'évaluation et/ou d'accréditation, etc.) du contenu de la formation CMI-EFiQuaS, de son organisation et des acquis d'apprentissage qu'elle vise. Mais il est aussi de recueillir de la part de ces mêmes parties prenantes toute suggestion d'amélioration au service de nos étudiants.

Le comité de pilotage du CMI-EFiQuaS

Antoine Billot   Marianne Guille   Chantal Marlats   Christina Pawlowitsch   Ali Skalli

## CURSUS MASTER EN INGÉNIERIE

### ÉCONOMIE, FINANCE QUANTITATIVE ET STATISTIQUE

Bloc Disciplinaire	Bloc Généraliste	Bloc Annexe	Bloc Connexe
Économie	Ingénierie	OSEC	OST

Niveau		Heures de cours	Heures de TD	Projets	ECTS
CMI 1		168	45	15	26
		132	36		16
		108	54		19
		54	18		8
<i>Autres AMS</i>					3
CMI 2		276	45	25	33,5
		132	36		16
		96	51		14,5
		54	18		5
<i>Autres AMS</i>					3
CMI 3		312	75	25	39
		102	51		11
		54	51		13
		36	36		6
<i>Autres AMS</i>					3
CMI 4 FC / FA		264 / 150	75 / 45		34 / 38
		108 / 72	45 / 30		15,5 / 12,5
		12 / 12	41 / 41	30 / 30	17 / 17
		54 / 54			5,5 / 4,5
CMI 5		225		25	41,5
		60			10
		8,5	40		11,21
		51,5			9,29

**Notes :**

OSEC = Ouverture Socio-Economique et Culturelle ; OST = Ouverture Scientifique et Technologique

FC = Formation Classique ; FA = Formation en Alternance

AMS = Activités de Mise en Situation (Stages, coaching, etc.)

CMI 1

**BLOC DISCIPLINAIRE**  
**(Économie)**

Analyse microéconomique				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
36	15	Fondamentale	2	CMI 1
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Lucie MENAGER		Ecrit + CC	2	7

À la fin des 12 semaines du cours d'Analyse microéconomique, les étudiants de 1ère année du Coursus Master en Ingénierie Economie, Finance Quantitative et Statistique (CMI-EFiQuaS) sont capables de :

- (i) Résoudre le programme du consommateur
- (ii) Déterminer l'équilibre général d'une économie d'échange
- (iii) Analyser les propriétés normatives de l'allocation d'équilibre
- (iv) Comprendre l'impact de l'introduction de prix plafond et plancher sur le partage du revenu

Il s'agit du premier cours de microéconomie du CMI EFiQuaS. L'acquisition de ces apprentissages ne nécessite donc pas la maîtrise préalable des concepts de la théorie économique. En revanche, elle implique l'utilisation des techniques d'optimisation et d'analyse fonctionnelle traitées dans les cours de Mathématiques 1 et de Mathématiques 2.



Macroéconomie 1				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
36	15	Fondamentale	1	CMI 1
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Paul MAAREK		Ecrit + CC	2	7

Au terme des 12 semaines de cours, les étudiants de 1<sup>ère</sup> année du Coursus Master en Ingénierie Economie, Finance Quantitative et Statistique (CMI EFiQuaS) sont en mesure de :

- (i) Comprendre la construction et la mesure des principaux agrégats macroéconomiques
- (ii) Déterminer l'équilibre de production macroéconomique dans le cadre du modèle néoclassique à prix flexibles
- (iii) Evaluer l'impact de politiques économiques sur les différentes composantes du PIB en économie fermée et en économie ouverte
- (iv) Identifier les déterminants de la croissance économique sur longue période dans le cadre du modèle de Solow, ainsi que dans la littérature macroéconomique plus récente.

Ce cours est le premier enseignement de macroéconomie du cursus de CMI. Il commence par une présentation générale de la méthode utilisée en macroéconomie et, plus généralement, en économie, pour construire des modèles explicatifs. Il présente ensuite les différents agrégats qui nourrissent l'analyse macroéconomique et leur mesure, comme le PIB, l'indice des prix à la consommation et le taux de chômage. Enfin, il présente une première classe de modèles à prix flexibles permettant de comprendre la détermination de l'équilibre macroéconomique sur longue période. Dans un premier temps, le modèle néoclassique en économie fermée et ouverte est présenté afin que l'étudiant comprenne la détermination d'un équilibre de production en macroéconomie. Le modèle de Solow est alors discuté en ce qu'il permet de comprendre les forces fondamentales qui expliquent la croissance sur longue période d'une économie.

Macroéconomie 2				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
36	15	Fondamentale	2	CMI 1
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Damien GAUMONT		Ecrit + CC	2	7

D'une durée de 12 semaines, à raison de 3 heures par semaine, ce cours s'adresse aux étudiants de première année du CMI-EFiQuaS et s'inscrit dans la continuité du cours de Macroéconomie 1 que les étudiants ont suivi au premier semestre. Il repose essentiellement sur l'ouvrage de Damien Gaumont, intitulé «Macroéconomie », fascicules 1 et 2.

Au terme du cours, il est attendu que les étudiants soient en mesure de :

- (i) Distinguer entre politique budgétaire, politique monétaire et politique industrielle
- (ii) Connaître les mécanismes qui déterminent les effets de chacune de ces politiques
- (iii) Evaluer les conditions d'efficacité de chacune de ces politiques
- (iv) Anticiper leurs effets selon le contexte dans lequel elles sont mises en œuvre.

A cette fin, il est nécessaire que l'étudiant fasse appel au raisonnement macroéconomique et ait, au préalable, compris la manière dont les modèles théoriques abordés dans le cours sont à la fois une manière de décrire les mécanismes en question et des outils permettant d'anticiper les retombées de telle ou telle politique. En particulier, il est très important que l'étudiant connaisse les principales caractéristiques de ces politiques :

- (i) La politique budgétaire qui engendre à court-terme à la fois 1) une hausse du taux d'intérêt, 2) une baisse de l'investissement privé (effet d'éviction) et 3) une hausse de l'activité économique (effet de relance) mais au prix de 4) un déficit budgétaire. À long-terme, elle génère la dette publique des États
- (ii) La politique monétaire qui engendre à court-terme à la fois 1) une baisse du taux d'intérêt, 2) une hausse de l'investissement privé et 3) une hausse de l'activité économique (effet de relance) et ce, sans engendrer de déficit budgétaire. À long-terme elle génère de l'inflation
- (iii) La politique industrielle qui, au contraire des deux précédentes, n'a pas d'effets négatifs. Elle permet une baisse du taux d'intérêt, une hausse de l'activité économique et ne génère ni déficit, ni inflation, ni dette publique.

## Compléments de microéconomie

Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
30	0	Complémentaire	2	CMI 1
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Sandra CAVACO		Ecrit + CC	1	2

À la fin des 10 semaines de cours, les étudiants de 1<sup>ère</sup> année du Coursus Master en Ingénierie Economie, Finance Quantitative et Statistique (CMI-EFiQuaS) seront en mesure de :

- (i) Résoudre le problème du consommateur et comprendre le comportement optimisateur sous-jacent,
- (ii) Comprendre les notions d'effet de substitution et d'effet de revenu et les mettre en application, notamment dans le cadre de l'évaluation des effets d'une politique fiscale ou encore dans le cadre de l'arbitrage travail-loisir comme déterminant de l'offre de travail
- (iii) Mobiliser les concepts de risque, d'espérance de gain et d'utilité espérée pour l'analyse du comportement des agents économiques dans un environnement en incertain
- (iv) Mobiliser les concepts d'interaction, de jeux simultanés ou encore d'équilibre de Nash pour l'analyse des comportements stratégiques des agents économiques en théorie des jeux

Le cours s'inscrit dans la continuité du cours de microéconomie en ce qu'il a pour objectif d'approfondir les concepts et les raisonnements fondamentaux étudiés par ailleurs dans le cadre du cours de microéconomie. La démarche consiste en la présentation de certains développements complémentaires utiles dans diverses applications de la théorie à des problèmes plus spécifiques. Dès un premier rappel de la théorie du consommateur, l'étudiant se voit proposer des exercices supplémentaires l'invitant à l'application de notions telles que l'effet de substitution et l'effet de revenu ou encore à l'analyse du comportement d'offre de travail fondé sur l'arbitrage travail-loisir. L'analyse est alors étendue dans au moins trois dimensions : les analyses en équilibre partiel et en équilibre général, le comportement stratégique des agents en interaction avec d'autres agents et, enfin, le comportement des agents en environnement incertain.

L'ambition est donc de faire en sorte qu'au terme de ce cours complémentaire, l'étudiant soit familier des concepts fondamentaux et être en capacité de les mettre en application.

## Compléments de macroéconomie

Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
30	0	Fondamentale	2	CMI 1
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Victor HILLER		Ecrit	1	2

À l'issue des 10 séances de ce cours de « Compléments de macroéconomie », les étudiants de première année du CMI-EFiQuaS devront être en mesure de :

- (i) Décrire les caractéristiques et le fonctionnement d'un modèle macroéconomique micro fondé et résoudre une version simple d'un tel modèle
- (ii) D'analyser une équation dynamique d'ordre 1 et de dimension 1
- (iii) De mobiliser les acquis méthodologiques (i) et (ii) de manière à analyser une version simple du modèle de croissance néoclassique
- (iv) D'expliquer par quels mécanismes ce modèle néoclassique permet de rendre compte de certains faits saillants caractérisant le processus de croissance
- (v) D'identifier les limites du modèle et envisager des pistes pour les dépasser.

L'acquis (i) nécessitera de bien comprendre l'articulation entre décisions individuelles (choix microéconomique) et comportement des variables agrégées (agrégats macroéconomiques).

L'étudiant devra être capable de résoudre un problème de décision individuelle, de combiner les décisions des différents agents de manière à écrire les équations caractérisant l'équilibre macroéconomique et de résoudre cet équilibre.

L'acquis (ii) nécessitera de savoir représenter graphiquement et d'interpréter l'évolution d'une variable dont la dynamique est décrite par une équation de récurrence d'ordre 1 et de dimension 1. Le modèle de croissance néoclassique étant un modèle dynamique micro fondé, l'analyse de ce modèle nécessitera de combiner les acquis (i) et (ii).

Une compréhension approfondie du modèle sera nécessaire pour exposer les mécanismes permettant d'expliquer dans quelles situations il existe une possibilité de rattrapage, en termes de niveau de développement, entre deux pays et dans quels cas un tel rattrapage ne paraît pas envisageable.

Enfin, l'étudiant devra être capable de prendre suffisamment de recul pour identifier les éléments que le modèle ne parvient pas, ou parvient mal à expliquer, et de formuler des propositions d'extensions susceptibles de combler ces limites.

**BLOC GÉNÉRALISTE**  
**(Ingénierie)**

Mathématiques 1				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
18	9	Fondamentale	1	CMI 1
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Nikos PNEVMATIKOS		Ecrit + CC	2	3

Le cours de Mathématiques 1 de première année du Coursus Master en Ingénierie Économie, Finance Quantitative et Statistique (CMI-EFiQuaS) introduit les étudiants aux mathématiques du supérieur dans une optique d'applications économiques et financières. La première partie du cours porte sur les méthodes mathématiques générales (logique, nombres, raisonnements, etc.). La seconde partie est véritablement le cœur du cours et porte sur les notions de base de l'analyse et des fonctions réelles d'une variable réelle (continuité, dérivabilité, intégrabilité, etc.). Le programme des 12 semaines de cours décline l'essentiel des concepts et méthodes qu'au terme de l'enseignement, l'étudiant devra maîtriser et appliquer :

- (i) Langage mathématique
- (ii) Ensembles numériques
- (iii) Suites et séries numériques
- (iv) Fonctions réelles d'une variable réelle
- (v) Dérivation
- (vi) Intégration.

Les objectifs du cours sont multiples. Il s'agit d'abord d'une remise à niveau des étudiants qui ont parfois des parcours antérieurs hétérogènes. Il s'agit aussi de leur fournir un langage commun qui leur permette de suivre avec profit leurs autres enseignements du cursus. L'accent est mis, non seulement sur la mise en œuvre pratique des méthodes enseignées (calcul de limites, d'intégrales, optimisation, etc.), mais aussi sur la compréhension de leurs fondements de manière rigoureuse. Le cours contribue ainsi au développement de l'esprit analytique et quantitatif des étudiants. Il est enfin accompagné de séances de travaux dirigés en petits groupes. Les étudiants sont évalués par un examen écrit de contrôle de connaissances acquises en fin de semestre ainsi que par des interrogations régulières en travaux dirigés.

Mathématiques 2				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
18	9	Fondamentale	1	CMI 1
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Lisa MORHAIM		Ecrit + CC	2	3

À l'issue de ce cours de Mathématiques 2, l'étudiant de première année du CMI-EFiQuaS doit avoir acquis les éléments de base pour :

- (i) Modéliser un problème d'économie et/ou de gestion
- (ii) Avoir une idée du ou des type(s) d'outils mathématiques qui peuvent être envisagés et mis en œuvre pour sa résolution

Les outils qui sont introduits au cours du semestre sont :

- (i) Introduction aux systèmes d'équations linéaires : savoir reconnaître un système d'équations linéaires et le résoudre par une méthode algorithmique (méthode du pivot de Gauss, méthode de Gauss-Jordan)
- (ii) Optimisation : savoir étudier un problème d'optimisation d'une fonction réelle de deux variables réelles avec ou sans contrainte(s), savoir étudier les propriétés topologiques et graphiques de l'ensemble sur lequel on travaille (ouvert ou non, fermé ou non, borné ou non, compact ou non, convexe ou non, etc.), les propriétés de continuité et de différentiabilité de la fonction, les propriétés de convexité (convexe, concave, localement, globalement), fonctions k-Lipschitz et contractantes, et savoir mettre en œuvre une méthode adéquate pour pouvoir conclure
- (iii) Méthode algorithmique de résolution d'une équation non linéaire : avoir compris qu'il existe plusieurs manières de transformer une équation de point fixe en une équation racine et vice-versa, de même qu'une transformation judicieuse peut permettre de travailler avec une fonction qui a de bonnes propriétés pour les méthodes de résolution. Théorème du point fixe de Banach et preuve du théorème. Savoir résoudre une équation pour trouver un point fixe par la méthode des approximations successives
- (iv) Séries numériques : en fonction du temps restant, le cours est complété par une introduction aux séries numériques.

Statistique 1				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
18	9	Fondamentale	1	CMI 1
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Lisa MORHAIM		Ecrit + CC	2	3

À l'issue de ce cours de Statistique 1, l'étudiant de première année du CMI-EFiQuaS doit avoir acquis les bases de la statistique descriptive et être en mesure de :

- (i) Organiser, présenter et résumer des données d'une variable quantitative continue ou discrète
- (ii) Savoir calculer et interpréter les paramètres (position, dispersion, concentration, etc.) résumant une série statistique à une variable : moyennes (arithmétique pondérée, harmonique, géométrique, etc.), mode, médiane, quantiles, variance, écart-type, écart absolu moyen, indice de Gini, etc.
- (iii) Savoir étudier une série de deux variables quantitatives : distribution conjointe, distributions marginales, distributions conditionnelles, corrélation et coefficient de corrélation linéaire
- (iv) Analyser des séries chronologiques : composantes, moyennes mobiles, modèles de composition des composantes.



Statistique 2				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
18	9	Fondamentale	2	CMI 1
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Benjamin MONET		Ecrit + CC	2	3

À la fin des 12 semaines de cours, les étudiants de 1<sup>ère</sup> année du Coursus Master en Ingénierie Economie, Finance Quantitative et Statistique (CMI-EFiQuaS) seront en mesure de :

- (i) Calculer des probabilités à l'aide du calcul combinatoire
- (ii) Utiliser le Théorème de Bayes
- (iii) Donner la définition d'une variable aléatoire
- (iv) Utiliser les principales variables aléatoires (discrètes et continues) pour calculer des probabilités.

Le cours de Statistique 2 est un cours de probabilité. Ces acquis d'apprentissage supposent d'avoir une bonne maîtrise d'une part, des mathématiques apprises au lycée, et de l'autre, d'avoir une bonne capacité de modélisation pour résoudre des problèmes concrets.

Compléments de Mathématiques				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours / TD	TD			
30	0	Compléments	1	CMI 1
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Nikos PNEVMATIKOS		CC	1	2

Ce cours de dix semaines s'adresse à des étudiants, aux parcours relativement variés, qui débutent leurs études en sciences économiques. Le but est avant tout de les inciter et de les initier à la rigueur et à la créativité de la logique des mathématiques. Cela, en leur montrant que les mathématiques ne se cantonnent pas dans un registre de symboles et de termes, ni dans une logistique, dépourvus de représentations productives, mais qu'au contraire, ils ont une portée analytique et pratique qui les rend indispensables pour approcher avec rigueur les concepts des sciences économiques.

Les deux premières séances sont consacrées à la mise en place des schémas fondamentaux de la logique mathématique, à savoir les règles logiques sur lesquelles reposent les raisonnements analogiques, inductifs, déductifs et abductifs sous-jacents à toute analyse scientifique.

Dans les deux séances qui suivent, on procède à l'analyse des structures algébriques et topologiques des ensembles usuels de nombres. Puis, les trois séances suivantes sont consacrées à la mise en œuvre des méthodes d'analyse des suites réelles (nature des suites, sous-suites extraites, suites récurrentes du 1er et 2ème ordre, critères de convergence). Trois séances sont ensuite dédiées, sous l'approche infinitésimale, à l'analyse des fonctions à une variable réelle (continuité, dérivabilité, intégrabilité). Les autres séances sont dévolues à la mise en œuvre de méthodes de modélisation mathématique mettant en lumière le lien étroit entre la pensée théorique et l'action pratique, voire son application dans divers domaines scientifiques.

Au terme des dix semaines de cours et d'interaction cognitive, les étudiants doivent être en capacité d'approfondir les notions techniques et les méthodes mathématiques afin de savoir s'en servir concrètement au fil de leurs études en sciences économiques.

L'évaluation de l'acquisition de ces aptitudes se fonde à 30% sur l'assiduité et l'interaction pertinente lors des cours, ainsi que sur la rédaction sérieuse et rigoureuse de devoirs-maison, à 35% sur le premier contrôle de connaissances à l'écrit et enfin, à 35% sur le second contrôle de connaissances, également à l'écrit.

Compléments de statistique				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
30		Fondamentale	1	CMI 1
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Vassili VERGOPOULOS		CC + Exposé	1	2

Le cours de Compléments de Statistique de 1<sup>ère</sup> année du Coursus Master en Ingénierie Economie, Finance Quantitative et Statistique (CMI EFiQuaS) approfondit l'enseignement fondamental de Statistique 1. Il permet aux étudiants de questionner les définitions étudiées dans ce dernier et de voir par exemple ce qui résulterait de définitions alternatives. L'objectif est de permettre aux étudiants de s'approprier les différentes notions par une meilleure compréhension des enjeux qu'elles soulèvent. En pratique, le cours mobilise des exercices d'application directe ou des problèmes plus ouverts favorisant les échanges et interactions entre étudiants et dans lesquels chacun peut se forger sa propre opinion. Le mode d'évaluation tient compte d'une note de contrôle continu sanctionnant une participation en classe, active et de qualité, ainsi que d'une note pour les rapports écrits et exposés, que les étudiants font en petits groupes, sur leur analyse critique de l'utilisation des outils statistiques dans les articles de presse grand public.

A l'issue des 10 semaines de cours, les étudiants sont en mesure de :

- (i) Formuler les différents types de moyennes et autres indicateurs de tendance et de variabilité d'une série statistique, d'énoncer leurs principales propriétés, avantages et inconvénients et de maîtriser leurs contextes typiques d'application
- (ii) Etudier les différents indicateurs de prix, mobiliser les méthodes de calcul financier élémentaire en vue de l'analyse des différents types de taux d'intérêt (taux proportionnel, équivalent, etc.) et des opportunités d'arbitrage
- (iii) Comprendre les problématiques de modélisation et de décision au travers d'applications économiques et financières
- (iv) Réfléchir à - et évaluer - la pertinence des outils statistiques utilisés dans l'élaboration d'un argumentaire en sciences sociales.

**BLOC ANNEXE**  
**(Ouverture Socio-Economique et Culturelle)**

Anglais				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
0	36	Complémentaire	1 / 2	CMI 1
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Pierre DE BOISSIEU		CC	1	4

Les cours d'anglais en première année de CMI-EFiQuaS sont centrés autour de deux axes principaux : le **renforcement des acquis de lycée en anglais général** et une **initiation à l'anglais de l'économie et de la gestion**. Aucune culture économique particulière en anglais n'est attendue à l'entrée en L1.

Le **renforcement des acquis de lycée en anglais général** passe par la pratique régulière des quatre grandes compétences en langue : expression orale, compréhension orale, compréhension écrite et expression écrite. Si les enseignements ont pour objet principal les grands thèmes et questionnements qui traversent la discipline des *Economics and Management Studies* dans les pays anglo-saxons, ils sont également l'occasion de points de grammaire précis et d'aide à la rédaction en anglais.

Les cours ont lieu une fois par semaine, à raison d'**1 h 30 hebdomadaire**. Au vu de la grande concentration dans le temps des travaux dirigés d'anglais, un travail à la maison régulier est absolument nécessaire afin de renforcer et de consolider les acquis des étudiants en langue générale. Ce travail permet aussi de mettre à profit les temps d'échanges et de pratique de l'oral en cours.

L'**approche spécialisée de l'anglais** est au cœur de l'enseignement. Il s'agit de donner aux étudiants le vocabulaire, les concepts et la phraséologie nécessaires à une réflexion économique poussée en anglais. Les concepts de *GDP, unemployment, higher education, the gig economy* offrent ainsi aux étudiants une porte d'entrée dans les *Economics and Management Studies*.

Enfin, le **premier semestre** se concentre pour l'essentiel sur l'acquisition d'une culture macro-économique générale en anglais, tandis que le **second semestre** met davantage l'accent sur les trajectoires personnelles d'entrepreneurs, selon une approche micro-économique.

Chaque semestre fait l'objet de plusieurs **évaluations en contrôle continu**, permettant de valider des compétences en langue générale et spécialisée, ainsi que les quatre grandes compétences linguistiques traditionnelles citées plus haut. Le système d'évaluation en **contrôle continu** est le suivant :

- (i) Une **note de participation** aux exercices proposés en classe et aux devoirs (20% de la note)
- (ii) Un **projet oral** devant le groupe, sous forme de débat et de projet de création de start-up (30% de la note)
- (iii) Un **examen écrit de mi-semestre** (*midterm exam*), portant sur différents aspects du cours (questions de cours, analyse de graphiques et de dessins de la presse économique). Il permet de valider certaines compétences en langue générale (compréhension écrite, grammaire) (50 % de la note).

Le contrôle continu représente 50% de la note totale du semestre. Un **examen final** (au mois de janvier et de mai), reprenant le format du *midterm exam*, offre une validation complète des acquis du semestre et représente 50% de la note totale du semestre.

## Comptabilité générale

Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
36	18	Complémentaire	1	CMI 1
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
			2	7

--

## Histoire des faits économiques

Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
36		Complémentaire	2	CMI 1
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
			1	4

--

Initiation au droit économique				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
36		Complémentaire	2	CMI 1
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Clément FAVRE-ROCHEX		Ecrit	1	4

Ce cours constitue le premier enseignement juridique dispensé aux étudiants de première année du CMI-EFiQuaS. À ce titre, il est destiné à initier les étudiants du parcours à la matière juridique.

Au terme des douze semaines d'enseignement magistral, les étudiants devront :

- (i) Comprendre les interactions entre le droit et l'économie, et les enjeux du droit économique
- (ii) Maîtriser les sources du droit économique, à travers l'étude des différents modes d'élaboration des règles de droit, tant à l'échelle nationale qu'à l'échelle internationale et européenne
- (iii) Identifier les acteurs du droit économique (les personnes – commerçants et sociétés – et les institutions)
- (iv) Connaître les techniques juridiques au service de la vie économique, tels que les contrats et fonds de commerce, et comprendre leur régulation, à travers l'étude du droit de la concurrence, du droit de la faillite et du droit de la consommation.

Les étudiants acquièrent dans le cadre de cet enseignement les connaissances juridiques fondamentales en première année, et les méthodes propres à la matière juridique (raisonnement juridique, vocabulaire juridique, qualification). Les étudiants sont ainsi conduits à découvrir comment interagissent les sciences économiques et la discipline juridique et ce, en découvrant les instruments et le rôle du droit au service de la vie économique.



**BLOC CONNEXE**  
**(Ouverture Scientifique et Technologique)**

Fondements de l'informatique				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
18	18	Complémentaire	1	CMI 1
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Yves BERTINI		Ecrit + CC	1	4

À l'issue des 12 semaines de cours, les étudiants de première année du CMI-EFiQuaS doivent être en capacité de développer les compétences informatiques fondamentales, nécessaires à la poursuite de leur cursus universitaire :

- (i) Réaliser de courtes communications scientifiques en langage naturel et mathématiques dans divers médias : article, présentation, site web
- (ii) Simuler des problèmes économiques et financiers sur tableur en articulant correctement les liens entre variables exogènes et endogènes
- (iii) Optimiser les paramètres ajustables d'un problème pour atteindre un objectif simple ; dans le cas d'objectifs multiples, discuter un consensus : hiérarchiser les préférences ou trouver un compromis centré sur des idéaux propres.

L'apprentissage se fait à des échelles variées :

- (i) Pragmatique, avec l'accès aux fonctions spécifiques de logiciels : Excel, Solver, VBA, Word, PowerPoint, HTML
- (ii) Générique, avec l'utilisation d'outils clones libres ou propriétaires : famille Microsoft Office et LibreOffice
- (iii) Algorithmique, avec la description mathématique des techniques de recherche d'optimum et leur implémentation en langage informatique
- (iv) Théorique, avec la problématique du codage de l'informatique en machine binaire.

Management des organisations				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
36	0	Complémentaire	1	CMI 1
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
			1	4

--

CMI 2

**BLOC DISCIPLINAIRE**  
**(Économie)**

## Micro-économie : les formes de marché

Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
36	15	Fondamentale	3	CMI 2
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Claude PONDAVEN		Ecrit + CC	2	7

L'enseignement de « Microéconomie – Formes de Marchés » est commun à tous les étudiants de la deuxième année de licence, y compris ceux du CMI-EFiQuaS. Il se répartit en 36 heures de cours magistral et 15 heures de travaux dirigés.

Au terme de cet apprentissage théorique, l'étudiant doit être capable de :

- (i) Maîtriser les fondements théoriques de l'oligopole
- (ii) Appréhender les jeux stratégiques des acteurs
- (iii) Envisager l'organisation des grandes firmes

Cette analyse doit permettre à l'étudiant d'appréhender la réalité économique en approchant l'analyse des marchés imparfaits, ainsi que les stratégies d'actions en termes de prix ou de quantités.

Au terme des 12 semaines d'enseignement, l'étudiant doit savoir justifier les comportements stratégiques des entreprises qui agissent, réagissent à la concurrence, s'organisent, passent des ententes, ou menacent.

Tous les comportements coopératifs et stratégiques des acteurs sont envisagés tant pour les firmes privées que pour les grandes entreprises publiques sous tutelle de l'État ou en concurrence disputable (*contestable markets*).

Cette maîtrise des marchés imparfaits doit permettre aux étudiants d'envisager les modes d'organisation des firmes soucieuses de renforcer leur réussite par des négociations stabilisatrices, des contrats d'engagements mutuels, ou encore par un partage du pouvoir avec l'actionariat.

Ainsi, en fin d'année, l'étudiant doit aussi maîtriser :

- (i) L'analyse des jeux d'arbitrage,
- (ii) Les fondements des modèles d'incitations,
- (iii) La logique des relations mandant-mandataires.

Ces acquis permettent à l'étudiant d'appréhender les problématiques de l'entreprise en concurrence imparfaite et en environnement incertain.

## Monnaie et finance

Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
36	15	Fondamentale	3	CMI 2
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Mariana ROJAS BREU		Ecrit + CC	2	7

À la fin des douze semaines de cours, les étudiants de 2<sup>e</sup> année du Cours Master en Ingénierie d'Economie, Finance Quantitative et Statistique (CMI EFiQuaS) seront capables de :

- (i) Confronter les différentes approches sur l'origine de la monnaie et sur la définition de la monnaie
- (ii) Comparer les principales théories alternatives sur les mécanismes qui agissent sur le niveau des prix, les taux d'intérêt, la quantité de monnaie et l'inflation dans une économie
- (iii) Définir les objectifs et les principaux instruments de la politique monétaire
- (iv) Identifier les liens entre la politique monétaire et la politique fiscale, en particulier à partir du concept de seigneurage
- (v) Comparer les différents modèles d'organisation de banque centrale. Comparer l'action des banques centrales à différents moments de l'histoire, y compris lors de la dernière crise financière. Évaluer la spécificité de l'organisation monétaire de la zone euro
- (vi) Mobiliser des outils basiques de modélisation de la monnaie et d'actifs alternatifs, à la fois en équilibre partiel et en équilibre général (modèle à générations imbriquées avec monnaie)
- (vii) Comparer le rôle de la monnaie, des intermédiaires financiers et des marchés financiers dans l'allocation des ressources de l'économie.

Ces différents acquis d'apprentissage sont le résultat d'un travail sur les aspects historiques et institutionnels de la monnaie et de la finance, ainsi que sur les débats théoriques sur la monnaie et le crédit. Maîtriser des outils simples de modélisation de la monnaie et de la finance permet de s'approprier des relations liant les différents concepts étudiés, comme la demande et l'offre de monnaie, les taux d'intérêt réel et nominal, le taux de rendement des actifs, l'inflation, la croissance monétaire, la création monétaire.

Macroéconomie monétaire				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
36	15	Fondamentale	4	CMI 2
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Sébastien LOTZ		Ecrit + CC	2	7

À la fin des 12 semaines de cours, les étudiants de 2<sup>e</sup> année du CMI-EFiQuaS seront en mesure de :

- (i) Maîtriser les concepts d'offre et de demande de biens et services et de monnaie
- (ii) Comprendre le fonctionnement et le rôle de ces marchés dans la détermination du produit, du taux d'intérêt, ou des prix d'équilibre
- (iii) Déterminer et quantifier les effets des politiques budgétaires, monétaires ou fiscales sur l'économie dans différentes configurations
- (iv) Distinguer les différents modèles théoriques étudiés en termes d'hypothèses et de conclusions
- (v) Faire le lien entre l'inflation et le chômage selon les modes d'anticipations des agents économiques.

L'objectif de ce cours fondamental est d'une part de comprendre les relations entre les différentes variables macroéconomiques étudiées et d'autre part, de modéliser le fonctionnement de l'économie selon différentes hypothèses (en termes de rigidité ou de flexibilité des variables). Les étudiants doivent pour cela maîtriser les concepts mathématiques (systèmes d'équations, matrices, dérivées) leur permettant de résoudre les modèles étudiés, et de quantifier les effets des politiques économiques menées.



Économie internationale				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
36	0	Complémentaire	4	CMI 2
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Marie OBIDZINSKI		Ecrit	1	3

À la fin des 10 semaines de cours, les étudiants de 2<sup>e</sup> année du Coursus Master en Ingénierie Économie, Finance Quantitative et Statistique (CMI-EFiQuaS) sont en mesure de :

- (i) Comprendre les déterminants de la spécialisation des pays dans les échanges commerciaux
- (ii) Comprendre les enjeux des politiques commerciales
- (iii) Comprendre l'influence du taux de change sur la balance commerciale

Comprendre les déterminants de la spécialisation des pays dans les échanges commerciaux nécessite de maîtriser les modèles traditionnels du commerce international ainsi que les modèles plus récents, en concurrence imparfaite, qui expliquent respectivement le commerce inter branche et le commerce intra branche. Cela suppose de bien connaître les hypothèses des différents modèles et d'être en mesure de retrouver les résultats.

Comprendre les enjeux des politiques commerciales suppose d'identifier les variations du surplus collectif suite à l'introduction d'un droit de douane, d'un quota ou d'une subvention, ainsi que de comprendre les interactions stratégiques entre des pays ou entre des firmes en matière de subvention ou de droits de douane.

Comprendre l'influence du taux de change sur la balance commerciale suppose de maîtriser les notions de taux de change (réel et nominal), de régime de change (fixe ou flexible), ainsi que le principe de construction de la balance des paiements.

Économie publique				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
36	0	Fondamentale	3	CMI 2
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Jean MERCIER-YTHIER		Ecrit	1	3

A la fin des 12 semaines de cours, les étudiants de 2<sup>e</sup> année du Coursus Master en Ingénierie Economie, Finance Quantitative et Statistique (CMI EFiQuaS) connaissent:

- (i) Les grandes données actuelles relatives aux finances publiques (dépenses, recettes, déficit et dette publics)
- (ii) Le concept d'efficacité parétienne et sa caractérisation par la fonction d'utilité sociale de Bergson-Samuelson avec ou sans bien public
- (iii) Les concepts d'équité distributive portés par les théories de la justice utilitariste, rawlsienne et libertarienne
- (iv) Les premier et second théorèmes fondamentaux de l'économie du bien-être
- (v) Le concept de surplus et son utilisation pour la mesure des pertes d'efficacité induites par les imperfections de concurrence et les distorsions fiscales
- (vi) Les notions statistiques de seuil de pauvreté et d'indice de Gini
- (vii) Les notions de bien public et d'externalité
- (viii) Le modèle de contribution volontaire à un bien public et ses propriétés d'efficacité et de neutralité
- (ix) L'équilibre de Lindahl et le problème de révélation des préférences individuelles relatives aux biens publics.

## Economie des finances publiques

Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
36	0	Complémentaire Optionnelle	4	CMI 2
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Etienne LEHMANN		Écrit	1	3

Au terme des 12 semaines de cours, les étudiants de 2<sup>e</sup> année du CMI-EFiQuaS seront en capacité de comprendre les principaux arguments économiques en matière de conduite de la politique fiscale, à savoir :

- (i) Comment la fiscalité modifie les décisions économiques
- (ii) Comment elle affecte les prix d'équilibre
- (iii) Comment évaluer ces effets à travers des méthodes empiriques reposant sur des différences de différences.

Les concepts et méthodes présentés permettront à l'étudiant d'appréhender les problématiques de :

- (i) La fiscalité des revenus d'activité
- (ii) La fiscalité sur la consommation
- (iii) La fiscalité sur le capital
- (iv) La soutenabilité macroéconomique des finances publiques.

Le cours repose sur les connaissances acquises au cours des trois premiers semestres en microéconomie, macroéconomie, statistique, mathématiques et économie publique.

Compléments de microéconomie				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
40	0	Fondamentale	4	CMI 2
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Chantal MARLATS		Ecrit + oral	1	2

À la fin des 10 semaines de cours, les étudiants de 2<sup>e</sup> année du Coursus Master en Ingénierie Economie, Finance Quantitative et Statistique (CMI-EFiQuaS) seront en mesure de :

- (i) Maîtriser la modélisation de problèmes d'allocations monétaires au sein d'un groupe (partage de coûts ou de revenus tels que le profit ; rémunération ; négociation) grâce aux techniques de la théorie des jeux coopératifs
- (ii) Mobiliser les concepts de solution de théorie des jeux coopératifs pour définir et identifier des allocations « raisonnables »
- (iii) Collaborer avec d'autres étudiants dans le but de rédiger un court article selon les standards en Economie (motivation, contribution, résultats et preuve, analyse critique) ayant pour objet une application de cette théorie à un problème concret
- (iv) Présenter cet article à l'oral.

## Compléments de macroéconomie

Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
20	0	Fondamentale	4	CMI 2
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Sébastien LOTZ		Contrôle continu	1	2

À la fin des 10 semaines de cours, les étudiants de 2<sup>ème</sup> année du Coursus Master en Ingénierie Economie, Finance Quantitative et Statistique (CMI-EFiQuaS) seront en mesure de :

- (i) Maîtriser les fondements microéconomiques de la demande de monnaie
- (ii) Comprendre le fonctionnement des modèles à générations imbriquées et de *search*
- (iii) Approfondir certains modèles macroéconomiques en y intégrant le système bancaire
- (iv) Tenir compte du rôle des anticipations des agents dans la modélisation macroéconomique.

**BLOC GÉNÉRALISTE**  
**(Ingénierie)**

Mathématiques 3 et 4				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestres	Niveau
Cours	TD			
36	18	Fondamentale	3 et 4	
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Naila HAYEK		Ecrit + CC	2	6

À la fin des 24 semaines de cours, les étudiants de 2<sup>e</sup> année du Coursus Master en Ingénierie Economie, Finance Quantitative et Statistique (CMI EFiQuaS) sont en mesure de :

- (i) Comprendre les notions d'espaces vectoriels, de sous-espaces vectoriels, de bases d'un espace vectoriel
- (ii) Comprendre la notion d'application linéaire
- (iii) Comprendre la notion de matrice
- (iv) Comprendre la notion de déterminant
- (v) Comprendre la notion de nombre complexe
- (vi) Diagonaliser une matrice diagonalisable
- (vii) Etudier la nature d'une forme quadratique
- (viii) Etudier la nature d'une série réelle
- (ix) Résoudre des équations de récurrence linéaires
- (x) Résoudre des équations différentielles linéaires.

Comprendre les notions d'espace vectoriels, de sous-espace vectoriel, de base d'un espace vectoriel suppose de savoir manier des notions abstraites et de déduire des résultats à partir de définitions et d'axiomes. Cela suppose aussi de savoir appliquer ces notions.

Comprendre la notion d'application linéaire suppose de connaître les propriétés de ces applications et les sous-espaces vectoriels qui leur sont liés, tels le Noyau et l'Image, ainsi que les théorèmes fondamentaux tels que le théorème des dimensions ou du rang.

Comprendre la notion de matrice suppose de savoir manipuler les opérations sur ces « tableaux », le calcul d'une matrice inversible par exemple, mais surtout de connaître le lien entre une matrice et une application linéaire. Cela suppose aussi de savoir étudier un système linéaire grâce à la matrice.

Comprendre la notion de déterminant suppose de savoir calculer le déterminant d'une matrice carrée.

Comprendre la notion de nombre complexe suppose simplement ici de savoir calculer les racines complexes d'une équation du second degré à coefficients constants.

Diagonaliser une matrice diagonalisable suppose de savoir calculer les valeurs propres et des vecteurs propres associés. Comprendre cette notion suppose de savoir qu'elle sera utile pour résoudre par exemple des systèmes de récurrence ou des systèmes différentiels.

Etudier une forme quadratique suppose de savoir déterminer sa matrice symétrique associée et d'en déduire la nature et de comprendre l'utilité de cette notion pour les problèmes d'optimisation par exemple.

Les séries et les équations de récurrence font suite à la notion de suite étudiée en première année.

Résoudre des équations de récurrence linéaires d'ordre 1 et 2 et des équations différentielles linéaires d'ordre 1 et 2 suppose de maîtriser les théorèmes d'existence d'une solution et de savoir appliquer les méthodes de résolution.

Statistique 3				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
18	9	Fondamentale	3	CMI 2
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Youcef ASKOURA		Ecrit + CC	2	3

Ce cours constitue un enseignement de base en probabilités. Il s'adresse aux étudiants de deuxième année de la licence de sciences économiques, formation d'appui du CMI-EFiQuaS. L'enseignement est organisé en 18 heures de cours magistral et 9 heures de travaux dirigés. Son objet est double :

- (i) Revisiter en les consolidant un certain nombre de notions déjà rencontrées en Statistique 2
- (ii) Introduire de nouveaux concepts fondamentaux en théorie des probabilités et en statistique.

Au terme de l'enseignement, il est attendu que les étudiants :

- (i) Maîtrisent les notions de tribu, de la loi de probabilité et ses propriétés, de loi conditionnelle, ainsi que théorème de Bayes
- (ii) Mener une étude générale de variables aléatoires discrètes ou continues à densité
- (iii) Comprendre le lien entre échantillonnage et les lois de probabilités utilisées dans ce domaine
- (iv) Etudier des couples de variables aléatoires discrets et continus et, notamment, déterminer l'espérance et la variance conditionnelles.

À l'issue de ce cours, les étudiants sont bien formés pour aborder sereinement la suite de leur programme en statistique, à savoir : l'estimation, les tests, les processus stochastiques, les sondages, etc.



## Statistique 4

Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
18	9	Fondamentale	4	CMI 2
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Céline CHEVALIER		Ecrit + CC	2	3

À l'issue des 12 semaines de cours magistral et des 6 semaines de travaux dirigés (en alternance avec Mathématiques 4), les étudiants de deuxième année du CMI-EfiQuaS seront capables de :

- (i) Déterminer la convergence en loi ou en probabilité d'une suite de variables aléatoires donnée ou encore d'approcher une loi usuelle par une autre
- (ii) Estimer les paramètres d'une loi de probabilité donnée.

Le premier objectif suppose que les étudiants sont en mesure de :

- (i) Comprendre la différence entre convergence en loi et en probabilité
- (ii) Savoir appliquer les conditions suffisantes vues en cours
- (iii) Connaître les approximations usuelles d'une loi par une autre.

Le deuxième objectif suppose que les étudiants sont en mesure de :

- (i) Comprendre et connaître la définition d'un estimateur
- (ii) Savoir appliquer les méthodes des moments et du maximum de vraisemblance
- (iii) Savoir effectuer des calculs avec des puissances, logarithmes et exponentielles ainsi que des calculs de dérivées
- (iv) Connaître les propriétés des estimateurs (biais, convergence et efficacité) et leur signification en pratique et comparer deux estimateurs
- (v) Construire un intervalle de confiance sur le modèle des exemples vus en cours
- (vi) Exploiter ces techniques pour interpréter les résultats obtenus sur des problèmes concrets.

À l'issue de ce cours, les étudiants auront alors acquis les bases leur permettant d'aborder sereinement la théorie des tests statistiques enseignée l'année suivante en Statistique 5.

Compléments de mathématiques				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
30	0	Fondamentale	3	CMI 2
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Youcef ASKOURA		CC	1	2

Ce cours porte principalement sur le calcul d'intégrales doubles et triples, ainsi que sur l'intégrale de Stieljes. Il s'adresse aux étudiants de deuxième année de la licence de sciences économiques, formation d'appui du CMI-EFiQuaS. L'enseignement est organisé en 30 heures de cours magistral. Son objet est de combler les carences des étudiants en intégration, le constat étant que, dans le meilleur des cas, ils disposent de connaissances très sommaires et insuffisantes en matière d'intégrales multiples.

Au terme de cet enseignement, il est attendu que les étudiants :

- (i) Aient une bonne maîtrise de la trigonométrie, des fonctions circulaires et de leurs réciproques, outils pour le moins nécessaires pour être en mesure d'effectuer dans de bonnes conditions les changements de variables classiques
- (ii) Sachent mobiliser le théorème de changement de variables et l'appliquer aux fins de mettre en œuvre les changements de variables classiques
- (iii) Construire, étudier et déterminer des intégrales doubles, triples puis, multiples.

À l'issue de ce cours, les étudiants maîtrisent l'intégration multiple. Ils peuvent l'utiliser en économie, en statistique et en toute circonstance. À titre d'exemple, ils seront bien armés pour aborder l'étude de couples et de vecteurs aléatoires. Grâce au premier paragraphe traitant de la trigonométrie, ils peuvent intégrer sur des domaines variés et non seulement sur des ensembles simples comme les pavés.

## Compléments de statistique

(cours dispensé en anglais)

Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours-TD	TD			
30	0	Fondamentale	3	CMI 2
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Christina PAWLOWITSCH		CC	1	2

Le but de ce cours est de réviser et approfondir les bases de la théorie des probabilités (ensemble fondamental, sigma-algèbre, concept d'« événement », de « probabilité », etc.) et de démontrer – à travers des exemples – leur pouvoir explicatif en économie théorique. Le cours combine cet objectif avec celui de renforcement des compétences en anglais ; à l'oral comme à l'écrit.

L'évaluation du cours est fondée à 50% sur la participation pendant le semestre (participation en cours, devoir maison, contrôle à l'écrit) et à 50% sur la rédaction d'un « mini mémoire » (papier de synthèse ou traitement commenté d'une suite d'exemples) en anglais.

Les deux dernières séances du cours sont consacrées à l'initiation à la composition d'un papier de recherche (bonnes pratiques scientifiques, règles de style – notamment règles de citations et composition d'un « abstract » –, méthode de travail).

Au terme des 10 semaines de cours, les étudiants de 2<sup>e</sup> année du Coursus Master en Ingénierie Économie, Finance Quantitative et Statistique (CMI EFiQuaS), auront par conséquent approfondi leur compréhension des bases de la théorie des probabilités et seront en mesure de :

- (i) Appliquer - pouvoir poser et identifier - un raisonnement bayésien correct dans le contexte d'un modèle d'interaction sociale
- (ii) Faire une recherche de littérature
- (iii) Ecrire un papier de synthèse en anglais.

**BLOC ANNEXE**  
**(Ouverture Socio-Economique et Culturelle)**

Anglais économique				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
0	36	Complémentaire	3 et 4	CMI 2
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Elizabeth DODARD		CC	1	4

À la fin de l'année universitaire, les étudiants de 2<sup>e</sup> année du Coursus Master en Ingénierie Economie, Finance Quantitative et Statistique (CMI-EFiQuaS) auront consolidé leurs acquis linguistiques généraux afin de devenir des locuteurs indépendants (voir niveau B2 du C.E.R.C.L) et maîtriseront les bases de l'anglais économique. Ils seront en mesure de :

- (i) Comprendre la presse et les médias économiques anglo-saxons
- (ii) Décrire et analyser toutes sortes de graphiques statistiques
- (iii) Synthétiser et reformuler des informations économiques provenant de sources diverses
- (iv) Construire une argumentation et développer une problématique en utilisant un lexique précis et spécifique à la thématique économique abordée (notions de base macroéconomiques et microéconomiques) à l'oral comme à l'écrit.

Pour cela, ils sont confrontés à la lecture et l'analyse hebdomadaire d'articles de presse ou universitaire sur des thématiques telles que les cycles économiques, les principaux indicateurs de mesure de l'activité économique, le commerce international, le développement durable ou encore l'entreprise, l'entrepreneuriat, l'emploi, la gestion des minorités au sein de l'entreprise, l'évolution du statut des actifs, les enjeux liés au développement de l'intelligence artificielle, etc., en privilégiant systématiquement une approche comparative des cultures.

Des exercices d'écoute de supports audio ou vidéo qui visent à améliorer leur compréhension orale sont également réalisés à chaque séance de travaux dirigés.

Les étudiants sont évalués à l'écrit (réalisation de synthèses et « *essays* »), comme à l'oral et entraînés à la pratique du débat en anglais sous forme de jeux de rôles et de débats formels.

La prise de parole à chaque séance est fortement encouragée et évaluée dans la note de contrôle continu.

Comptabilité analytique				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
36	15	Fondamentale	4	CMI 2
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Astrid MASSET		Ecrit + CC	2	2

Le cours de comptabilité analytique s'adresse aux étudiants de deuxième année de la licence d'économie-gestion, y compris ceux du CMI-EFiQuaS.

La durée de l'enseignement est de 36 heures, renforcée de 15 heures de travaux dirigés.

À l'issue de cet enseignement, les étudiants doivent maîtriser les notions de base de la comptabilité analytique, à savoir :

- (i) Les différents types de charges
- (ii) Les notions de marge et de coûts
- (iii) Répondre à la question « Comment se fixe un prix de vente ? »

Une partie du cours est également consacrée à la valorisation des stocks.

Le cours se déroule en trois temps :

- (i) Apprentissage des notions de base
- (ii) Exercices d'application avec fichiers Excel
- (iii) Mise en situation avec des cas réels d'entreprises.

Comptabilité nationale				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
24	0	UEC	3	CMI 2
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Nicolas FREMEAUX		Ecrit / Oral	1	7

A la fin des 12 semaines de cours, les étudiants de 2<sup>ème</sup> année du Cours de Master Ingénierie d'Economie, Finance Quantitative et Statistique (CMI-EFiQuaS) seront en mesure de :

- (i) Comprendre le fonctionnement de la comptabilité nationale
- (ii) Comprendre comment sont définis les grands agrégats (PIB, consommation, investissement...) et adopter un regard critique sur la mesure des faits en économie
- (iii) Mettre en pratique ces connaissances afin d'analyser des problèmes économiques contemporains.

Comprendre le fonctionnement de la comptabilité nationale suppose de savoir identifier les différents comptes et leur fonctionnement propre.

Comprendre comment sont définis les grands agrégats (PIB, consommation, investissement...) suppose de maîtriser les définitions de ces concepts ainsi que les enjeux de leur mesure. Ainsi, les sources de données utilisées tout comme les méthodes de valorisation sont en ce sens des éléments déterminants. La compréhension fine de ces concepts permettra aux étudiants d'adopter un regard critique sur la comptabilité nationale et plus généralement sur la mesure des faits en économie.

Mettre en pratique ces connaissances afin d'analyser des problèmes économiques contemporains suppose de sortir de l'approche comptable afin d'analyser certaines questions économiques à l'aune des concepts vus en comptabilité nationale. Les questions de la valeur ajoutée ou du patrimoine se prêtent particulièrement bien à cet exercice.

## Droit des affaires

Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
36	0	Complémentaire Optionnelle	4	CMI 2
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
			1	3

--



**BLOC CONNEXE**  
**(Ouverture Scientifique et Technologique)**

Fondements de la gestion				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
36	0	Complémentaire	3	CMI 2
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Jean-Baptiste WELTE		Ecrit	1	2

Cet enseignement s'adresse aux étudiants de deuxième année de la licence d'économie-gestion et accueille donc ceux du CMI-EFiQuaS également. Il est d'une durée de 36 heures à raison de 3 heures de cours magistral par semaine.

Au terme de cet enseignement, les étudiants devront avoir appris les connaissances fondamentales quant à la gestion d'une entreprise. Plus particulièrement, ils devront maîtriser :

- (i) Les outils d'analyse financière permettant d'émettre un diagnostic sur la santé financière d'une entreprise et de ses capacités de financement
- (ii) Les outils d'analyse stratégique et de *marketing*, utiles pour affecter les ressources d'une organisation de manière optimale dans un environnement concurrentiel
- (iii) La dynamique interne d'une entreprise, avec ses différents services, ses problématiques organisationnelles et humaines.

À l'issue de ce cours, les étudiants auront ainsi acquis les savoirs fondamentaux pour s'orienter vers une expérience entrepreneuriale, se spécialiser dans un des domaines de la gestion, ou posséder une culture générale de gestionnaire, utile pour la poursuite de leurs études et leur insertion professionnelle.

Informatique : Outils avancés et bases de données				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
18	18	Complémentaire	4	CMI 2
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Dominique TACHAT		CC	1	3

D'un volume horaire de 36 heures alternant cours magistral et travaux dirigés (18 heures), ce cours s'adresse entre autres aux étudiants de seconde année du CMI-EFiQuaS.

Le module présente les concepts fondamentaux des bases de données relationnelles. Il comprend deux parties consacrées, pour la première, à la conception d'une base de données ; pour la seconde, au modèle relationnel et à l'interrogation de bases de données relationnelles.

A l'issue de la formation, l'étudiant sera en mesure de :

- (i) Extraire des informations d'une table de données par l'outil de gestion de listes Excel (filtre, filtre avancé, fonctions de base de données)
- (ii) Créer un modèle Entités-Associations, schéma indispensable pour élaborer une base de données relationnelle
- (iii) Créer une base de données relationnelle à partir d'un modèle Entités-Associations
- (iv) Interroger une base de données en utilisant les opérateurs de l'algèbre relationnelle, théorie sous-jacente aux langages de requête des Systèmes de Gestion de Bases de données tel que le langage SQL
- (v) Implémenter en langage SQL une base de données relationnelle (tables et contraintes d'intégrité) dans un Système de Gestion de Bases de données (utilisation de la plate-forme de développement Web EasyPHP)
- (vi) Interroger une base de données en langage SQL (utilisation de la plate-forme de développement Web EasyPHP)
- (vii) Implémenter dans Access une base de données relationnelle tout en appliquant le concept de la clé primaire, de la clé étrangère et celui de l'intégrité référentielle
- (viii) Interroger une base de données sous Access en mode « création ».

CMI 3

**BLOC DISCIPLINAIRE**  
**(Économie)**

## Economie de l'incertain et de l'information

Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
36	15	Fondamentale	5	CMI 3
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Victor HILLER		Ecrit	2	7

Cet enseignement d'« Economie de l'incertain et de l'information » s'adresse aux étudiants de troisième année de la licence de sciences économiques et est organisé en 36 heures de cours magistral, assorties de 15 heures de travaux dirigés. Au terme du semestre, les étudiants devront être en mesure de :

- (i) Formuler un problème de décision en univers incertain
- (ii) Expliquer la notion d'aversion au risque
- (iii) Expliquer la théorie de l'espérance d'utilité et l'appliquer à la résolution de problèmes concrets de décision individuelle en univers incertain
- (iv) Expliquer la notion d'asymétrie de l'information et d'aléa moral
- (v) Appliquer la théorie de l'espérance d'utilité à la résolution de problèmes concrets de décision caractérisés par la présence d'aléa moral.

Ces acquis d'apprentissage supposent que l'étudiant sache mobiliser et articuler ses connaissances en microéconomie et en théorie des probabilités. A la fin du cours, l'étudiant devra pouvoir poser et résoudre – en mobilisant la théorie de l'espérance d'utilité – des problèmes de choix d'investissement, de choix de portefeuille ou de choix de couverture. Il devra également savoir modéliser les situations d'aléa moral et savoir déterminer et analyser la forme du contrat optimal (contrat de travail ou contrat d'assurance) en présence d'aléa moral.

## Microéconomie approfondie (1<sup>ère</sup> partie)

Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
15	0	Complémentaire	5	CMI 3
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Lucie MENAGER		Ecrit + CC	1	2

À la fin des 5 semaines de cours, les étudiants de 3<sup>è</sup> année du Coursus Master en Ingénierie Economie, Finance Quantitative et Statistique (CMI EFiQuaS) seront en mesure de :

- (i) Comprendre le rôle de la théorie de la décision comme base de la microéconomie
- (ii) Modéliser les processus décisionnels à l'aide d'une relation de préférence ou d'une règle de choix
- (iii) Distinguer entre choix en certain et en incertain probabilisé
- (iv) Calculer l'espérance d'utilité d'une loterie
- (v) Mesurer l'aversion pour le risque.

Comprendre les concepts et les résultats de la théorie de la décision suppose une bonne connaissance des outils utilisés par les économistes (relation de préférence ou règle de choix). Ces outils serviront pour construire un modèle qui amène à la maximisation d'une fonction d'utilité et ensuite à l'analyse des comportements des agents.

Microéconomie approfondie				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
30	0	Complémentaire	5	CMI 3
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Lucie MENAGER		Ecrit + CC	1	2

À la fin des 10 semaines du cours de Microéconomie approfondie, les étudiants de 3<sup>e</sup> année du Coursus Master Ingénierie Economie, Finance Quantitative et Statistique (CMI-EFiQuaS) sont capables de :

- (i) Donner et analyser différents modèles de décision individuelle
- (ii) Représenter et modéliser une situation d'interaction stratégique
- (iii) Trouver les équilibres de Nash en stratégies mixtes de jeux simples
- (iv) Représenter des jeux sous forme extensive et déterminer les équilibres parfaits-en-sous-jeux en utilisant le raisonnement d'induction à rebours.

Ces acquis d'apprentissage supposent de maîtriser les cours de microéconomie enseignés en L1 et L2, en particulier les modèles de concurrence imparfaite. Le cours reviendra sur les notions déjà vues en les approfondissant et en généralisant leur portée. De plus, le cours suppose de maîtriser les techniques d'optimisation vues pendant les deux premières années de licence.



## Théorie des Jeux non-coopératifs

Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
36	15	Complémentaire	5	CMI 3
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Damien GAUMONT		Ecrit + CC	1	4

Ce cours de théorie des jeux non coopératifs de la troisième année de la licence de sciences économiques, formation d'appui du CMI-EFiQuaS, repose sur l'ouvrage de Martin Osborne et Ariel Rubinstein intitulé « A Course in Game Theory ». Son objectif est de former les étudiants aux raisonnements stratégiques. L'enseignement est organisé en 36 heures de cours magistral, assorties de 15 heures de travaux dirigés.

A l'issue du cours, un étudiant doit être capable de classer des situations du monde réel que ce soit dans l'entreprise, dans la famille, dans un sport, dans une activité récréative, dans une association ou un parti politique, selon qu'il s'agit d'un jeu stratégique, d'un jeu séquentiel, d'un jeu corrélé, d'un jeu de marchandage ou d'un jeu répété.

Dans l'entreprise, il saura reconnaître les situations de conflit entre individus du type « dilemme du prisonnier », « faucon-colombe », « pile ou face », « bataille des sexes », « jeu concurrentiel » « jeu à somme nulle » ou de type « jeu de marchandage ». Il est capable de formuler des recommandations conformes aux solutions du jeu en question. Il sait qu'un équilibre de Nash est une situation où aucune des parties en présence n'a intérêt à dévier et il sait justifier devant un public comment calculer la solution d'un jeu. Il peut expliquer pourquoi il en est ainsi.

Ses connaissances théoriques lui permettent de les appliquer directement. Il analyse et interprète correctement son comportement et celui des autres. Il sait reconnaître les situations qui sont un équilibre (que ce soit en stratégies pures, en stratégies mixtes ou en stratégies prudentes) de celles qui ne le sont pas. Ces compétences acquises, il pourra suivre un cours plus approfondi en théorie des jeux coopératifs.

Econométrie				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
36	15	Fondamentale	5	CMI 3
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Georges BRESSON		Ecrit + CC	2	7

À la fin des 12 semaines de cours, les étudiants de 3<sup>e</sup> année du Coursus Master en Ingénierie Economie, Finance Quantitative et Statistique (CMI EFiQuaS) seront en mesure de :

- (i) Comprendre et utiliser les principales méthodes économétriques et statistiques de base pour les études économiques
- (ii) Construire et évaluer des modélisations simples de problèmes économiques plus ou moins complexes
- (iii) Manipuler les outils informatiques associés aux techniques économétriques
- (iv) Savoir interpréter d'un point de vue statistique mais aussi économique les principaux résultats économétriques.

Ces acquis d'apprentissage supposent de maîtriser les méthodes théoriques de l'économétrie (moindres carrés, maximum de vraisemblance, variables instrumentales, GMM, équations simultanées, ...), l'inférence statistique (théorie des tests), l'algèbre matricielle ainsi que différents outils informatiques (logiciels économétriques, gestion de base de données, ...). Ce corpus théorique permet aux étudiants d'envisager les premières applications sur données micro et macroéconomiques et de se familiariser avec les méthodes de construction de modèles et d'interprétation des résultats économétriques.

Econométrie appliquée				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
36	15	Fondamentale	6	CMI 3
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Georges BRESSON		Ecrit + CC	2	7

Ce cours s'inscrit dans la continuation de celui d'économétrie dispensé au semestre 5. Il aborde des extensions aux fondements théoriques étudiés en économétrie afin d'envisager de nombreuses applications économiques. À la fin des 12 semaines de cours, les étudiants de 3<sup>e</sup> année du Cursus Master Ingénierie Economie, Finance Quantitative et Statistique (CMI EFiQuaS) seront en mesure de :

- (i) Comprendre et utiliser un vaste panorama de méthodes économétriques et statistiques appliquées dans les études économiques
- (ii) Construire et évaluer des modélisations de plus en plus sophistiquées de problèmes économiques
- (iii) Parfaire leur compétence dans la manipulation des outils informatiques associés aux techniques économétriques
- (iv) Savoir interpréter d'un point de vue statistique mais aussi économique les principaux résultats économétriques de différentes sortes d'études économiques.

Ces acquis d'apprentissage supposent de maîtriser les méthodes théoriques et appliquées de l'économétrie associées à des problématiques spécifiques rencontrées dans la pratique (variables qualitatives, variables censurées ou tronquées, modèles dynamiques, modèles non linéaires, données de comptage, données de panel, ...). Cette maîtrise est accompagnée d'un approfondissement de l'inférence statistique ainsi que des différents outils informatiques (logiciels économétriques, gestion de base de données, ...). Cet ensemble permet aux étudiants de réaliser de nombreuses études empiriques et de parfaire leur maîtrise de construction de modèles et d'interprétation des résultats économétriques et économiques.

Marchés financiers				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
36	0	Complémentaire	5	CMI 3
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Sébastien LOTZ		Ecrit + CC	1	4

À la fin des 12 semaines de cours, les étudiants de 3<sup>e</sup> année du Coursus Master en Ingénierie Economie, Finance Quantitative et Statistique (CMI-EFiQuaS) seront en mesure de :

- (i) Comprendre la structure et le rôle des marchés financiers
- (ii) Déterminer le prix des actifs (obligations, actions) et leur cotation
- (iii) Etudier la structure par risque et par terme des taux d'intérêt
- (iv) Comprendre les principaux concepts en finance (actualisation, rendement, risque, efficience...).

Finance de marché				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
30	0	Complémentaire	6	CMI 3
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Marianne GUILLE		CC	1	2

A la fin des 10 semaines de cours, les étudiants de 3<sup>ème</sup> année du Cours de Master Ingénierie d'Economie, Finance Quantitative et Statistique (CMI-EFiQuaS) seront en mesure de :

- (i) Comprendre le fonctionnement et le rôle du marché financier
- (ii) Construire et évaluer des portefeuilles de titres
- (iii) Comprendre les concepts et les principaux résultats de la théorie du portefeuille
- (iv) Comprendre la notion d'équilibre du marché et savoir repérer les anomalies du marché

Comprendre le fonctionnement et le rôle du marché financier suppose de savoir identifier ses différents compartiments, leurs particularités en termes d'organisation, cotation et intervenants, distinguer le rôle du marché primaire de celui du marché secondaire, caractériser les différents actifs qui y sont négociés.

La construction et l'évaluation des portefeuilles suppose de savoir mesurer le rendement espéré et le risque des portefeuilles à partir des cours des titres qui les composent, interpréter ces caractéristiques en les comparant à celles d'autres portefeuilles ou d'indices boursiers.

Comprendre les concepts et les résultats de la théorie du portefeuille suppose une bonne connaissance des hypothèses du modèle et savoir en dériver les principaux résultats qui permettent à un investisseur rationnel et opposé au risque de choisir une combinaison optimale de titres dans ce cadre d'analyse.

Comprendre la notion d'équilibre du marché financier suppose de connaître les hypothèses nécessaires et de savoir déterminer la relation qui prévaut entre le rendement exigé de tout actif à l'équilibre et son risque de marché, savoir utiliser ces connaissances pour évaluer le degré d'efficience du marché, interpréter ses évolutions et repérer l'existence d'anomalies éventuelles.

Croissance et cycles				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
36	0	Complémentaire	6	CMI 3
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Bertrand CRETTEZ		Ecrit	1	2

Le cours de croissance et cycle s'adresse à des étudiants en troisième année de licence, formation d'appui du CMI-EFiQuaS.

Il s'étale sur 12 semaines.

Chaque séance comprend 2 heures de cours et une heure consacrée aux exercices.

A la fin du semestre, les étudiants auront compris :

- (i) Les principales explications de la croissance du revenu par tête depuis trois siècles au moins et tout particulièrement, le décollage que connaissent de nombreux pays après 30 années de mondialisation
- (ii) Les limites possibles de cette croissance, notamment sur le plan environnemental.

Les étudiants auront également acquis des connaissances portant sur les mécanismes des fluctuations conjoncturelles.

Economie industrielle				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
36	15	Fondamentale	6	CMI 3
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Kim HUYNH-BESANCENOT		Ecrit + CC	2	3

À la fin des 10 semaines de cours, les étudiants de 3<sup>e</sup> année du Coursus Master en Ingénierie Economie, Finance Quantitative & Statistique (CMI EFiQuaS) peuvent :

- (i) Se saisir de la méthode de formalisation en identifiant le rôle et les enjeux des hypothèses qui sous-tendent les modèles de comportement des entreprises
- (ii) Avoir une compréhension approfondie des décisions stratégiques des entreprises et des contraintes qui pèsent sur elles
- (iii) Intégrer des éléments de la réalité industrielle des entreprises dans une formalisation théorique pour en analyser les conséquences.

Ces acquis d'apprentissage supposent d'avoir des notions élémentaires de théorie des jeux et de maîtriser l'outil mathématique afin de pouvoir les appliquer à la formalisation du comportement de l'entreprise.

Il faut également pouvoir identifier les variables - nombre d'intervenants par exemple - et les contraintes -accord inter-entreprises ou législation par exemple - qui influencent la décision de l'entreprise. Il sera alors possible d'associer le comportement de l'entreprise aux différentes caractéristiques des marchés sur lesquels elle est susceptible d'évoluer.

**BLOC GÉNÉRALISTE**  
**(Ingénierie)**



Mathématiques 5				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
24	18	Fondamentale	5	CMI 3
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Naila HAYEK		Ecrit + CC	2	3

À la fin des 12 semaines de cours, les étudiants de 3<sup>e</sup> année du Coursus Master en Ingénierie Economie, Finance Quantitative et Statistique (CMI-EFiQuaS) seront en mesure de :

- (i) Comprendre les notions relatives aux fonctions de plusieurs variables
- (ii) Résoudre des problèmes d'optimisation sans contraintes
- (iii) Résoudre des problèmes d'optimisation sous contraintes d'égalité et d'inégalité
- (iv) Résoudre des systèmes différentiels linéaires
- (v) Comprendre la notion d'équilibre d'un système différentiel et étudier la stabilité d'un équilibre.

Comprendre les notions relatives aux fonctions de plusieurs variables suppose de savoir déterminer l'ensemble de définition d'une fonction, d'étudier ses propriétés de continuité, de dérivabilité, de différentiabilité et de connaître les liens entre toutes ces propriétés. Cela suppose aussi de savoir démontrer et appliquer des théorèmes fondamentaux tels que le théorème des accroissements finis, les formules de Taylor etc.

Résoudre des problèmes d'optimisation sans contraintes suppose de savoir manier les conditions nécessaires et les conditions suffisantes d'optimalité. Cela suppose entre autres de savoir étudier la nature de la matrice hessienne de la fonction à optimiser. Cela suppose aussi de savoir manier ces conditions dans le cas particulier des problèmes convexes.

Résoudre des problèmes d'optimisation sous contraintes suppose de maîtriser un théorème d'existence, le théorème d'optimisation de Weierstrass. Cela suppose aussi de savoir appliquer les règles des multiplicateurs (multiplicateurs de Lagrange, multiplicateurs de Kuhn et Tucker).

Résoudre des systèmes différentiels linéaires suppose d'abord de bien maîtriser les équations différentielles linéaires. Cela suppose lorsque la matrice est diagonalisable de savoir la diagonaliser ce qui permettra de trouver la solution du système...

Comprendre la notion d'équilibre et de stabilité d'un équilibre d'un système différentiel suppose de savoir trouver la matrice jacobienne dans le cas des systèmes différentiels non linéaires et d'étudier un diagramme de phase dans le cas des systèmes (2,2).

Statistique 5				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
24	18	Fondamentale	5	CMI 3
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Lisa MORHAIM		Ecrit + CC	2	3

À l'issue du cours de Statistiques 5, l'étudiant de troisième année du CMI-EFiQuaS doit avoir acquis les éléments de base de statistique inférentielle pour :

- (i) Modéliser un problème d'économie et/ou de gestion
- (ii) Déterminer quel(s) type(s) d'outils statistiques peuvent être envisagés et mis en œuvre pour sa résolution et savoir interpréter les résultats obtenus.

Les outils qui sont revus ou introduits au cours du semestre sont :

- (i) Théorie de l'échantillonnage et estimation : lois empiriques, estimateur, propriétés d'une statistique (biais, optimalité, efficacité, exhaustivité, etc.).
- (ii) Tests d'hypothèses simples et multiples: optique de Neyman-Pearson, méthode de Bayes, théorème de Lehmann.
- (iii) Introduction aux processus stochastiques.

Optimisation et Programmation linéaire				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
30		Complémentaire	5	CMI 3
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Naila HAYEK		Ecrit + CC	1	2

A la fin des 10 semaines de cours, les étudiants de 3<sup>ème</sup> année du Cours de Master Ingénierie d'Economie, Finance Quantitative et Statistique (CMI-EFiQuaS) seront en mesure de :

- (i) En général, maîtriser les principaux aspects de l'analyse en dimension finie
- (ii) En particulier, décrire les concepts de norme, produit scalaire, ouvert, continuité, différentiabilité, etc.
- (iii) Démontrer les théorèmes de l'hyperplan séparateur et de Khun-Tucker
- (iv) Résoudre des problèmes d'optimisation de fonctions de plusieurs variables avec contrainte.

Le but du cours est que les étudiants puissent maîtriser les techniques d'optimisation non seulement d'un point de vue pratique, i.e. comme de simples outils, mais aussi d'un point de vue théorique. L'idée est donc que les étudiants puissent répondre aux questions suivantes. Pourquoi utilisons-nous ces outils (par exemple le Lagrangien) ? Pourquoi ces outils « marchent » ?

Analyse des données				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
24	15	Fondamentale	6	CMI 3
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Xiangyu QU		Ecrit + CC	2	3

À l'issue du cours d'Analyse de données, l'étudiant de troisième année du CMI-EFiQuaS doit avoir acquis les éléments de base de l'Analyse des données :

- (i) Notions de métrique, similarités et dissimilarités, inertie, etc.
- (ii) Méthodes factorielles : analyses en composantes principales, analyse factorielle des correspondances
- (iii) Méthodes de classification : méthodes de partitionnement (k-means), classification hiérarchique (saut minimum, diamètre, moyenne, méthode de Ward).

**BLOC ANNEXE**  
**(Ouverture Socio-Economique et Culturelle)**

Anglais économique				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
0	36	Complémentaire	5	CMI 3
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Claire HEUILLARD Virginie BUHL		Oral + CC	1	2

Ce cours-TD renforce et approfondit les connaissances acquises en anglais économique en première et deuxième année de licence de sciences économiques. A travers la lecture suivie et l'étude d'un roman américain à caractère économique, les étudiants complètent leur bagage de connaissances spécialisées. L'objectif est d'enrichir le lexique économique en lien avec les théories présentées dans l'œuvre tout en se familiarisant avec le milieu universitaire anglo-saxon.

A la fin des 12 semaines de travaux dirigés d'anglais économique, les étudiants de 3<sup>ème</sup> année du Coursus de Master Ingénierie d'Economie, Finance Quantitative et Statistique (CMI-EFiQuaS) seront en capacité (i) de présenter en anglais l'analyse de ces théories économiques et certaines de leurs applications à l'économie de l'art, (ii) d'utiliser un registre de langue en adéquation avec le milieu académique, à l'écrit comme à l'oral.

Le cours-TD d'anglais économique axé sur l'économie de l'art permettra aux étudiants d'acquérir ou de développer les compétences suivantes :

- (i) Distinguer et appliquer des connaissances théoriques à des situations concrètes
- (ii) Utiliser un lexique anglais précis et approprié
- (iii) Reformuler les idées présentées dans un ouvrage américain
- (iv) Comprendre les enjeux propres à l'économie de l'art à l'ère du numérique.

Anglais économique				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
0	36	Complémentaire	6	CMI 3
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Claire HEUILLARD Virginie BUHL		Oral + CC	1	2

Ce cours-TD s'inscrit dans la continuation de celui du semestre 5. Il porte sur la crise de 2008 dont les mécanismes sont étudiés à partir d'un corpus de textes théoriques, d'ouvrages grand public rédigés par des économistes et d'extraits de presse. Ce travail est complété par l'analyse d'extraits d'un film américain qui traite également de la crise des *subprimes*, de ses enjeux économiques, éthiques et de ses mécanismes financiers.

A la fin des 12 semaines de travaux dirigés, les étudiants de 3<sup>ème</sup> année du Coursus de Master Ingénierie d'Economie, Finance Quantitative et Statistique (CMI-EFiQuaS) auront eu la possibilité d'acquérir ou de développer les compétences suivantes :

- (i) Comprendre des documents vidéo et en restituer le message avec précision
- (ii) Comprendre et analyser des documents écrits provenant de sources spécialisées
- (iii) Saisir les enjeux éthiques, économiques et sociaux d'une crise financière complexe
- (iv) Renforcer leurs acquis lexicaux de façon autonome
- (v) Restituer et reformuler leurs connaissances dans un anglais précis à l'aide d'un lexique spécialisé
- (vi) Etre capable de distinguer les différents registres de langues (académique, professionnel, familial).

Théorie des contrats				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
24	15	Fondamentale	6	CMI 3
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Chantal MARLATS		Ecrit + CC	2	7

À la fin des 12 semaines de cours, les étudiants de 3<sup>e</sup> année du Coursus Master en Ingénierie Economie, Finance Quantitative et Statistique (CMI-EFiQuaS) seront en mesure de :

- (i) Maîtriser la modélisation économique appliquée à des situations contractuelles :

Dans ce cours, les étudiants sont initiés à l'utilisation des outils de la théorie des jeux pour modéliser des situations contractuelles. Ils seront en mesure de modéliser des situations telles que la régulation d'un monopole, les contrats d'endettement d'une firme auprès d'une banque d'investissement, les contrats d'assurance.

- (ii) Comprendre les problèmes d'incitation :

Savoir mobiliser les concepts de solution de théorie des jeux pour décrire les choix des agents (accepter ou non le contrat, niveau d'endettement, niveau d'assurance, ...) face à un contrat donné.

- (iii) Etre capables de définir un contrat optimal dans une situation simple :

Savoir mobiliser les concepts de solution de *mechanism design* pour caractériser le contrat qui permet d'atteindre aux mieux les objectifs de celui qui est en charge de le rédiger.

- (iv) Relier cette théorie à des applications pratiques :

Identifier des exemples où les idées de conception de contrats sont pertinentes et utiles.



Séminaire de méthodologie				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
30	0	Complémentaire	6	CMI 3
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Antoine BILLOT		CC	1	2

Le Séminaire de Méthodologie s'emploie à initier les étudiants de troisième année de licence de sciences économiques à la lecture d'articles de recherche dans des revues académiques.

Chaque étudiant est invité à proposer six articles qu'il a préalablement sélectionnés dans une banque de revues ou un site professionnel (Jstor, Repec, ResearchGate, Google Scholar...) et, ensuite, l'un des six est sélectionné pour donner lieu à une présentation sous forme d'exposé.

À la fin des 10 semaines de cours, les étudiants de 3<sup>e</sup> année du Coursus Master en Ingénierie Economie, Finance Quantitative et Statistique (CMI-EFiQuaS) seront ainsi en mesure de :

- (i) Choisir un sujet de recherche qui relève de leurs propres centres d'intérêt et qui, en même temps, est pertinent eu égard à l'état de l'art en la matière
- (ii) Utiliser les banques de données numériques et les moteurs de recherche spécialisés afin d'en extraire une information et des ressources pertinentes
- (iii) Construire et développer une problématique de recherche
- (iv) Présenter oralement sa propre recherche et interagir avec un auditoire.

**BLOC CONNEXE**  
**(Ouverture Scientifique et Technologique)**

Informatique : algorithmes et initiation à la programmation				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
18	18	Complémentaire	6	CMI 3
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Nicolas THIBAULT		CC	1	3

À la fin des 12 semaines de cours et travaux dirigés, les étudiants de troisième année du Coursus Master en Ingénierie Economie, Finance Quantitative et Statistique (CMI-EFiQuaS) seront en mesure de :

- (i) Comprendre les principes de base d'un langage de programmation impératif
- (ii) Programmer des algorithmes en langage Python
- (iii) Simuler un modèle économique simple en langage Python
- (iv) Exporter, importer et visualiser des données au format Excel dans Python.

L'objectif du cours est donc double : d'une part, les étudiants seront capables de maîtriser les bases du langage Python ; d'autre part, ils pourront utiliser cette nouvelle compétence pour simuler des modèles économiques.

Informatique : Programmation VBA				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
18	18	Complémentaire	6	CMI 3
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Michel DE ROUGEMONT		Projet	1	3

Ce cours présente les bases de la programmation VBA (Visual Basic), langage de programmation associé à l'environnement Office de Microsoft. À la fin des 12 semaines de cours et travaux dirigés, les étudiants de troisième année du Cours Master en Ingénierie Economie, Finance Quantitative et Statistique (CMI-EFiQuaS) maîtriseront :

- (i) Les instructions de base
- (ii) Les formulaires
- (iii) Les structures objets
- (iv) Les interfaces graphiques
- (v) L'environnement Office.

Excel reste le principal outil d'Office, à partir duquel les étudiants doivent concevoir des programmes VBA. Ces programmes pourront ensuite utiliser Word, Outlook et Powerpoint et permettre à ces outils de communiquer entre eux.

Les étudiants présentent un projet VBA qui est le support de l'évaluation du cours. Ils maîtrisent ainsi l'environnement Office de Microsoft qui, bien qu'assez ancien, reste très utile dans les applications industrielles.

CMI 4

**BLOC DISCIPLINAIRE**  
**(Économie)**

## Théorie de la décision : risque et incertitude

Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
18	7,5	Fondamentale	7	CMI 4
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Vassili VERGOPOULOS		Ecrit + CC	2	FC : 3

FC = Formation Classique. FA = Formation en Alternance.

Le cours de « Théorie de la décision : risque et incertitude » de quatrième année du Cursus de Master Ingénierie d'Economie, Finance Quantitative et Statistique (CMI-EFiQuaS) est une introduction à la théorie axiomatique de la décision en univers incertain. Il commence par la présentation du critère d'espérance d'utilité et ses applications en économie et en finance. Cette première partie sert de motivation à la seconde qui explore les aspects fondationnels et axiomatiques du critère d'espérance d'utilité. A l'issue des six semaines de cours, assorties de cinq semaines de travaux dirigés, les étudiants sont en mesure de :

- (i) Distinguer les types classiques d'incertitude (risque, incertitude probabilisable, ambiguïté, *unawareness*, etc.) en économie
- (ii) Maitriser les hypothèses classiques caractérisant la psychologie des décideurs (aversion au risque, aversion comparative au risque, prudence, aversion à un risque coulissant, etc.) ainsi que les outils de base (primes de risque, dominance stochastique, etc.)
- (iii) Comprendre les fondements axiomatiques du critère d'espérance d'utilité dans le risque et l'incertitude ainsi que quelques méthodes classiques de mesure des goûts (utilités) et croyances (probabilités subjectives) d'un décideur
- (iv) Connaître quelques applications économiques et financières (choix de portefeuille, demande d'assurance, épargne en avenir incertain, etc.).

Lorsque le temps le permet, sont également abordées à titre introductif les questions de mise à jour des croyances et préférences en fonction de l'information disponible, ainsi que les problématiques de décision collective et d'agrégation de préférences.

Le cours est accompagné de travaux dirigés qui proposent des exercices d'application directe, des problèmes plus ouverts pour faire interagir les étudiants, ainsi que des compléments d'approfondissement du cours. Les étudiants sont évalués par un examen écrit de contrôle de connaissances acquises.

## Applied Game Theory

(cours dispensé en anglais)

Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
18	7,5	Fondamentale	8	CMI 4
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Christina PAWLOWITSCH		CC (mémoire)	2	FC : 4

FC = Formation Classique. FA = Formation en Alternance.

Le but de ce cours est de consolider et approfondir les connaissances des étudiants en théorie des jeux et mettre en évidence – à travers des exemples – son pouvoir explicatif en économie théorique.

L'accent est mis sur des jeux à information incomplète qui sont abordés sous forme de jeux de signaux. Le cours combine cet objectif avec un renforcement des compétences en anglais ; non seulement à l'oral mais aussi à l'écrit. L'évaluation du cours est basée sur la rédaction d'un « mini mémoire » (papier de synthèse ou traitement d'un mini modèle) en anglais. La dernière séance du cours est consacrée à l'initiation à la composition d'un papier de recherche (bonnes pratiques scientifiques ; règles de style, notamment règles de citations et composition d'un « abstract » ; méthode de travail).

À la fin des 6 semaines de cours, les étudiants de 4<sup>ème</sup> année du Coursus de Master en Ingénierie d'Économie, Finance Quantitative et Statistique (CMI-EFiQuaS) auront approfondi leur compréhension des méthodes de la théorie des jeux. Ils seront notamment en mesure de :

- (i) Modéliser une interaction impliquant des signaux coûteux sous forme d'un jeu à information incomplète
- (ii) Résoudre un jeu de signaux simple par le concept de l'équilibre de Nash
- (iii) Ecrire un mémoire en anglais.



## Économie expérimentale

Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
18	0	Complémentaire Optionnelle	8	CMI 4
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Sacha BOURGEOIS- GIRONDE		Ecrit	1	FC : 1

FC = Formation Classique. FA = Formation en Alternance.

D'un volume horaire de 18 heures, ce cours qui accueille les étudiants de 4<sup>ème</sup> année du Coursus de Master en Ingénierie d'Économie, Finance Quantitative et Statistique (CMI-EFiQuaS) les introduit à la théorie des jeux expérimentale en partant de structures de jeux suffisamment variées pour rendre compte de phénomènes plus généraux touchant à différents problèmes micro- et macro-économiques : entrée sur le marché, coordination, enchères, dépenses publiques, etc.

Au terme du semestre, les étudiants seront en mesure de manier conceptuellement et d'appliquer statistiquement les principaux modèles de la théorie des jeux comportementale : à savoir le modèle « *Cognitive Hierarchy Theory* » et le modèle « *Quantal Response Equilibrium* ».

Théorie du portefeuille				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
18	7,5	Fondamentale	7	CMI 4
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Ali SKALLI		Ecrit + CC	2	FC : 3 – FA : 4,5

FC = Formation Classique. FA = Formation en Alternance.

À la fin des six semaines de cours, les étudiants de 4<sup>ème</sup> année du Coursus de Master Ingénierie d'Economie, Finance Quantitative et Statistique (CMI-EFiQuaS) seront en capacité (i) de décrire et d'évaluer précisément les propriétés d'un portefeuille de titres quand ils ne disposent d'informations que sur les composants dudit portefeuille et (ii) d'identifier avec rigueur les écarts par rapport à un fonctionnement normal du marché financier et ce, à partir de la données d'indices caractéristiques de tels écarts.

Pour être précises, la description et l'évaluation des propriétés d'un portefeuille doivent remplir les conditions suivantes :

- (i) La description doit faire appel aux concepts et au langage appropriés
- (ii) L'évaluation doit reposer sur les méthodes appropriées et discutées dans le cours
- (iii) La mise en relation des propriétés du portefeuille avec celles des actifs qui le composent et la manière dont ils ont été financés.

Pour être considérée comme rigoureuse, l'identification d'anomalies sur le marché financier doit reposer sur la connaissance des modèles de la théorie financière et, en particulier :

- (i) La connaissance du concept d'efficience et des conditions de cette efficience
- (ii) La connaissance des conditions de l'équilibre du marché financier
- (iii) La connaissance des conditions d'absence d'opportunités d'arbitrage.

## Choix de portefeuille

Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
18	0	FC : Complémentaire FA : Optionnelle	8	CMI 4
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Philippe ORIEZ		Ecrit	1	FC : 1 – FA : 2,5

FC = Formation Classique. FA = Formation en Alternance.

Ce cours de 18 heures traite d'une approche très diversifiée des vecteurs de gestion susceptibles de composer un portefeuille. Dans un premier temps, les fondamentaux de la théorie sont rappelés. Suit alors un bref descriptif des valeurs mobilières de placement ou titres de créances négociables émis par l'entreprise, bancaire ou non et donc, utilisés par les trésoriers mais aussi les gérants. Enfin, les couvertures de taux les plus simples sont traitées.

L'enseignement est développé dans un souci de mise en pratique immédiate et accompagné des *Pricers* Excel indispensables. Il porte sur la théorie et la pratique, la méthodologie visant, à l'issue du développement des aspects fondamentaux, à permettre aux étudiants de bâtir un outil informatique sur Excel.

À l'issue de la formation, les étudiants de 4<sup>ème</sup> année du Coursus de Master Ingénierie d'Economie, Finance Quantitative et Statistique (CMI-EFiQuaS) seront en capacité de :

- (i) Comprendre et mobiliser les notions de performance, de *Value at Risk*, de mathématiques financières utiles en vue d'une analyse financière rigoureuse
- (ii) Maîtriser les principaux produits de financement et donc aussi de placement, que sont les actions, les obligations, les titres de créances court-terme mais aussi les produits dérivés du type *swap*, *cap* et *floor*
- (iii) Evaluer les produits cités en (ii) et, en particulier, comprendre le recours aux produits, leurs caractéristiques, maîtriser les principales méthodes d'évaluation et mettre en pratique ces dernières sur les vecteurs les plus communément utilisés.

L'ambition est qu'à la fin de leur formation, les étudiants soient très rapidement opérationnels en entreprise, d'autant qu'ils auront aussi produit des travaux en équipe.

## Finance comportementale

Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
18	0	FC : Fondamentale FA : Optionnelle	8	CMI 4
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Sacha BOURGEOIS- GIRONDE		Ecrit	2	FC : 2,5 – FA : 2,5

FC = Formation Classique. FA = Formation en Alternance.

Ce cours propose d'étudier les motifs internes et externes aux agents qui les amènent à dévier des modèles classiques de rationalité économique et financière. À la fin des six semaines de cours, les étudiants de 4<sup>ème</sup> année du Coursus de Master Ingénierie d'Economie, Finance Quantitative et Statistique (CMI-EFiQuaS) seront familiers des 5 thèmes suivants qui sont successivement abordés :

- (i) La distorsion des probabilités (modèles *WEU*, *RDU*, *Prospect Theory*)
- (ii) La modélisation de l'aversion à la perte et certaines de ses applications financières
- (iii) Le paradoxe de Rabin et les difficultés associées aux mesures classiques du risque / modèle *reference-dependent* de décision
- (iv) Les effets de contexte, de *Range* : *Range Dependent Utility Model*
- (v) La décision en contexte stochastique.

Au terme du cours, les étudiants doivent être capables de comprendre et de justifier les alternatives dites comportementalistes aux modèles standards de décisions *EUT*, *SEUT*, dans le risque, dans l'incertain, et en environnement d'incertitude radicale.

Mesures du risque				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
18	0	Fondamentale	8	CMI 4
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Ali SKALLI		Oral	2	FC : 2.5 – FA : 2.5

FC = Formation Classique. FA = Formation en Alternance.

A la fin des six semaines de cours, les étudiants de 4<sup>ème</sup> année du Coursus de Master Ingénierie d'Economie, Finance Quantitative et Statistique (CMI-EFiQuaS) seront en capacité de construire toute une variété de mesures du risque et de les estimer à partir de l'observation de séries chronologiques financières et ce, de manière rigoureuse et pertinente. Ils pourront aussi, chaque fois qu'il est question de comparer ces mesures, de le faire de manière rigoureuse et de plaider, éventuellement, pour l'une plutôt que pour l'autre sur la base de leurs propriétés.

Pour être pertinent, le choix de la méthode d'estimation doit naturellement être adapté à la mesure de risque qu'il est demandé aux étudiants d'estimer, ainsi qu'aux propriétés statistiques de la série financière de laquelle la mesure du risque est inférée.

Le plaidoyer pour une mesure plutôt qu'une autre reposera quant à lui sur

- (i) La connaissance des propriétés (axiomatiques) des mesures utilisées
- (ii) La pertinence du ou des modèles mobilisés pour évaluer ces mesures
- (iii) La capacité des étudiants à tester statistiquement cette pertinence.

Economie de l'assurance				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
18	0	FC : Complémentaire FA : Optionnelle	8	CMI 4
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Joseph LANFRANCHI			FC : 1 – FA : 2	FC : 1 – FA : 2,5

FC = Formation Classique. FA = Formation en Alternance.

À la fin des six semaines de cours, les étudiants de 4<sup>e</sup> année du Coursus Master Ingénierie Economie, Finance Quantitative et Statistique (CMI-EFiQuaS) seront capables de :

- (i) Mesurer l'importance macroéconomique de l'industrie de l'assurance
- (ii) Comprendre les fonctions de l'assurance dans l'économie
- (iii) Comprendre les liens théoriques entre les comportements des agents économiques vis-à-vis du risque et leur disposition à acquérir des contrats d'assurance
- (iv) Modéliser les formes optimales de contrats d'assurance.

Ces acquis d'apprentissage nécessiteront de comprendre les risques qui impactent toute activité économique, de maîtriser les comportements des agents économiques vis-à-vis de ces risques et d'analyser comment les formes de contrats proposées par les firmes assurantielles forment des propositions optimales pour protéger ces agents.

Eléments d'actuariat				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
18	7,5	Fondamentale	7	CMI 4
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Julia SIMAKU		Ecrit + CC	2	FC : 3 – FA : 4,5

FC = Formation Classique. FA = Formation en Alternance.

A la fin des six semaines de cours, les étudiants de 4<sup>ème</sup> année du Cours de Master Ingénierie d'Économie, Finance Quantitative et Statistique (CMI-EFiQuaS) seront capables de :

- (i) Comprendre l'activité des différents acteurs dans le secteur des assurances
- (ii) Comprendre le fonctionnement du cycle de production en assurance, avec un focus particulier sur l'assurance IARD (non-vie)
- (iii) Comprendre le fonctionnement de la chaîne de valeur d'une compagnie d'assurance, de la construction d'un produit d'assurance, la tarification de ce produit, l'indemnisation, au provisionnement
- (iv) Présenter et appliquer les méthodes classiques utilisées dans le cadre de la tarification d'un produit d'assurance
- (v) Présenter et appliquer les méthodes classiques utilisées pour le calcul des provisions au sein d'une compagnie d'assurance
- (vi) Comprendre le principe de réassurance, les traités de réassurance, leurs conditions d'application ainsi que les différents programmes de réassurance.

Ces acquis d'apprentissage supposent d'introduire d'une part, le vocabulaire particulier du monde de l'assurance et d'autre part, de donner une vision complète de la chaîne de production au sein d'une compagnie d'assurance en respectant les contraintes réglementaires.

Les méthodes présentées lors de ce cours, permettront aux étudiants de répondre aux problématiques suivantes auxquelles une compagnie d'assurance est confrontée dans son quotidien :

- (i) Proposer un tarif pour 1000 nouveaux clients souscrivant à une police en assurance non-vie
- (ii) Choisir les méthodes de provisionnement les plus adaptées en respectant les contraintes de l'assureur
- (iii) Appréhender les exigences de l'ACPR (l'Autorité de Contrôle Prudentiel et de Résolution) dans leur audit d'une compagnie d'assurance IARD dans le cadre de son provisionnement
- (iv) Définir les traités de réassurance suivant les situations auxquelles l'assureur fait face.

Economie bancaire				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
18	0	FC : Complémentaire FA : Fondamentale	8	CMI 4
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Marianne GUILLE		Oral	FC : 1 – FA : 2	FC : 1 – FA : 2.5

FC = Formation Classique. FA = Formation en Alternance.

A la fin des six semaines de cours, les étudiants de 4<sup>ème</sup> année du Coursus de Master Ingénierie d'Economie, Finance Quantitative et Statistique (CMI-EFiQuaS) seront capables de :

- (i) Comprendre le rôle des banques dans l'économie
- (ii) Analyser l'activité et les performances des banques à partir de leurs comptes financiers
- (iii) Comprendre les grands principes de gestion du bilan bancaire, appréhender et mesurer les risques auxquels sont soumis les banques
- (iv) Comprendre les réglementations bancaires et leur impact sur la stratégie et l'activité des banques
- (v) Modéliser la firme bancaire et analyser les évolutions du marché bancaire.

Ces acquis d'apprentissage supposent de maîtriser d'une part, l'analyse des bilans et comptes de résultats sociaux, consolidés et agrégés des banques dans un environnement technologique et réglementaire en mutation et d'autre part, les concepts théoriques de la microéconomie de l'incertain, de l'économie industrielle et de l'économie de l'information qui s'appliquent aux banques et permettent de modéliser leur comportement, les contrats de prêt, de dépôts et d'analyser les évolutions récentes du marché bancaire (concentration, diversification, nouveaux acteurs et produits).



## Séries temporelles

Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
36	15	Fondamentale	7	CMI 4
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Georges BRESSON		Ecrit + CC	2	FI : 5 - FA : 6,5

FC = Formation Classique. FA = Formation en Alternance.

A la fin des 12 semaines de cours, les étudiants de 4<sup>ème</sup> année du Coursus de Master Ingénierie d'Economie, Finance Quantitative et Statistique (CMI-EFiQuaS) seront capables de :

- (i) Comprendre et utiliser les principales méthodes économétriques et statistiques des séries temporelles univariées et multivariées
- (ii) Construire et évaluer des modélisations sophistiquées de séries temporelles économiques, monétaires, financières, environnementales (*climate change*), ...
- (iii) Manipuler les outils informatiques associés aux techniques économétriques
- (iv) Savoir interpréter d'un point de vue statistique mais aussi économique les principaux résultats économétriques associés aux modèles de séries temporelles.

Ces acquis d'apprentissage supposent de maîtriser les méthodes théoriques et appliquées de l'économétrie des séries temporelles univariées et multivariées (processus stationnaires et non stationnaires, méthodes de Box-Jenkins univariées et multivariées, tests de racine unitaire, volatilité stochastique et processus ARCH, mouvements Browniens et évaluation des options, cointégration, processus VAR et VECM, ...). Cet ensemble de méthodes est accompagné de très nombreuses applications en économie monétaire, en finance, ... et nécessite la maîtrise de différents outils informatiques (logiciels économétriques, gestion de base de données, ...). A l'issue de ce cours, les étudiants peuvent réaliser de nombreuses études empiriques et ainsi parfaire leur maîtrise de la modélisation des séries temporelles et d'interprétation des résultats économétriques et économiques.

## Économétrie des marchés financiers

Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
24	15	Fondamentale	8	CMI 4
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Ali SKALLI		Ecrit + CC	2	FI : 5 – FA : 5

FC = Formation Classique. FA = Formation en Alternance.

Ce cours s'inscrit dans la continuation de celui de théorie des portefeuilles dont il est en quelque sorte la version appliquée. A la fin des huit semaines de cours, assorties de 15 heures de travaux dirigés, les étudiants de 4<sup>ème</sup> année du Cours de Master Ingénierie d'Economie, Finance Quantitative et Statistique (CMI-EFiQuaS) seront capables (i) d'évaluer avec précision les propriétés statistiques de séries financières qu'ils découvrent pour la première fois, (ii) de choisir la ou les méthode(s) d'estimation et/ou de test approprié(e)s et de les mettre à l'œuvre lorsqu'une question économique particulière, relative à la série étudiée, leur est posée et (iii) d'inférer de ces estimations et/ou tests un message économique clair en réponse à la question posée.

Pour être précise, l'évaluation des propriétés d'une série financière doit reposer sur des méthodes statistiques appropriées, choisies au regard de leur précision que les étudiants sont en mesure de justifier.

Le choix d'une méthode d'estimation et/ou test est réputé approprié lorsqu'il repose à la fois sur des critères statistiques (par exemple, puissance d'un test ou précision d'une estimation) et des critères économiques (la méthode est-elle la plus à même de permettre de répondre à la question économique posée ?).

Enfin, la clarté du message économique que l'on infère de résultats statistiques se mesure à :

- (i) La clarté avec laquelle est énoncée la probabilité qu'une hypothèse testée doit être acceptée ou rejetée
- (ii) La clarté avec laquelle sont soulignées les faiblesses éventuelles du modèle estimé et ses limites
- (iii) La clarté avec laquelle les concepts économiques sont mobilisés pour traduire les résultats statistiques en message économique.

## Evaluation des politiques publiques

Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
24	15	Complémentaire	8	CMI 4
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Nicolas FREMEAUX		Ecrit	1	FI : 2

FC = Formation Classique. FA = Formation en Alternance.

À la fin des 12 semaines de cours, les étudiants de 4<sup>e</sup> année du Coursus Master en Ingénierie Economie, Finance Quantitative et Statistique (CMI-EFiQuaS) seront en mesure de :

- (i) Identifier les difficultés potentielles découlant d'une analyse « naïve » d'une politique économique ou d'un choc économique (endogénéité, erreur de mesure, causalité inversée...)
- (ii) Comprendre les principes des techniques modernes d'évaluation des politiques publiques (variables instrumentales, discontinuités, différence de différences, expérimentations aléatoires, ...)
- (iii) Choisir la ou les méthode(s) d'estimation et/ou de test approprié(e)s et de les mettre à l'œuvre lorsqu'une question économique particulière, relative à la série étudiée, leur est posée
- (iv) Mettre en pratique ces techniques sur des bases de données.

Identifier les difficultés potentielles découlant d'une analyse « naïve » d'une question suppose de faire appel à des connaissances économiques afin de comprendre le contexte économique et les enjeux liés à l'évaluation dans ce contexte précis.

Comprendre les principes des techniques modernes d'évaluation des politiques publiques suppose d'utiliser les acquis économétriques afin de comprendre en quoi ces méthodes parviennent à résoudre les difficultés posées par des méthodes standards.

Le choix d'une méthode d'estimation est réputé approprié lorsqu'il repose à la fois sur des critères économiques (la méthode est-elle la plus à même de permettre de répondre à la question économique posée ?) et potentiellement statistiques (par exemple, puissance d'un test ou précision d'une estimation).

Mettre en pratique ces techniques sur des bases de données suppose de maîtriser les logiciels d'analyse statistique et de comprendre le fonctionnement des bases de données.

## Démographie statistique

Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
18	0	Complémentaire Optionnelle	8	CMI 4
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Nicolas FREMEAUX		Ecrit	1	FI : 1

FC = Formation Classique. FA = Formation en Alternance.

À la fin des 6 semaines de cours, les étudiants de 4<sup>è</sup> année du Coursus Master en Ingénierie Economie, Finance Quantitative et Statistique (CMI-EFiQuaS) seront en mesure de :

- (i) Comprendre en quoi certaines questions économiques peuvent être éclairées sous un jour nouveau par l'introduction de facteurs démographiques et de comprendre que certaines questions purement démographiques de prime abord (comme la fécondité) peuvent être éclairées par l'analyse économique
- (ii) Comprendre les enjeux que posent pour l'économie certaines transformations démographiques comme la croissance démographique, le vieillissement de la population.

Ces deux objectifs supposent de connaître les littératures économiques et démographiques sur un certain nombre de questions comme la croissance économique, les modèles de fécondité, le marché du travail. La maîtrise des faits stylisés relatifs à l'évolution des structures de population et leur mesure doivent aussi être acquises.

**BLOC GÉNÉRALISTE**  
**(Ingénierie)**

## Optimization : Theory and Algorithms

Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
18	7,5	Complémentaire	8	CMI 4
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Nikos PNEVMATIKOS		Ecrit + CC	1	FC : 1,5

FC = Formation Classique. FA = Formation en Alternance.

A la fin des 6 semaines de cours, les étudiants de 4<sup>ème</sup> année du Coursus de Master Ingénierie d'Economie, Finance Quantitative et Statistique (CMI-EFiQuaS) seront en mesure de :

- (i) Définir un problème d'optimisation linéaire
- (ii) Démontrer le lemme de Farkas et le théorème de dualité forte
- (iii) Utiliser les principaux algorithmes pour résoudre des problèmes d'optimisation avec des outils numériques.

Ce cours suppose une connaissance approfondie des concepts mathématiques et surtout d'optimisation acquis pendant la licence. Les étudiants apprendront à résoudre des problèmes d'optimisation à l'aide de méthodes numériques. Ils pourront appliquer ces méthodes à différents problèmes qu'ils rencontreront dans leur vie universitaire et professionnelle, par exemple des problèmes d'optimisation de portefeuille en finance ou de problème de *machine-learning* en informatique appliquée à l'économie.

Contrôle optimal				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
18	7,5	Fondamentale	7	CMI 4
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Jean MERCENIER		Ecrit + CC	2	FC : 3

FC = Formation Classique. FA = Formation en Alternance.

A la fin du cours, les étudiants de 4<sup>ème</sup> année du Coursus de Master Ingénierie d'Economie seront en capacité (i) de formuler correctement un problème d'optimisation intertemporelle en horizon fini ou infini, (ii) de résoudre ce problème par application du principe du maximum (théorème de Pontryagine), (iii) de caractériser le comportement qualitatif des trajectoires optimales à l'aide de diagrammes de phases, (iv) d'interpréter ces trajectoires dans le temps, (v) de caractériser les changements induits sur les trajectoires optimales par des chocs aussi bien anticipés que non anticipés.

Le cours met l'accent sur l'interprétation et sur les outils d'analyse nécessaires à celle-ci, et non pas sur le calculatoire.

Théorie des probabilités				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
18	7,5	Fondamentale	7	CMI 4
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Arturo INFANTE		Ecrit	2	FC : 3 – FA : 4,5

FC = Formation Classique. FA = Formation en Alternance.

À la fin des 6 semaines de cours, les étudiants de 4<sup>e</sup> année du Coursus Master en Ingénierie Economie, Finance Quantitative et Statistique (CMI-EFiQuaS) seront en mesure de :

- (i) Comprendre les bases mathématiques de la théorie des probabilités
- (ii) Construire un cadre probabiliste pour un espace dénombrable et pour l'espace des nombres réels
- (iii) Comprendre les concepts de probabilité conditionnelle, indépendance et convergence de variables aléatoires
- (iv) Appliquer les concepts de la théorie des probabilités à des exemples d'application (en finance, assurance, physique, etc)

Comprendre les bases mathématiques de la théorie des probabilités suppose de savoir identifier et définir ses différentes composantes : l'espace des résultats, les événements probabilistes, la mesure de probabilité et les variables aléatoires.

La construction d'un cadre probabiliste pour un espace donné suppose de savoir utiliser les concepts théoriques de tribu et mesure pour définir un espace de probabilité. Ensuite, pouvoir comprendre les concepts de probabilité conditionnelle, indépendance et convergence de variables aléatoires implique de donner un sens à toutes ces notions dans le cadre probabiliste choisi.

Appliquer les concepts de la théorie des probabilités à des exemples d'application (en finance, assurance, physique, etc) veut dire pouvoir comprendre un problème pratique donné et le traduire dans un langage probabiliste pour ensuite effectuer des calculs et trouver une solution analytique ou bien numérique.



Processus stochastiques				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
18	7,5	Fondamentale	8	CMI 4
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Cyril BENEZET		Ecrit + CC	2	FC : 4 – FA : 4

FC = Formation Classique. FA = Formation en Alternance.

A la fin des 6 semaines de cours, les étudiants de 4<sup>ème</sup> année du Cours de Master Ingénierie d'Economie, Finance Quantitative et Statistique (CMI-EfiQuaS) seront en mesure de :

- (i) Comprendre des notions avancées de probabilités
- (ii) Comprendre des notions élémentaires de calcul stochastique en temps continu
- (iii) Construire des modèles probabilistes pour la modélisation des marchés financiers comprenant des instruments risqués
- (iv) Calculer des espérances et des dynamiques de processus, fonctions du prix d'instruments sous-jacents, représentant en particulier des prix de produits dérivés.

La construction de modèles de marchés financiers en temps continu suppose une connaissance du calcul des probabilités élémentaires, en particulier la notion de tribu, de variable aléatoire et de sa loi, et le calcul des moments d'une variable aléatoire. Elle suppose également l'application de notions basiques de calcul stochastique, en particulier les notions d'espérance conditionnelle, de filtration, de mouvement Brownien, de martingale, de variation quadratique, la formule d'Itô et la notion de solution d'une équation différentielle stochastique. Ces outils mathématiques sont un prérequis indispensable à l'étude des modèles de marchés financiers, en particulier pour le calcul de prix et la couverture de produits dérivés.

Analyse des données				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
18	7,5	Complémentaire	7	CMI 4
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Joseph LANFRANCHI		Ecrit + CC	1	FC : 2 – FA : 2

FC = Formation Classique. FA = Formation en Alternance.

À la fin des 6 semaines de cours et des 5 séances de travaux dirigés qui les accompagnent, les étudiants de 4<sup>e</sup> année du Coursus Master Ingénierie Economie, Finance Quantitative et Statistique (CMI-EFiQuaS) seront capables de maîtriser les principales méthodes d'Analyse des données. Ainsi, ils pourront :

- (i) Distinguer, selon la nature des données à disposition, la méthode adaptée d'analyse des données
- (ii) Interpréter avec rigueur les résultats de ces méthodes
- (iii) Réaliser ces types d'analyse au moyen du logiciel statistique SAS.

Compte tenu des exemples traités dans les travaux dirigés, ils seront en situation de réaliser ce type d'analyses dans leur apprentissage en entreprise, qu'il s'agisse d'analyse factorielle permettant de représenter les ressemblances entre individus et de détecter les liaisons entre les variables les caractérisant, ou de classification autorisant la constitution de typologies de clients ou d'assurés par exemple.

## Sondages

Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
18	7,5	Complémentaire	7	CMI 4
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
		Ecrit + CC	1	FC : 2 – FA : 2

FC = Formation Classique. FA = Formation en Alternance.

--

**BLOC ANNEXE**  
**(Ouverture Socio-Economique et Culturelle)**

Anglais économique				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
0	36	Complémentaire	7 et 8	CMI 4
Enseignants		Evaluation	Coefficient	ECTS
FC : Catherine CORON FA : Claire HEUILLARD		Oral + CC	1	FC : 3 – FA : 3

FC = Formation Classique. FA = Formation en Alternance.

A la fin des vingt-quatre semaines de cours, les étudiants de quatrième année du Cours de Master Ingénierie d'Economie, Finance Quantitative et Statistique (CMI-EFiQuaS), suivant aussi bien la filière de Formation Classique (FC) que celle de la Formation en Alternance (FA), sont en mesure de :

- (i) S'exprimer aisément en anglais aussi bien à l'oral qu'à l'écrit dans un contexte professionnel économique et financier
- (ii) Comprendre un interlocuteur, une vidéo ou un document sonore dans ce même contexte
- (iii) Lire un document financier ou économique en anglais et pouvoir en faire la synthèse (comme par exemple le bilan financier d'une entreprise)
- (iv) Participer à une réunion
- (v) Tenir une conversation avec un interlocuteur anglophone, portant sur un sujet économique ou financier.

Ils sont aussi capables grâce à la maîtrise des différents outils linguistiques, communicationnels et culturels de :

- (i) Présenter un sujet économique et/ou financier (avec ou sans présentation Powerpoint)
- (ii) Réaliser une note de synthèse en anglais
- (iii) Expliquer en anglais les principales notions étudiées en économie et en finance
- (iv) Comprendre la spécificité du fonctionnement de l'économie et de la finance aux Etats-Unis et au Royaume Uni (par exemple le fonctionnement des banques centrales américaine et britannique ou bien la spécificité des indicateurs économiques et statistiques tels que la mesure de la croissance du PIB, de l'inflation, du chômage ou du bien-être économique)
- (v) Rédiger un CV et une lettre de motivation en anglais et passer un entretien d'embauche dans cette langue
- (vi) Comprendre la structure organisationnelle des entreprises du monde anglophone
- (vii) Appréhender les spécificités culturelles du monde du travail britannique dans le contexte plus particulier de l'économie et de la finance.

Ethique				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
12	0	Fondamentale	8	CMI 4
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Karën FORT		Oral	2	FC : 2 – FA : 2

FI = Formation Initiale. FA = Formation en Alternance.

A la fin des six semaines de cours, les étudiants de 4<sup>ème</sup> année du Cours de Master Ingénierie Statistique et Financière (ISF) seront capables de :

- (i) Comprendre l'intérêt de poser des questions éthiques pour déplacer la vision qu'on peut avoir d'un projet, d'un produit
- (ii) Comprendre ce que sont les données, les questions éthiques qu'elles posent et les principes de minimisation et de protection de la vie privée dès la conception (*privacy by design*)
- (iii) Faire appel à des doctrines philosophiques classiques (éthique des vertus, conséquentialisme, éthique déontologique) pour nourrir leur réflexion
- (iv) Comprendre l'intérêt et les limites des principales chartes et guides de bonnes pratiques existants
- (v) Proposer une réflexion éthique approfondie sur un projet technique lié aux données.

Ces acquis d'apprentissage supposent de pratiquer la réflexion éthique sur différents sujets, afin d'assimiler le déplacement nécessaire. Ils nécessitent également d'avoir une vision claire du processus d'apprentissage automatique, afin d'identifier les sources potentielles de problèmes, en particulier en ce qui concerne les biais.

**BLOC CONNEXE**  
**(Ouverture Scientifique et Technologique)**

SAS				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
18	0	Complémentaire	7	CMI 4
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Sandra CAVACO		Projet	1	FC : 1,5 – FA : 1,5

FC = Formation Classique. FA = Formation en Alternance

À la fin des 6 semaines de cours, les étudiants de 4<sup>e</sup> année du Coursus Master en Ingénierie Economie, Finance Quantitative et Statistique (CMI-EFiQuaS) seront en mesure de :

- (i) Gérer des bases de données (importer, fusionner les tables, créer des variables, etc.)
- (ii) Effectuer des analyses statistiques des données et des graphiques
- (iii) Restituer l'information (rapport de résultats, graphiques)
- (iv) Effectuer des analyses économétriques (plusieurs modèles sont présentés : régression linéaire et tests, variables qualitatives)
- (v) S'initier aux notions préliminaires du macro-langage permettant de paramétrer et d'automatiser le traitement de données (création de macros)

Ce cours est une introduction à la programmation sous le logiciel SAS (Statistical Analysis Software), système d'information d'aide à la décision. SAS est capable de gérer et analyser de grandes bases de données. L'informatique décisionnelle occupe une part importante dans les entreprises et SAS est ainsi largement utilisé dans la plupart des secteurs d'activité : banque, assurance, marketing, etc. Ce cours couvre le cycle de vie d'un projet décisionnel : gestion des données, analyse statistique et économétrique, transformation et restitution de l'information. La dernière séance permet de mobiliser l'ensemble des connaissances acquises sur un cas pratique. De plus, ce cours dispensé en début de semestre constitue un prérequis pour les autres cours du M1 utilisant SAS comme logiciel d'application.



Programmation sous R				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
18	0	Complémentaire Optionnelle	7	CMI 4
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Sandra CAVACO		Projet	1	FC : 1,5 – FA : 1,5

FC = Formation Classique. FA = Formation en Alternance.

A la fin des 6 semaines de cours, les étudiants de 4<sup>ème</sup> année du Coursus de Master Ingénierie d'Economie, Finance Quantitative et Statistique (CMI-EFiQuaS) seront en mesure de :

- (i) Gérer des bases de données (importer, fusionner les tables, créer des variables, etc.)
- (ii) Manipuler les différents objets sous R et connaître les *packages* les plus importants
- (iii) Effectuer des analyses statistiques des données et des graphiques
- (iv) Effectuer des analyses économétriques (plusieurs modèles sont présentés : régression linéaire et tests, variables qualitatives).

Ce cours est une introduction à la programmation sous le logiciel R (via R Studio), logiciel de traitement statistique des données. R devient de plus en plus incontournable dans le traitement exploratoire et statistique des données car il offre de nombreux avantages. Il dispose d'une bibliothèque très étendue de fonctions statistiques, d'autant plus qu'il est possible d'en intégrer de nouvelles par le système des "*packages*", des modules externes compilés que l'on peut télécharger gratuitement sur internet. R propose également une palette étendue de fonctionnalités graphiques.

Ce cours couvre le cycle de vie d'un projet de recherche : gestion et traitement des données, traitement statistique et analyse économétrique. De plus, il constitue un pré-requis pour les autres cours du Master pouvant utiliser R comme support d'applications économétriques. Dans une première partie, sont développées les techniques de base de programmation sous R : traitement de données et analyses statistiques. Dans une seconde partie, des applications économétriques sont effectuées.

Langage Python				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
18	0	Complémentaire Optionnelle	7	CMI 4
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Marie RIFQI		Contrôle sur machine	1	FC : 1,5 – FA : 1,5

FC = Formation Classique. FA = Formation en Alternance.

À la fin des 5 séances de 3 heures, les étudiants de 4<sup>e</sup> année du Coursus Master en Ingénierie Économie, Finance Quantitative et Statistique (CMI-EFiQuaS) seront en mesure de :

- (i) Manipuler des variables et des valeurs
- (ii) Généraliser et abstraire du code à l'aide de fonctions
- (iii) Ecrire une spécification de fonction et documenter son code
- (iv) Concevoir des structures conditionnelles et les conditions associées
- (v) Utiliser des boucles *for/while* et choisir entre ces deux constructions
- (vi) Choisir et manipuler une structure de données adaptée au problème (nombres, chaînes de caractères, n-uplets, listes, ensemble, dictionnaires)
- (vii) Retranscrire en langage Python un algorithme simple à l'aide d'outils adaptés en mettant en œuvre les instructions conditionnelles, itératives, les fonctions et, outre les types de base du langage Python, les structures telles que les listes et les dictionnaires.

Langage de requêtes : SQL				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
18	0	Complémentaire Optionnelle	7	CMI 4
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Marie RIFQI		Contrôle sur machine	1	1,5

FC = Formation Classique. FA = Formation en Alternance.

À la fin des 5 séances de 3 heures, les étudiants de 4<sup>e</sup> année du Coursus Master en Ingénierie Économie, Finance Quantitative et Statistique (CMI EFiQuaS) seront en mesure de :

- (i) Créer complètement un schéma de BD (tables, clés primaires et étrangères)
- (ii) Modifier un schéma
- (iii) Insérer des données dans une table
- (iv) Modifier les données d'une table
- (v) Transformer une requête exprimée en langue naturelle en une requête SQL valide et répondant correctement à la question posée.

Au terme de ce cours, l'étudiant aura acquis une bonne connaissance pratique et théorique des concepts des bases de données, du langage SQL et des méthodes de conception et d'interrogation d'une base de données.

CMI 5

**BLOC DISCIPLINAIRE**  
**(Économie)**

## Assurance vie et fonds de pensions

Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
15	0	Fondamentale	9	CMI 5
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Iuliana COVACI-POMERLEAU		Ecrit	2	2,5

A la fin des 5 séances de de cours, les étudiants de 5<sup>ème</sup> année (Master 2) du Coursus de Master Ingénierie d'Economie, Finance Quantitative et Statistique (CMI-EFiQuaS) seront en mesure de :

- (i) Comprendre le modèle et les acteurs du secteur de l'assurance en France
- (ii) Comprendre les risques portés par les organismes d'assurance à leur bilan
- (iii) Comprendre les principes de tarification en assurance vie et maîtriser les nombres de commutation
- (iv) Réaliser des exercices simples de calcul des différents types de primes (primes de risque, prime d'inventaire et prime commerciale)
- (v) Comprendre les piliers du système de retraite et le fonctionnement des régimes de retraite en France

Comprendre la tarification en assurance vie suppose de savoir identifier les différents risques auxquels un organisme d'assurance vie est soumis et de maîtriser les méthodes de quantification de ces risques, en particulier les risque techniques vie, mesurés sur la base des nombres de commutations vie et des nombres de commutations décès. A la fin du cursus, les étudiants auront globalement maîtrisé l'utilisation des nombres de commutations pour la tarification. Ils auront également compris les principes de fonctionnement des régimes de retraite en France.

Assurance non-vie				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
15	0	Fondamentale	9	CMI 5
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Fabrice GENEST		Ecrit + CC	2	2,5

A la fin des 5 semaines de cours, les étudiants de 5<sup>ème</sup> année du Coursus de Master Ingénierie d'Economie, Finance Quantitative et Statistique seront en mesure de :

- (i) Comprendre le fonctionnement et le rôle du marché de l'assurance en France et ses différences de périmètre comparativement à d'autres pays et connaître les évolutions récentes du marché (concentration, diversification, nouveaux acteurs et(ou) produits)
- (ii) Connaître les concepts et les indicateurs classiques utilisés en assurance non-vie
- (iii) Comprendre les grands principes des opérations d'assurance non-vie, appréhender et mesurer les risques auxquels sont soumis les acteurs et les différences selon les catégories d'assurance pratiquées en termes de dépendance aux facteurs externes comme l'inflation et les marchés financiers
- (iv) Comprendre l'impact des changements de réglementations (Solva 2 et A.N.I) sur la stratégie, plus globalement, sur le marché français
- (v) Calculer les éléments de tarifs sur des risques de masse et évaluer la rentabilité de portefeuilles lors des arbitrages des majorations annuelles

Comprendre le fonctionnement et le rôle du marché français suppose de connaître les différences d'organisation et de périmètre des assurances selon les pays, de savoir rechercher les sources de référence sur internet, de distinguer le rôle de l'Etat et celui du marché des opérateurs privés.

L'évaluation des portefeuilles suppose de savoir mesurer la rentabilité et donc de connaître les indicateurs de mesure des risques, d'analyser les caractéristiques en les comparant avec d'autres lignes de business ou d'autres acteurs. Les concepts théoriques majeurs de l'économie de l'assurance seront évoqués de même que la capacité à déterminer une courbe de demande de réassurance (et son impact sur les stratégies de couverture des risques).

Comprendre les différences d'équilibre des résultats selon les catégories d'assurance suppose une bonne connaissance des comptes de résultats des assureurs, des principaux « paramètres » du modèle économique et savoir en décliner les principaux résultats, dans un environnement technique et réglementaire en mutation.

Comprendre les éléments de tarif suppose de connaître l'influence des principaux paramètres et de pouvoir déterminer la relation qui prévaut entre le prix exigé et le risque considéré, savoir mobiliser les connaissances acquises dans les chapitres précédents pour évaluer la sensibilité de la sinistralité, ses évolutions et repérer la présence ou non d'« anomalies » éventuelles.

L'esprit directeur du cours est de passer en revue les exemples de problématique actuarielle en assurance non-vie, afin de savoir les appliquer à l'évaluation d'une branche ou d'un portefeuille et des risques de réserves associés (longueur, volatilité, ...).

## Gestion obligataire

Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
15	0	Fondamentale	9	CMI 5
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Marianne GUILLE		Ecrit + CC	2	2,5

A la fin des cinq semaines de cours, les étudiants de 5<sup>ème</sup> année du Cours de Master Ingénierie d'Economie, Finance Quantitative et Statistique (CMI-EFiQuaS) seront en mesure de :

- (i) Comprendre le rôle et le fonctionnement du marché obligataire, les caractéristiques des obligations
- (ii) Evaluer la valeur des obligations et leur taux de rendement actuariel
- (iii) Analyser le risque de taux des obligations et des portefeuilles obligataires, leur risque de crédit
- (iv) Appréhender la structure des taux et les conséquences de sa déformation sur les portefeuilles
- (v) Acquérir les techniques élémentaires de la gestion obligataire

Ces acquis d'apprentissage supposent de connaître les différents compartiments des marchés de taux et les produits obligataires (obligations à taux fixe, flottant, indexées ; convertibles ; vertes ; souveraines, haut rendement, ...), maîtriser les principes du calcul actuariel, savoir les appliquer à l'évaluation des obligations afin de mesurer le rendement d'un portefeuille obligataire, son risque de taux (durée, sensibilité, convexité) et l'impact du risque de crédit, analyser la courbe des taux et l'impact de son évolution sur les portefeuilles, les stratégies de gestion et couverture des risques.



## Options et produits dérivés

Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
15	0	Optionnelle	9	CMI 5
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
			1	1,25

--

Produits Structurés				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
15	0	Optionnelle	9	CMI 5
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Grégory SALON		Ecrit	1	1,25

A la fin des 5 semaines de cours, les étudiants de 5<sup>ème</sup> année du Coursus de Master Ingénierie d'Economie, Finance Quantitative et Statistique (CMI-EFiQuaS) seront en mesure de maîtriser les :

Notions mathématiques à maîtriser (attendu = 100%) :

- (i) Loi normale : densité...
- (ii) Equation Black & Scholes / Itô
- (iii) Calcul sous espérance (intégration)

Notions financières de base (attendu = 100%) :

- (i) Calcul du contrat futur par AOA/réplication
- (ii) Notion de martingale sur actif actualisé + subsides
- (iii) Calcul d'une option vanille sous espérance
- (iv) Bootstrapping de courbes de taux
- (v) Quelques notions générales sur le monde obligataire
- (vi) *Market data* : volatilité implicite, repo, dividendes

Elaboration de « mini » *pricers* sur Excel (attendu = 100%) :

- (i) Monte Carlo à une seule volatilité, *pay-off* terminal
- (ii) Réplication *daily* : P&L theta/gamma

Notions sur le trading volatiliste (attendu = 85%) :

- (i) Portage risque neutre : équations de P&L
- (ii) Volatilité réalisée contre de matrice de volatilité implicite
- (iii) Variance de P&L de réplication et *path dependancy*
- (iv) Volatilité locale et processus de diffusion

Notions sur les produits structurés (attendu = 70%) :

- (i) Organisation d'une CIB : vente/structuration/*trading*
- (ii) Typologie des acheteurs de produits
- (iii) *Autocall* : le produit phare
- (iv) Modèle dépendance et *mispricing*
- (v) Généralisation des équations de portage
- (vi) Introductions aux dérivés de volatilité

Risque de crédit				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
15	0	Fondamentale	9	CMI 5
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Hamidou DIALLO		CC + Projet	2	2,5

Ce cours a pour objectif de permettre une meilleure connaissance des normes techniques actuelles et réglementaires sur la modélisation du risque de crédit. Ainsi, à la fin des cinq semaines de cours, les étudiants de 5<sup>ème</sup> année du Cours de Master Ingénierie d'Economie, Finance Quantitative et Statistique (CMI-EFiQuaS) seront en mesure de :

- (i) Décrire la gestion des risques financiers dans un monde post-crise pour une institution financière
- (ii) Comprendre les modèles d'évaluation et de risque (mesure du risque financier, calcul et application de la VaR, du ES, volatilité)
- (iii) Identifier les facteurs clés de notation y compris les ratios financiers, les défis macroéconomiques, la volatilité du marché et l'évolution récente de l'environnement réglementaire
- (iv) Comprendre le concept de risque de crédit, le quantifier et appréhender les mécanismes de sa surveillance
- (v) Maîtriser les approches de notation du risque (structure à terme des taux de défaut, approche fondée sur les agences de notation et les matrices de transition, approche d'Altman, et Signaux de marché)

Ce cours met un accent particulier sur l'application du risque de crédit à des cas pratiques. Sur la base de données empiriques disponibles, les étudiants seront amenés, pendant les séances, à :

- (i) Mesurer le risque de crédit à travers la perte en cas de défaut (LGD), la probabilité de défaut (PD), les taux de recouvrement...
- (ii) Utiliser les données du marché pour dériver les estimations de crédit
- (iii) Traiter une problématique relative à une banque souhaitant mettre en place une grille de probabilité de défaut (un modèle) pour noter sa base de clients.

## Réglementation prudentielle : banque et assurance

Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
15	0	Optionnelle	9	CMI 5
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Redouan ZNAGUI		Ecrit + CC	1	1,25

A la fin des 5 séances de cours, les étudiants de 5<sup>ème</sup> année du Coursus de Master Ingénierie d'Economie, Finance Quantitative et Statistique (CMI-EFiQuaS) seront en capacité de :

- (i) Connaitre, comprendre et synthétiser les principales règles prudentielles auxquelles sont soumis les établissements financiers notamment les banques et les assurances
- (ii) Analyser et évaluer la nécessité et la pertinence d'application de chacune des règles et son impact sur l'activité et les résultats des établissements concernés

Ces objectifs sont parfaitement atteints grâce à un travail fondamental d'analyse et d'interprétation tout au long du cours :

- (i) Comprendre et analyser l'activité des banques et des assurances dans son écosystème, l'économie mondiale et les marchés financiers, le digital et la transformation continue de ces activités
- (ii) Evaluer et mettre en évidence les corrélations et les interactions aux niveaux local, régional et mondial
- (iii) Connaitre et analyser la transcription comptable et financière de l'activité bancaire et assurantielle
- (iv) Identifier et comprendre la nature et les impacts des principales crises de toute nature depuis plus d'un siècle
- (v) Identifier avec précision les principales zones de risque qui motivent le régulateur à émettre des règles et des normes applicables à tous

Il faut mettre en évidence 2 avantages importants supplémentaires que les étudiants possèdent à la fin des cours :

- (i) Une capacité à se référer à des situations réelles qu'ils puisent dans une somme importante d'illustrations qui leur sont présentées et analysées tout au long du cours
- (ii) Une capacité à traiter le sujet de la réglementation prudentielle Banque et Assurance en situation professionnelle, en Français et en Anglais

## Econometrics of Insurance

(cours dispensé en anglais)

Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
15	0	Optionnelle	9	CMI 5
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Joseph LANFRANCHI			1	1,25

À l'issue des cinq semaines de cours, les étudiants de 5<sup>e</sup> année du Coursus Master en Ingénierie Economie, Finance Quantitative et Statistique (CMI-EFiQuaS) seront en capacité :

- (i) de choisir et d'appliquer les différents modèles de variables qualitatives à certains situations liées aux choix d'assurance et de prévention et ce, lorsque, devant un problème économique donné, il leur est demandé d'utiliser le modèle qui convient
- (ii) d'estimer ces modèles, de juger de la qualité de l'évaluation de leurs paramètres, entre autres choses au moyen de tests statistiques
- (iii) d'appliquer ces méthodes à l'aide du logiciel statistique SAS.

Les applications couvriront les modèles expliquant des choix binaires, choix catégoriels ou non catégoriels, évaluations ordonnées, les données de comptage. Elles seront consacrées aux questions relatives à l'assurance. Là encore, les domaines peuvent être variés : choix de placement assurantiel, souscription aux assurances complémentaires, influence sur les comportements de la présence d'assurances sociales.

Cet enseignement est une mise en application directe des acquis des cours d'économétrie appliquée et d'économétrie des variables qualitatives et analyse discriminante.

Modèles de scoring				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
15	0	Fondamentale	9	CMI 5
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Youri DOUBININE		Projet	2	2,5

A la fin des cinq semaines de cours, les étudiants de 5<sup>ème</sup> année du Cours de Master Ingénierie d'Economie, Finance Quantitative et Statistique (CMI-EFiQuaS) seront en mesure de :

- (i) Comprendre le rôle et le fonctionnement d'une grille de score
- (ii) Développer un modèle de score pour répondre à une problématique donnée
- (iii) Analyser un modèle existant et restituer leurs observations dans un cadre professionnel

Ces acquis d'apprentissage supposent de connaître les différentes techniques statistiques et d'analyse liées aux modèles de *scoring* (gestion d'un jeu de données, régression logistique, analyse discriminante). Une attention particulière est portée sur le *scoring* dans le cadre de la gestion du risque de crédit. De plus, les étudiants devront être capables de pouvoir mener le développement d'un score de bout en bout, de l'analyse descriptive des variables à la modélisation du score. Enfin, ils seront amenés à réfléchir sur les résultats obtenus et être à même de les valider ou non. Une note de synthèse leur sera demandée sous la forme de ce que l'on peut attendre d'eux dans un cadre professionnel.

## Gestion quantitative des risques

Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
15	0	Fondamentale	9	CMI 5
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Ali SKALLI		Ecrit	2	2,5

Au terme des cinq semaines de cours, les étudiants de 5<sup>ème</sup> année du Cours de Master Ingénierie d'Economie, Finance Quantitative et Statistique (CMI-EFiQuaS) pourront (i) utiliser les méthodes statistiques appropriées pour simuler des portefeuilles d'actifs lorsqu'ils ne connaissent que les distributions des rentabilités des actifs et la structure de dépendance reliant ces derniers et (ii) analyser les propriétés, notamment en termes de risque, des portefeuilles simulés et en inférer des informations utiles à l'optimisation de portefeuille.

La méthode de simulation d'un portefeuille est, au sens de ce cours, appropriée lorsqu'elle remplit les conditions suivantes :

- (i) Le choix, selon les informations fournies à l'étudiant, des estimateurs appropriés des paramètres des distributions marginales des actifs composant le portefeuille,
- (ii) Le choix, selon les informations fournies à l'étudiant, des estimateurs appropriés des paramètres de la copule décrivant la structure de dépendance entre les actifs composant le portefeuille,
- (iii) L'inférence, à partir des éléments-ci-dessus, de la distribution jointe des actifs composant le portefeuille.

L'analyse des propriétés de portefeuilles simulés requiert quant à elle que les étudiants sachent construire et estimer les mesures du risque appropriées, mais aussi qu'ils sachent établir le lien entre l'ampleur du risque dont un portefeuille est assorti et la structure de dépendance qui relie les actifs composants ledit portefeuille.

## Econométrie des modèles de durée en assurance

Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
15	0	Fondamentale	9	CMI 5
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Georges BRESSON		Ecrit	2	2,5

A la fin des 15 heures de cours, les étudiants de 5<sup>ème</sup> année du Cours de Master Ingénierie d'Economie, Finance Quantitative et Statistique (CMI-EFiQuaS) seront capables de :

- (i) Comprendre et utiliser les principales méthodes économétriques et statistiques des modèles de durée
- (ii) Construire et évaluer des modèles de durée avec de nombreuses applications et plus particulièrement en assurance
- (iii) Manipuler les outils informatiques associés aux techniques économétriques
- (iv) Savoir interpréter d'un point de vue statistique mais aussi économique les principaux résultats économétriques associés aux modèles de durée.

Ces acquis d'apprentissage supposent de maîtriser les méthodes théoriques et appliquées de l'économétrie des modèles de durée avec un éclairage particulier sur les applications en assurance (distributions de survie, censures et troncatures, méthodes paramétriques, semi-paramétriques et non paramétriques, ...). Cette maîtrise est accompagnée de nombreuses applications en assurance (contrats d'assurance vie et non-vie, *credit scoring* et durée des prêts, tables de mortalité d'expérience, durée de chômage, arrêt de travail, ...) qui nécessite la connaissance de différents outils informatiques (logiciels économétriques, gestion de base de données, ...). A l'issue de ce cours, les étudiants peuvent réaliser de nombreuses études empiriques impliquant des modèles de durée.



## Machine learning pour l'économie et la finance

Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
15	0	Fondamentale	9	CMI 5
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Xavier DUPRE		Projet	2	2,5

Le cours présente différents outils pour mettre en pratique le *machine learning* avec le langage python. Scikit-learn s'est imposé comme un modèle pour de nombreuses bibliothèques de *machine learning*. Durant les cinq séances, les élèves apprennent à manipuler les données et à caler des modèles avec cette bibliothèque. Ils voient également la possibilité de créer des *pipelines*, optimiser les hyperparamètres d'apprentissage, implémenter leurs propres modèles. Ils apprennent également à réutiliser des modèles de *deep learning*, à tracer des cartes, récupérer automatiquement des données sur internet, prédire avec des séries temporelles. Ils apprennent également à détecter les biais d'un modèle et différentes techniques pour appréhender rapidement de grands jeux de données. Le cours est évalué par un projet qui permet de mettre en pratique ce que les étudiants ont appris.

Méthodes numériques pour la finance				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
15	0	Optionnelle	9	CMI 5
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Arturo INFANTE		Ecrit	1	1,25

A la fin des 5 semaines de cours, les étudiants du de 5<sup>ème</sup> année du Coursus Master en Ingénierie d'Economie, Finance Quantitative et Statistique (CMI-EFiQuaS) seront en mesure de :

- (i) Comprendre les bases des principales méthodes numériques déterministes utilisées dans le cadre de la finance
- (ii) Comprendre les bases des principales méthodes numériques probabilistes utilisées en finance
- (iii) Savoir appliquer le type de méthode numérique adéquat pour un problème donné issu de la finance

Comprendre les bases des principales méthodes numériques déterministes utilisées dans le cadre de la finance implique la maîtrise de l'approche d'écriture d'un problème financier sous la forme d'une équation aux dérivées partielles, puis effectuer sa résolution à travers les techniques les plus classiques.

Comprendre les bases des principales méthodes numériques probabilistes utilisées en finance suppose de savoir définir le bon cadre probabiliste et utiliser les principaux outils de simulation pour résoudre un problème issu d'une application financière.

Risque et incertitude				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
15	0	Fondamentale	9	CMI 5
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Antoine BILLOT		CC	2	2,5

Le Séminaire Risque et Incertitude s'emploie à faire découvrir l'état de l'Art en théorie de la décision autour des deux modèles de référence, le modèle de von Neumann Morgenstern avec probabilité exogène et le modèle de Savage avec probabilité endogène. On introduit la critique d'Ellsberg afin de présenter les développements récents de la théorie de l'ambiguïté via les nouveaux modèles, *multiple-prior* de Gilboa-Schmeidler et Choquet de Schmeidler. En conclusion, on se propose d'aborder la modélisation alternative de la prise de décision basée-sur-les-cas (*Case-Based-Decision-Theory*). Le séminaire prend la forme soit d'exposés d'une durée de 30 minutes environ soit de la réalisation d'un vidéo-clip d'une durée identique.

## Financial Decision Theory

(cours dispensé en anglais)

Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
15	0	Fondamentale	9	CMI 5
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Vassili VERGOPOULOS			2	2,5

Le cours *Financial Decision Theory* présente aux étudiants de cinquième année du Cours de Master Ingénierie d'Economie, Finance Quantitative et Statistique (CMI-EFiQuaS) quelques grandes applications économiques et financières de la théorie de la décision. Il s'inscrit dans le prolongement des cours de *Théorie de la Décision : Risque et Incertitude* et *Théorie de la Décision : Ambiguïté* de quatrième année. Il débute par un bref rappel des notions fondamentales vues en quatrième année et passe ensuite en revue les applications au choix de portefeuille, demande d'assurance, épargne en avenir incertain, partage optimal de risque sur un marché financier, etc.

A l'issue des cinq semaines de cours, les étudiants sont notamment en mesure de :

- (i) Comprendre l'importance de l'aversion (comparative) au risque dans la formation d'un portefeuille ou la demande d'assurance ainsi que celle de la prudence dans la constitution d'une épargne de précaution
- (ii) Expliquer le rôle moteur de l'hétérogénéité des croyances (ambiguës ou non) d'investisseurs ayant de l'aversion à l'incertitude, dans la formation d'échanges spéculatifs sur un marché financier
- (iii) Identifier l'aversion à l'ambiguïté comme une explication possible des « anomalies » et paradoxes observés empiriquement sur les marchés financiers (*equity premium puzzle*, sous-diversification, inertie de portefeuille, absence d'échanges, etc.)

Le mode d'évaluation des étudiants tient compte d'un examen de contrôle des connaissances acquises et d'un projet en groupe portant soit sur l'approfondissement d'une notion vue en cours, soit sur une nouvelle problématique connexe d'économie et finance (principe de précaution, effet d'irréversibilité, valeur statistique de la vie, etc.)

## Behavioral Industrial Organization

(cours dispensé en anglais)

Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
15	0	Fondamentale	9	CMI 5
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Xiangyu QU		Ecrit	2	2,5

Behavioral economics has introduced psychological complexity into the standard economic framework of individual decision making, with the goal of understanding observed puzzles in market as well as improving the predictive power of models. We introduce five psychological observations and incorporate them into the classical models. Moreover, we demonstrate how these behavioral models can explain the widely observed puzzles, which cannot be explained by classical models. In each class, we introduce one of five psychological elements:

- (i) Loss Aversion and Reference-Point Dependent Preferences
- (ii) Time-inconsistent consumers
- (iii) Markets with boundedly rational or differentially informed consumers
- (iv) Overconfidence
- (v) Attention

By the end of classes, we expect that the students can understand the following mechanisms implemented in the markets:

- (i) The mechanism that “rational” firms interact with “behavioral consumers”.
- (ii) The mechanism that systematic biases distorted predictions made by “rational” models.
- (iii) The mechanism that market cannot fully eliminate the behavioral biases.

We encourage students to observe the real markets and to search examples that are not compatible with “rational” models. Students are required to write a report to (1) illustrate the example and (2) attempt to utilize the psychological elements learned in class to explain the behavioral rationality of the very example. This report will be used to evaluate the performance of students.

## Langage VBA : Applications à l'assurance

Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
15	0	Optionnelle	9	CMI 5
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Jonathan PETIT		Projet	1	1,25

Au terme des cinq semaines de cours, les étudiants de 5<sup>ème</sup> année du Cours de Master Ingénierie d'Economie, Finance Quantitative et Statistique (CMI-EFiQuaS) auront la capacité de (i) maîtriser les notions les plus avancées d'Excel et (ii) d'atteindre un degré d'autonomie en programmation VBA qui permet d'analyser des problématiques, en particulier assurantielles, et d'écrire des algorithmes optimisés pour y répondre.

Lors du cours, les notions fondamentales de la programmation orientée objet sont également abordées :

- (i) Objets et collections d'objets
- (ii) Les propriétés, méthodes, fonctions
- (iii) La programmation événementielle spécifique à VBA pour automatiser des tâches répétitives.

Afin que l'ensemble des notions abordées dans le cours soient adaptées le plus efficacement dans le milieu professionnel, plusieurs axes sont suivis tout au long du cours :

- (i) La robustesse de l'architecture du classeur Excel, du projet VBA et macros/fonctions utilisées
- (ii) La rapidité d'exécution du code grâce à l'utilisation de « tableaux » et « dictionnaires » et l'optimisation de chaque algorithme abordé
- (iii) Le débogage et gestion des erreurs pour apprendre plus vite de ses erreurs et gagner en autonomie plus rapidement.

C# et applications financières				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
15	0	Optionnelle	9	CMI 5
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Jacques BUFFETEAU		CC	1	1,25

A l'issue de ces 15 heures de cours (5 \* 3h) les étudiants de 5<sup>ème</sup> année du Coursus Master en Ingénierie d'Economie, Finance Quantitative et Statistique seront capables de réaliser une application graphique avec le langage C#.

Les notions abordées durant les séances sont les suivantes :

- (i) Découverte du langage C#
- (ii) Découverte du langage XAML : dessiner une interface graphique avec différents contrôles utilisateur
- (iii) Se connecter à une base de données
- (iv) Extraire, analyser des données : requêtes SQL
- (v) Utilisation d'API (*Application Programming Interface*) ; par exemple, utilisation de l'API YAHOO Finance
- (vi) Découverte du format JSON (JavaScript Objet Notation)
- (vii) Savoir parcourir, extraire des données à partir d'un flux JSON
- (viii) Calculs de statistiques, indicateurs, tableaux de bord.

Ce module est évalué individuellement. L'objectif est de réaliser sur ordinateur un projet en 3 heures.

**BLOC GÉNÉRALISTE**  
**(Ingénierie)**



Calcul stochastique				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
15	0	Fondamentale	9	CMI 5
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Jérémy BONNEFOY		Ecrit	2	2,5

FI = Formation Initiale. FA = Formation en Alternance.

Au terme des cinq semaines de cours, les étudiants de 5<sup>ème</sup> année du Cours de Master Ingénierie d'Economie, Finance Quantitative et Statistique (CMI-EFiQuaS) :

- (i) connaîtront les concepts mathématiques nécessaires à l'étude des phénomènes aléatoires dépendant du temps (mouvement brownien, intégrale stochastique, processus et lemme d'Itô, etc.)
- (ii) sauront utiliser ces notions dans le cadre de la mise en œuvre d'un modèle simple de valorisation de produits financiers à sous-jacent « action » (modèle de « Black & Scholes »)
- (iii) Les étudiants seront également capables d'adapter les éléments vus en cours aux différents champs d'application possibles (à savoir l'économie, la finance, l'assurance ou l'analyse du signal), de développer les modélisations nécessaires et d'en réaliser l'analyse.

La compréhension des concepts présentés lors du cours de calcul stochastique suppose une bonne maîtrise du calcul et de la théorie des probabilités.

Mathématiques financières				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
15	0	Fondamentale	9	CMI 5
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Serge TABACHNIK		Ecrit	2	2,5

D'une durée de 15 heures, à raison de 3 heures par séance, le cours de mathématique financières s'adresse aux étudiants de 5<sup>ème</sup> année du Coursus Master en Ingénierie d'Economie, Finance Quantitative et Statistique. Il couvre de nombreux concepts liés à la gestion obligataire.

- (i) Introduction aux marchés obligataires internationaux (secteurs, taille, caractéristiques, politiques monétaires, etc.)
- (ii) Valorisation par le principe de la règle du prix unique et du concept de non-arbitrage via les facteurs d'actualisation
- (iii) Estimation et caractéristiques de différentes courbes de taux (*spot*, *forward* et parité)
- (iv) Calcul des rendements et marges actuariels
- (v) Mesures de risque et principes de couverture (DV01, duration, convexité, etc.).

Data-mining				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
15	0	Fondamentale	9	CMI 5
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Maria RIFQI		Projet	2	2,5

À la fin des 5 séances de 3 heures, les étudiants de 5<sup>e</sup> année du Coursus Master en Ingénierie Économie, Finance Quantitative et Statistique (CMI-EFiQuaS) seront en mesure de :

- (i) Exprimer la théorie et les méthodes vues en cours et expliquer dans quel contexte celles-ci sont utiles
- (ii) Extraire de la connaissance contenue dans de grands volumes de données à l'aide de logiciels tels que RStudio ou Weka
- (iii) Interpréter les résultats fournis par ces logiciels
- (iv) Décrire les principes des méthodes d'apprentissage supervisé et non supervisé
- (v) Utiliser les méthodes adéquates face à un problème donné
- (vi) Choisir, justifier et mettre en place le meilleur modèle de *machine learning* pour réaliser le traitement souhaité
- (vii) Paramétrer chacun des algorithmes vus en cours
- (viii) Avoir un jugement critique sur les méthodes de fouilles de données en fonction de leur champ d'application.

Analyse discriminante et variables qualitatives				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
15		Fondamentale	9	CMI 5
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Ali SKALLI		Ecrit	2	2,5

A la fin des cinq semaines de cours, les étudiants de 5<sup>ème</sup> année du Cours de Master Ingénierie d'Economie, Finance Quantitative et Statistique (CMI-EFiQuaS) seront en capacité de :

- (i) Distinguer de manière claire et précise entre les différents modèles de variables qualitatives et ce, lorsque, devant un problème économique donné, il leur est demandé d'utiliser le modèle qui convient
- (ii) Estimer ces modèles avec rigueur lorsqu'en présence de données réelles, il est question d'en estimer les paramètres et de réaliser des tests quant à la significativité de ces derniers
- (iii) d'établir les liens appropriés entre les différentes catégories de modèles de variables qualitatives et ce, lorsque le problème étudié l'exige.

La clarté et la précision avec laquelle les étudiants distingueront entre les différents modèles qualitatives se mesure à leur capacité de justifier, au vu du problème étudié, les raisons pour lesquelles leur choix porte sur tel modèle et non sur un autre.

Pour être considérée comme rigoureuse, l'estimation du modèle doit reposer sur :

- (i) La capacité de l'étudiant d'écrire la fonction de vraisemblance appropriée et d'estimer les paramètres du modèle en la maximisant en utilisant les données qui lui sont fournies
- (ii) La capacité de l'étudiant d'inférer des paramètres estimés, les effets marginaux
- (iii) La capacité de l'étudiant de réaliser des tests d'hypothèses quant aux paramètres estimés, ce qui suppose qu'il est en mesure d'estimer les variances et covariances des paramètres, à partir de la connaissance de la fonction de vraisemblance.

Pour que le lien entre deux modèles de variables qualitatives soit approprié, il est nécessaire que l'étudiant sache distinguer entre eux selon que :

- (i) La variable qualitative d'intérêt est expliquée ou explicative et, dans ce dernier cas, selon qu'elle est exogène ou endogène
- (ii) Les données sont groupées ou individuelles
- (iii) Le but est de réaliser une analyse discriminante ou de tester une hypothèse donnée.

**BLOC ANNEXE**  
**(Ouverture Socio-Economique et Culturelle)**

Anglais financier				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
0	25	Fondamentale	9	CMI 5
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Marc ELINE		Ecrit + CC	2	2,5

Au terme des 25 heures de cours, les étudiants de dernière année (M2) du cursus de Master d'Ingénierie en Economie, Finance Quantitative et Statistiques (CMI – EFiQuas) seront en mesure de :

- (i) Disposer des connaissances permettant de comprendre et de s'exprimer (écrit-oral) en anglais général et anglais de spécialité (anglais économique et financier) dans un contexte professionnel de début de carrière, au niveau « analyste *junior* »
- (ii) Comprendre et s'adapter au discours et à la culture spécifiques des milieux professionnels du conseil et de la finance
- (iii) Connaître et appliquer un ensemble de compétences comportementales (*soft skills*) attendues dans les milieux professionnels anglo-saxons, notamment en matière de communication, communication non verbale et interactions de groupe.

La maîtrise au niveau Master de l'anglais général et de l'anglais financier suppose des compétences de compréhension et d'expression reposant sur l'acquisition de la terminologie adéquate (ex : terminologie de la comptabilité anglo-saxonne, principaux produits et services financiers, abréviations courantes en banque-finance, expressions idiomatiques), de la grammaire et de la syntaxe permettant une communication répondant aux attendus de l'entreprise.

La compréhension de la culture de la banque-finance et la mise en œuvre d'un discours adapté suppose la maîtrise des notions d'*understatement* et de *hedging*, la connaissance des valeurs propres au milieu de la banque d'investissement et, dans le cadre d'une visée d'insertion professionnelle, la capacité à rédiger un CV/profil convaincant et à répondre efficacement à une batterie de tests ou de questions - en ligne via un système d'analyse prédictive, ou en présentiel - relatives à la motivation et à l'expérience du candidat.

Enfin, une application professionnellement crédible des *soft skills* attendus repose sur la connaissance et la pratique régulière - en anglais - de la communication verbale et non verbale en contexte professionnalisant (présentations, seul ou en groupe, gestion des questions), de la prise de décision collective (étude de cas, simulation) ainsi que sur une sensibilisation à la résolution de problèmes faisant appel à des techniques créatives.

Marketing quantitatif				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
15	0	Optionnelle	9	CMI 5
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
			1	1,25

--

**BLOC CONNEXE**  
**(Ouverture Scientifique et Technologique)**



Python avancé				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
15	0	Optionnelle	9	CMI 5
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Jérémie CABESSA		Ecrit	1	1,25

Le cours de « Python avancé » est un cours de programmation qui se focalise principalement sur la compréhension et l'implémentation de modèles de *machine learning* (ou apprentissage automatique) en langage Python. Au terme des 15 heures de cours, les étudiants de 5<sup>e</sup> année du Coursus Master en Ingénierie Économie, Finance Quantitative et Statistique (CMI EFiQuaS) seront capables de :

- (i) Maîtriser les éléments de base du langage Python
- (ii) Maîtriser la théorie relative à divers modèles de *machine learning*
- (iii) Implémenter divers modèles de *machine learning* en Python dans des cas pratiques
- (iv) Utiliser les trois bibliothèques de Python suivantes :
  - « pandas » pour l'analyse et la manipulation des données
  - « numpy » pour le calcul scientifique
  - « scikit-learn » pour l'implémentation de modèles de *machine learning*
- (vi) Approfondir l'apprentissage de Python de manière autonome.

Les éléments de base du langage Python qui auront été acquis ou consolidés au cours de cet apprentissage sont : les types de bases (entiers, flottants, Booléens, chaînes de caractères), les structures de données composites (listes, tuples, dictionnaires), les boucles (for, while), les tests conditionnels (if) et les définitions de fonctions. Les étudiants auront également acquis une certaine expérience de programmation orientée objet (classes et objets, héritage et polymorphisme).

Les concepts théoriques relatifs au *machine learning* qui sont abordés sont les suivants : apprentissage supervisé vs apprentissage non-supervisé, méthodes de régression et méthodes de classification, erreurs réductibles et irréductibles, surapprentissage (*overfitting*), dilemme biais-variance (*bias-variance trade-off*), modèles linéaires et non-linéaires de régression (régression linéaire classique, GAMs, régressions Ridge, LASSO et Elastic-Net, Support Vector Machine, arbres de décision, etc.), modèles linéaires, non-linéaires et outils de classification (k plus proches voisins (KNN), régression logistique, LDA, QDA, GAMs, arbres de décision, etc., matrice de confusion, précision et rappel, métrique ROC), et techniques d'échantillonnage (validation croisée).

Du point de vue pratique, les étudiants sont confrontés à l'implémentation concrète de modèles de *machine learning* en Python. Ces cas pratiques comprennent des problèmes de régression ainsi que des problèmes de classification. L'implémentation globale d'un modèle de *machine learning* implique généralement une phase préalable de traitement des données, par le biais de la bibliothèque « pandas », suivie de l'implémentation des modèles proprement dits, via la bibliothèque « scikit-learn ». La librairie de calcul scientifique « numpy » sera également abordée.

Au terme de ce cours, les étudiants sont capables d'approfondir leurs connaissances en *machine learning* et en Python de manière autonome.

Big Data & Open Data				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
15	0	Optionnelle	9	CMI 5
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Patrick BURY		Oral + CC	1	1,25

A la fin des 15 heures de cours, les étudiants de 5<sup>ème</sup> année du Coursus de Master Ingénierie d'Economie, Finance Quantitative et Statistique (CMI-EFiQuaS) seront en mesure de :

- (i) Comprendre et être capable d'estimer les cas d'usage du *Big Data*
- (ii) Comprendre et être capable de traiter un gros volume de données avec les outils adaptés (par exemple, MapReduce)
- (iii) Connaître les principales bases de données type NoSql ainsi que les bases de type graphe
- (iv) Connaître et avoir utilisé les offres de service Cloud des principaux fournisseurs
- (v) Connaître les principales notions réglementaires liées à l'*Open Data*, comprendre l'enjeu et être capable (par la pratique) d'en exploiter les données.

Concernant la partie *Open Data*, les étudiants comprendront les principales règles de mise à disposition de données publiques et disposeront de quelques pistes pour exploiter ces données et enrichir celles qui sont déjà disponibles en entreprise.

Concernant la composante *Big Data*, la plus importante en volume, les étudiants sauront distinguer les principaux cas d'usages de ces méthodes, choisir une infrastructure (en prenant en compte de nombreux critères de choix) et mettre en œuvre la principale méthode de calcul utilisée (MapReduce).

Enfin ils auront découvert les principales bases de données disponibles, en particulier les grandes bases NoSql et leurs cas d'usage.

Data Visualization sous R				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
15	0	Optionnelle	9	CMI 5
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Karim LARID		Ecrit	1	1,25

R est un logiciel de traitement statistique des données. C'est un langage interprété avec une grande variété de bibliothèques disponibles dans le logiciel de base (notamment de fonctionnalités statistiques) et il est possible d'y ajouter de nouvelles. R permet aussi d'utiliser des modules externes compilés (sous forme de DLL par exemple). S'agissant d'un cours de programmation, l'objectif est ici d'apprendre à programmer en tirant profit des particularités de R, notamment graphiques.

A la fin des cinq cours, les étudiants de 5ème année du Coursus de Master Ingénierie d'Economie, Finance Quantitative et Statistique (CMI-EFiQuaS) auront la capacité d'analyser, mettre au format et retraiter des données brutes avec le langage R.

La part théorique et magistrale du cours est restreinte au cours d'introduction et la majeure partie du cours est sous forme de travaux pratiques, avec un jeu de données à analyser pour chaque cours. Une part importante est liée à la mise en forme et l'interprétation des graphiques et la construction de graphiques complexes (data visualisation).

Le cours se basera sur l'approche tidyverse de manipulation et d'interprétation des données.

Langage C				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
15	0	Fondamentale	9	CMI 5
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Dominique TACHAT		Ecrit	2	2,5

Ce cours de 15h présente aux étudiants de 5<sup>ème</sup> année du Coursus Master en Ingénierie d'Economie, Finance Quantitative et Statistique (CMI-EFiQuaS) les concepts de base du langage de programmation C. Au cours de ce module, les étudiants sont amenés à programmer sur l'application *Dev C++*.

A l'issue de cette formation, les étudiants sont en mesure de :

- (i) Définir des variables de type standard (entier, flottant, tableau)
- (ii) Appliquer les fonctions d'entrée sortie *printf* et *scanf*
- (iii) Appliquer les structures de contrôle : la structure conditionnelle *if*, les boucles *for* et *while*, le branchement conditionnel *switch*, les ruptures de séquence *return*, *break* et *continue*.
- (iv) Décomposer le programme en fonctions qui utilisent des variables globales ou locales, avec une transmission des paramètres par valeur ou adresse (approche pointeur)
- (v) Créer des fonctions récursives
- (vi) Utiliser des tableaux à une ou plusieurs dimensions
- (vii) Utiliser les pointeurs en lieu et place du concept du tableau
- (viii) Optimiser l'espace mémoire en utilisant le concept de l'allocation dynamique de mémoire qui permet de créer des tableaux, dont la taille est variable, en fonction des besoins et de libérer cette mémoire après utilisation (Instructions *malloc*, *calloc* et *free*)
- (ix) Appliquer des algorithmes de base.

Langage C++				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
15	0	Optionnelle	9	CMI 5
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Dominique TACHAT		Ecrit	1	1,25

Ce cours de 15h présente aux étudiants de 5<sup>ème</sup> année du Coursus Master en Ingénierie d'Economie, Finance Quantitative et Statistique (CMI-EFiQuaS) les concepts de base du langage de programmation C++. Au cours de ce module, les étudiants sont amenés à programmer sur l'application *Dev C++*.

A l'issue de cette formation, les étudiants auront consolidé leurs connaissances acquises précédemment en langage C, particulièrement sur l'utilisation des pointeurs, et seront en mesure, par ailleurs, de :

- (i) Appliquer les flots d'entrée sortie *cin* et *cout*
- (ii) Dans le domaine des fonctions :
  - Créer des fonctions avec une transmission de paramètres par référence, une transmission de paramètres par défaut
  - Utiliser des variables statiques dans une fonction
  - Créer des fonctions *inline*
  - Appliquer le principe de surdéfinition ou surcharge de fonction
- (i) Optimiser l'espace mémoire en utilisant le concept de l'allocation dynamique de mémoire qui permet de créer des tableaux, dont la taille est variable, en fonction des besoins et de libérer cette mémoire après utilisation (Instructions *new* et *delete*)
- (ii) Utiliser des variables de type structure, les structures définies pouvant être dotées ou non de fonctions membre
- (iii) Définir des classes d'objets pouvant être dotées des fonctions membres *constructeur* et *destructeur* et appliquer le principe d'héritage de classes.

Introduction to MATLAB				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
15	0	Optionnelle	9	CMI 5
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
Lionel PERRET		CC	1	1,25

Ce cours en anglais apprend aux étudiants à :

- (i) Connaître l'environnement Matlab : command window, scripts, Livescripts et Apps
- (ii) Manipuler les variables (entières, fractions, matrices, caractères, ...) et les calculs
- (iii) Faire de la programmation avec blocs de conditions et des boucles
- (iv) Créer des fonctions
- (v) Faire des graphiques
- (vi) Importer des données depuis Excel.

Text-mining et analyse des réseaux sociaux				
Volume horaire		Unité d'Enseignement	Semestre	Niveau
Cours	TD			
15	0	Optionnelle	9	CMI 5
Enseignant		Evaluation	Coefficient	ECTS
A. PAPPÀ		CC + projets	1	1,25

Le cours consiste à enseigner les notions de base de l'analyse textuelle : recherche de l'information, extraction de l'information, outils et traitements. L'implémentation se fait sur un corpus créé à partir du web (réseaux sociaux : forums, blogs, etc.).

A la fin des cinq semaines de cours, les étudiants de 5<sup>ème</sup> année du Coursus Master en Ingénierie d'Economie, Finance Quantitative et Statistique (CMI-EFiQuaS) seront en capacité de créer automatiquement un corpus via le web et « baliser » les informations sur le contenu selon leurs besoins pour procéder à la création d'un *dataset* pour l'apprentissage automatique.

Création corpus et réseaux sociaux :

- (i) Outils de *crawling* et *scraping*
- (ii) Filtres et requêtes
- (iii) Constitution corpus et *dataset*.

Analyse et traitement de données textuelles :

- (i) Type d'analyse des données textuelles (morphologique, syntaxique et sémantique/pragmatique)
- (ii) Traitement statistique, probabiliste
- (iii) Outils de traitement, n-grams, TF-IDF
- (iv) Exemple d'analyse robuste : Entités Nommées.