



FORMATION D'INGENIEUR DE L'ENSIIE  
SOUS STATUT ETUDIANT

**BROCHURE DES ENSEIGNEMENTS**

2017–2018

**Table des matières**

Le Tronc Commun : les semestres 1 et 2.....	6
Semestre 1.....	7
[IPI] Programmation impérative.....	8
[MOM] Outils mathématiques.....	9
[IBD] Conception de bases de données relationnelles.....	11
[OSS] Outils et Services d'un Système d'Exploitation.....	13
Système d'exploitation.....	13
[MAN] Analyse Numérique.....	15
[MPR] Probabilités.....	17
[MTG] Graphes et optimisation.....	18
[ECO1] Économie gestion.....	19
Macro-économie.....	19
Gestion comptable et financière.....	20
Droit civil et bancaire.....	21
[LVFH1] Langues vivantes et formation humaine.....	22
Langue vivante 1 : anglais.....	22
Langue vivante 2.....	23
La communication au service de l'étudiant.....	24
[MCI] Compléments : Calcul Intégral.....	25
[MSM] Compléments : soutien en mathématiques.....	26
Semestre 2.....	27
[IPFL] Logique et introduction à la programmation fonctionnelle.....	28
Introduction à la programmation fonctionnelle.....	28

Logique.....	29
[PWR] Programmation web et Réseaux de Données.....	30
Programmation web.....	30
Réseaux de données.....	30
[ILO] Langages objets.....	32
[MST] Statistiques.....	33
[OPTI] Optimisation mathématique.....	34
[PROJ] Projets informatique et mathématique.....	35
Projet informatique.....	35
Projet Web.....	35
Projet mathématique.....	36
[ECO2] Économie gestion.....	37
Micro-économie.....	37
Analyse financière en banque et entreprise.....	38
Initiation à l'entrepreneuriat.....	39
[LVFH2] Langues vivantes et formation humaine.....	40
Langue vivante 1 : anglais.....	40
Langue vivante 2.....	41
La communication au service de l'étudiant.....	42
[MTEF] Compléments : Topologie et espaces de fonctions.....	43
Les semestres 3 et 4.....	44
Semestre 3.....	45
[IAC] Assembleur et Compilation.....	46
Assembleur.....	46
Compilation.....	47
[PIMA] Projet Informatique et Méthodes Agiles.....	49
[PP] Programmation Parallèle.....	50
Introduction à la programmation MPI.....	50
Programmation MPI avancée et réseaux rapides.....	51
[MICRO-ARCHI] Micro-architecture.....	52
[LSF-VVL] Langages formels, Vérification et Validation du Logiciel.....	54
Langages et systèmes formels.....	54
Validation et Vérification du logiciel.....	55
[IPF] Programmation fonctionnelle.....	56
[IGL] Génie Logiciel.....	57
[SE1] Systèmes d'exploitation 1 (Architecture et Noyau).....	59
[SRM] Sécurité réseau et middleware.....	61
[MRO] Recherche opérationnelle.....	62
[MAD] Analyse de données.....	64
[MOOC3] MOOC.....	65
[PST] Processus stochastiques.....	66
[PAP] Programmation Avancée et Projet.....	67
[MRR] Méthodes de Régression Régularisées.....	68
Régression avancée.....	68
Projet modélisation en R.....	69
[ECO3] Économie gestion.....	70

Introduction aux marchés financiers.....	70
Modélisation macro-économique.....	71
Savoir manager: les fondamentaux pour devenir un bon chef de projet.....	72
Droit civil et informatique.....	73
[LVFH3] Langues vivantes et formation humaine.....	75
Langue vivante 1 : anglais.....	75
Langue vivante 2.....	76
La communication au service de l'entreprise.....	76
Semestre 4.....	78
[ANU] Conception d'une œuvre numérique.....	80
[ASN] Algorithmes semi-numériques.....	81
Arithmétiques entières.....	81
Arithmétiques polynomiales.....	82
[CAL] Modèles de calculs.....	83
[CORO] Compléments et outils de recherche opérationnelle.....	84
[CC] Creative Coding.....	86
[IA1] Intelligence Artificielle.....	88
Intelligence artificielle .....	88
Programmation logique : prolog.....	89
Intelligence artificielle distribuée.....	89
[PRB] Pattern Recognition and Biometrics.....	91
[IMF] Instruments et modèles financiers.....	92
Modèles discrets en finance.....	92
Instruments financiers.....	93
[IRA] Images et réalité augmentée.....	94
Vision artificielle et réalité augmentée.....	94
Projet de réalité augmentée.....	95
[LOA] Langages objets avancés.....	96
Concepts objets avancés.....	96
Projet.....	97
[MCS] Calcul stochastique.....	98
[ANEDP] Analyse des Equations aux Dérivées Partielles.....	99
[MFDLS] Méthodes formelles pour le développement de logiciels sûrs.....	100
[MESIM] Méthodes de simulation.....	101
Méthodes de simulation.....	101
Méthodes de Monte Carlo Séquentiel.....	102
[MOST] Modélisation statistique.....	103
Introduction à l'apprentissage statistique.....	103
Séries Temporelles.....	104
[RIAL] Réseaux IP et administration LAN.....	105
Administration d'un LAN.....	105
Réseaux IP.....	105
[PBT] Parallélisme à base de THREAD.....	107
Modèle programmation Pthread.....	107
Modèle programmation OpenMP.....	108
[RDH] Réseaux pour Datacenter HPC.....	109

Notions spécifiques aux réseaux Datacenter/HPC NRD.....	109
Technologies et exemples d'architectures TEA.....	110
[SFP] Systèmes de Fichiers Parallèles.....	111
Architectures des SFP.....	111
Architectures du futur.....	112
[AUTO] Automatique.....	113
[RVIG] Réalité virtuelle et informatique graphique.....	114
Fondements de la Réalité Virtuelle (RV).....	114
Informatique Graphique (IG).....	115
Projet de réalité virtuelle et informatique graphique.....	115
[MOOC4] MOOC.....	117
[SE2] Systèmes d'exploitation 2.....	118
Architecture.....	118
Projet noyau.....	118
[SIP1,SIP2] Système d'Information Privacy by Design 1 et 2.....	120
[SSI] Sécurité des systèmes d'information.....	121
[SRP] Sécurité des réseaux et des protocoles (SEC-CEA).....	122
[PRR] Projet Recherche.....	124
[ARMA] Architecture matérielle.....	125
[ECO4] Économie gestion.....	126
Brevets d'invention – Protection des logiciels.....	126
Stratégie des grandes entreprises.....	127
Gestion des ressources humaines.....	128
Droit et économie du logiciel libre.....	129
[LVFH4] Langues vivantes et formation humaine.....	130
Langue vivante 1 : anglais.....	130
Langue vivante 2.....	131
La communication au service de l'entreprise.....	131
Le semestre 5.....	133
[TCJES] Tronc commun : jeu d'entreprise et séminaires.....	135
Jeu d'entreprises.....	135
Séminaires professionnels et scientifiques.....	136
[TCEFH] Tronc commun : économie et formation humaine.....	137
Management de projet.....	137
Marketing appliqué au NTIC.....	138
[LVFH5] ANGLAIS.....	139
[PDS] Python for Data Science.....	140
[GPA] Gestion de projet avancée.....	141
Gestion de projet.....	141
Les Métriques de l'Informatique.....	142
[SIR] Systèmes interagissant en réseaux [JIN].....	144
[IEC] Interactions et Capteurs [JIN].....	147
[MER] Modélisation et Rendu [JIN].....	148
[MOOC5] MOOC.....	149
[MSC] Modélisation Stochastique et Contrôle.....	150
Modèles de courbes de taux.....	150

Contrôle stochastique.....	150
[IRF] Instruments et Risques Financiers.....	152
Couverture et gestion des risques.....	152
Instruments financiers II.....	153
[MGMT] Management.....	154
Savoir manager pour devenir un bon chef de projet.....	154
Management des systèmes complexes « SI - Humains ».....	155
[MSA] Modélisation Statistique Avancée.....	157
Survival and Longitudinal Data.....	157
Deep Learning.....	158
[MAL] Machine Learning.....	159
[MNF] Méthodes numériques pour la finance.....	161
[MCS2] Calcul stochastique avancé.....	163
[NTOE] Nouvelles technologies et organisation des entreprises.....	164
[OPTI1] Optimisation 1.....	166
Complexité des algorithmes.....	166
Recherche opérationnelle.....	167
[OPTI2] Optimisation 2.....	168
Conception et optimisation des réseaux.....	168
Étude de cas.....	169
Méthodes polyédriques.....	169
[PROG1] Programmation raisonnée 1.....	171
Preuve formelle mécanisée.....	171
Sémantique des langages de programmation.....	172
[PROG2] Programmation raisonnée 2.....	173
Analyse statique.....	173
Projet.....	174
[SEC1 & SEC2] Sécurité.....	175
[WIA] Web sémantique et intelligence : analyse et fouille de textes.....	176
Analyse et fouille de textes.....	176
[RIIA] Recherche d'Information et Intelligence Artificielle.....	178
Recherche d'information multimedia.....	178
Apprentissage automatique.....	179

## Le Tronc Commun : les semestres 1 et 2

Les premier et deuxième semestres sont entièrement composés d'unités d'enseignement qui constituent le *tronc commun de la formation ingénieur ENSIIE*. Ils visent à fixer des bases théoriques et scientifiques fortes sur lesquelles les élèves pourront s'appuyer pour développer leur formation d'ingénieur et construire leur projet. L'objectif de ces semestres est ainsi de fournir la *compréhension* d'outils dont les futurs ingénieurs auront à se servir pour innover et résoudre de nouveaux problèmes. Les élèves y acquièrent les concepts fondamentaux en mathématiques et informatique. Ils sont également initiés à l'économie, à la gestion et aux problèmes de droit.

Un large éventail de langues vivantes est proposé, en plus de l'anglais, pour faciliter et favoriser une ouverture internationale forte. Les cours d'anglais et de langues vivantes sont obligatoires en 1ère et 2ème année.

Des enseignements complémentaires de mathématiques sont également dispensés. L'UE MSM (Soutien en Mathématiques) permet de renforcer les connaissances de certains élèves afin de garantir au mieux leur succès dans la suite de la formation. Les élèves qui souhaitent approfondir leur connaissance en mathématiques pourront s'inscrire en licence de mathématiques en bi-cursus et suivre les UE MCI (Calcul Intégral) et MTEF (Topologie et Espaces de Fonctions) en S1 et S2 respectivement.

Les unités d'enseignement (UE) techniques demandent 42h de présentiel et valident 4 ECTS par UE, les UE de formation humaine/langue/économie-gestion demandent 45h30 de présentiel et valident 3 ECTS par UE.

Les UE se déroulent généralement sur 12 semaines (3,5h par semaine) sur l'ensemble du semestre, ou sur 6 semaines (7h par semaine) sur une moitié de semestre (1ère moitié ou 2ème moitié).

## Semestre 1

### Organisation.

<b>Enseignements Obligatoires</b>	Programmation Impérative (IPI) ou Outils mathématiques (MOM)	Probabilités (MPR)	Concept de bases De données Relationnelles (IBD)	Economie et Gestion (ECO1)
	Analyse Numérique (MAN)	Graphe et Optimisation (MTG)	Outils et Services d'un Système d'Exploitation (OSS)	Langues vivantes Formations Humaines (LVFH1)
<b>Enseignements Complémentaires</b>	Calcul Intégral (MCI)		Soutien en mathématiques (MSM)	

TABLE 1 : Les différentes UE d'enseignements du S1

---

## **[IPI] Programmation impérative**

*Responsable de l'UE*

Ahmed Habbani

*Prérequis*

Aucun

*Évaluation (1re session)*

Un projet (1/3) + contrôle continu (2/3)

*Évaluation (2e session)*

Un examen sur table qui remplace tout

*Découpage*

- Cours : 8 séance(s)
- TD : 4 séance(s)
- TP : 12 séance(s)

*Objectifs*

Le cours a pour ambition de donner aux élèves la possibilité de choisir ou concevoir la structure de données adaptée à la résolution de leur problème et ensuite de choisir le langage et le style de programmation les plus confortables pour l'exploiter dans le cadre d'une démarche d'ingénieur. Le cours de programmation impérative introduit les structures de données modifiables et les effets de bord. Il précède le cours de programmation fonctionnelle organisé autour de la notion de structure de données persistante.

*Contenu*

Modèle mémoire, base de la syntaxe, structures statiques : tableaux, algorithmes sur les tableaux, structures dynamiques (allocation/libération).



---

## [MOM] Outils mathématiques

*Responsable de l'UE*

Christophe Mouilleron

*Prérequis*

Aucun

*Évaluation (1re session)*

Contrôle continu

*Évaluation (2e session)*

Examen écrit

*Découpage*

- Cours : 12 séance(s)
- TD : 12 séance(s)

*Objectifs*

L'objectif est d'offrir aux étudiants une base solide en mathématiques qui leur permettra d'aborder plus sereinement les autres enseignements de mathématiques et d'informatique. Certaines notions mathématiques utiles pour un futur ingénieur sont abordées pendant les séances de cours. Ces notions seront ensuite manipulées intensivement par les étudiants lors des séances de travaux dirigés, afin d'en permettre une bonne assimilation.

*Contenu*

L'UE est composée de deux parties (*Analyse* et *Algèbre*) enseignées en parallèle.

Les points suivants seront abordés dans la partie *Analyse* :

- Fonctions d'une variable réelle,
- Étude de comportements asymptotiques, développements limités,
- Intégrabilité, calcul d'intégrales,
- Suites et séries numériques,
- Séries entières,
- Fonctions à plusieurs variables.

La partie *Algèbre* portera, elle, sur :

- Nombres complexes,
- Polynômes,
- Espaces vectoriels, calcul matriciel,

– Réduction d'endomorphismes et applications.

Le contrôle continu sera réalisé sous la forme d'interrogations écrites régulières tout au long du déroulement du module.

---

## **[IBD] Conception de bases de données relationnelles**

*Responsable de l'UE*

Marie Szafranski

*Prérequis*

Aucun

*Évaluation (1re session)*

Examen écrit

*Évaluation (2e session)*

Examen écrit ou oral en fonction de l'effectif

*Découpage*

- Cours : 8 séance(s)
- TD : 7 séance(s)
- TP : 8 séance(s)
- Examen : 1 séance

*Objectifs*

Cette UE a pour objectif de présenter les concepts méthodologiques et techniques des bases de données relationnelles. À la fin de cette UE, les élèves devront être capables de concevoir une base de données relationnelle normalisée, de la créer en garantissant la cohérence et l'intégrité de ses données, et de tirer partie de ses informations.

*Contenu*

1. Introduction : notions générales,
2. Modélisation conceptuelle (diagrammes de classes UML),
3. Modélisation relationnelle,
4. Normalisation des bases de données,
5. SQL : langage de définition, de manipulation et de contrôle des données,
6. SQL avancé : PL/pgSQL (fonctions, curseurs, triggers),

*Bibliographie*

An Introduction to Database Systems. C.J. Date. 8th edition, 2009.

Bases de données : objet et relationnel. Georges Gardarin. 5e édition, 2003.

[http://georges.gardarin.free.fr/Livre\\_BD\\_Contenu/XX-TotalBD.pdf](http://georges.gardarin.free.fr/Livre_BD_Contenu/XX-TotalBD.pdf)

---

## [OSS] Outils et Services d'un Système d'Exploitation

*Responsable de l'UE*

Ivan Augé

*Prérequis*

Aucun

*Objectifs*

Le système d'exploitation est la première couche logicielle d'un ordinateur. Toutes les applications qui tournent sur un ordinateur sont d'abord lancées par le système d'exploitation puis interagissent avec lui pour obtenir leurs entrées et produire leurs sorties. De ce fait, posséder des connaissances solides (savoir ce qu'il est capable de faire et comment il le fait) en système d'exploitation est nécessaire pour pouvoir concevoir et développer des applications performantes.

Ce cours donne les bases essentielles et générales d'un système d'exploitation que sont la gestion des processus, de la mémoire et des systèmes de fichiers.

Ces principes fondamentaux sont illustrés et mis en pratique au cours de nombreux TP sur le système d'exploitation UNIX.

## Système d'exploitation

*Évaluation (1re session)*

Examen

*Évaluation (2e session)*

Examen

*Découpage*

- Cours : 4 séances
- TD : 0 séances
- TP : 19 séances
- Examen : 1 séance

*Objectifs*

*Contenu*

- Fondement (Organisation, Système de protection, Système de fichier, Processus)
- Shell Interactif
- Shell script
- Appel Système (Organisation, MMU, Processus)
- Flux (libc, noyau)

- Appel système de base
- Communication inter-processus (Signaux, FIFO, SHM, Sémaphore)  
Processus (Lourd, Léger, thread POSIX, Contrainte de programmation)

### *Bibliographie*

Ouvrage de référence : man.

---

## **[MAN] Analyse Numérique**

*Responsable de l'UE*

Vincent Torri

*Prérequis*

Aucun

*Objectifs*

La formation initie l'étudiant à l'analyse numérique, en étudiant deux aspects : l'analyse numérique matricielle et l'analyse des équations différentielles ordinaires.

*Évaluation (1re session)*

Projet et examen final (EF)

Note finale =  $\max(0.33 \times \text{Projet} + 0.67 \times \text{EF}, \text{EF})$

*Évaluation (2e session)*

Examen écrit ou oral en fonction du nombre d'élèves concernés

*Découpage*

- Cours : 8 séance(s)
- TD : 10 séance(s)
- TP : 5 séance(s)
- Examen : 1 séance(s)

*Objectifs*

La formation initie l'étudiant à l'analyse numérique, en étudiant deux aspects : l'analyse numérique matricielle et l'analyse des équations différentielles ordinaires. Cette introduction constitue une base pour certains cours de deuxième année, notamment en ce qui concerne l'analyse numérique des équations aux dérivées partielles (page [100](#)). L'analyse numérique des équations différentielles ordinaires est une première approche de discrétisation d'une équation différentielle (cas simple des équations aux dérivées partielles) et donne les outils pour les résoudre. L'analyse numérique matricielle présente des méthodes pour résoudre des systèmes linéaires. Ceux-ci sont utilisés dans les algorithmes de résolution numérique des équations aux dérivées partielles. Dans le cours, les aspects théoriques et algorithmiques sont mis en avant : énoncés et démonstrations des résultats théoriques, ainsi que les algorithmes en pseudo-code.

*Contenu*

Ce module est composé de deux parties. La première partie traite de la résolution

numérique des systèmes linéaires, à l'aide de deux méthodes :

Les méthodes directes et

Les méthodes itératives.

L'aspect algorithmique, ainsi que la complexité, de chacune des méthodes est mis en avant.

La deuxième partie traite de la résolution numérique des équations différentielles ordinaires. Une étude de la méthode d'Euler est faite, suivie de l'étude numérique des méthodes à un pas.



---

## **[MPR] Probabilités**

*Responsable de l'UE*

Vathana Ly Vath

*Prérequis*

Cours complémentaire de Calcul Intégral (MCI) recommandé.

*Évaluation (1re session)*

Examen écrit

*Évaluation (2e session)*

Examen écrit (ou oral si effectif faible)

*Découpage*

- Cours : 11 séance(s)
- TD : 12 séance(s)
- Examen : 1 séance

*Objectifs*

Ce cours a pour but de familiariser les élèves avec les bases de la théorie des probabilités qui seront par la suite utiles pour aborder des cours plus élaborés notamment en modélisation statistique (page 155), processus stochastiques (page 66) et en finance mathématique.

*Contenu*

- Espaces de probabilités,
- Variables aléatoires discrètes (réelles ou vectorielles),
- Variables aléatoires à densité continue (réelles ou vectorielles),
- Fonctions caractéristiques,
- Convergence et Théorèmes limites,
- Vecteurs gaussiens

---

## **[MTG] Graphes et optimisation**

*Responsable de l'UE*

Alain Faye

*Prérequis*

Aucun

*Évaluation (1re session)*

Contrôle continu sur 4 ou 5 points + examen final avec document noté sur 15 ou 16.

*Évaluation (2e session)*

Examen écrit sans document.

*Découpage*

- Cours : 11 séance(s)
- TD : 12 séance(s)
- Examen : 1 séance

*Objectifs*

Ce cours présente les bases de la théorie des graphes qui ouvre un grand champ de modélisation conduisant à des solutions efficaces pour de nombreux problèmes dans divers domaines : planification, logistique, transport... Il aborde également la notion d'optimisation discrète (recherche opérationnelle) et l'algorithmique de graphes.

*Contenu*

- Définitions de base, parcours de graphes,
- Connexité, forte connexité, fermeture transitive,
- Notions de complexité,
- Stabilité, noyaux, coloration,
- Cycles, planarité,
- Arbres, couplage : définitions et algorithmes,
- Chemins optimaux,
- Ordonnancements.

---

## **[ECO1] Économie gestion**

*Responsable de l'UE*

Thomas Lim

*Prérequis*

Aucun

*Module 1*

Macro-économie (Coef. 1)

*Module 2*

Gestion comptable et financière (Coef. 1)

*Module 3*

Droit civil et bancaire (Coef. 0)

### **Macro-économie**

*Évaluation (1re session)*

Contrôle continu (50%) et Examen écrit (50%)

*Évaluation (2e session)*

Examen écrit (ou devoir maison si faible effectif)

*Découpage*

- Cours : 4 séances
- TD : 4 séances
- Examen : 1 séance

*Objectifs*

Initiation à la macroéconomie. Compréhension des nouvelles économiques et interprétations des décisions de politique économique.

*Contenu*

- Chapitre 1 : Introduction à la macro-économie
- Chapitre 2 : L'analyse économique à court terme
  - Section 1 : Le marché des biens et services
  - Section 2 : Le marché de la monnaie
  - Section 3 : Le modèle IS-LM à prix fixe
- Chapitre 3 : L'analyse économique à moyen terme
  - Section 1 : Le marché du travail

- Section 2 : La synthèse : le modèle OA-DA
- Section 3 : La courbe de Phillips

### *Bibliographie*

Blanchard O., Cohen D., Johnson D., 2013, « Macroéconomie », Pearson Education.  
Mankiw G., 2013, « Macroéconomie », De Boeck, 6ème édition.

## **Gestion comptable et financière**

### *Évaluation (1re session)*

Contrôle continu

### *Évaluation (2e session)*

Non rattrapable

### *Découpage*

- Cours : 0 séance
- TD : 8 séances

### *Objectifs*

Présenter la comptabilité comme système d'information à de futurs informaticiens de gestion, appelés à coopérer avec les services comptables des entreprises. Une entreprise, quelle que soit sa taille, est un agent économique qui ne fait pas autre chose que consommer des biens et des services des autres agents économiques et produire des biens et des services pour les autres agents économiques. La comptabilité générale, justement, saisit ces flux, ces mouvements de production et de consommation. L'environnement de l'entreprise, les finalités de l'entreprise, la pérennité de l'entreprise étant constamment remis en question, la comptabilité qui saisit et traite de l'information économique doit bien évidemment s'adapter. Les règles comptables françaises évoluent dans un autre contexte international en pleine mutation avec l'émergence des normes internationales, les IFRS. Le droit comptable est donc adapté pour être plus réactif. Les règles comptables applicables aux comptes annuels des entreprises et notamment des PME ont connu une véritable révolution. Certains fondamentaux de la comptabilité à la française ont été revus.

### *Contenu*

1. Gestion comptable : image fidèle, quatrième directive, normes ; notion de patrimoine ; comptes de bilan ; bilan ; comptes de gestion ; compte de résultat ; organisation comptable ; journal, grand livre, balance ; facturation ; travaux d'inventaire : amortissements, provisions, charges à payer, produits à recevoir... révision d'écritures fondamentales.

2. Gestion financière : compte de résultat fonctionnel et différentiel ; bilan fonctionnel et financier ; ratio ; seuil de rentabilité ; soldes intermédiaires de gestion ; fonds de roulement et besoin en fonds de roulement ; capacité d'autofinancement ; tableau de financement.

## **Droit civil et bancaire**

### *Découpage*

- Cours : 6 séances

### *Objectifs*

- Développer des aptitudes dans la recherche de l'information juridique : étude des sites juridiques tels que Légifrance ; le ministère de la Justice ; Service public ; INPI ; CNIL...
- Rechercher des textes législatifs et effectuer des recherches jurisprudentielles.
- Connaître le système judiciaire français et se familiariser avec le vocabulaire juridique.

### *Contenu*

1. Les cadres juridiques de l'activité bancaire
2. Les fichiers bancaires
3. Le chèque
4. Le crédit à la consommation
5. Le crédit immobilier
6. Le droit au compte
7. Les garanties

---

## **[LVFH1] Langues vivantes et formation humaine**

*Responsable de l'UE*

Laurence Bourard

*Prérequis*

Aucun

*Objectifs*

Améliorer les compétences des étudiants dans deux langues étrangères (anglais et LV2). Appréhender les enjeux de la communication pour mieux s'exprimer et se mettre en valeur, optimiser ses capacités interpersonnelles en situation professionnelle.

*Module 1*

Langue vivante 1 : anglais (Coef. 1)

*Module 2*

Langue vivante 2 (Coef. 1)

*Module 3*

La communication au service de l'étudiant (Coef. 1)

### **Langue vivante 1 : anglais**

*Évaluation (1re session)*

20% : assiduité (note nulle si plus de deux absences sans justification valable)  
40% : contrôle continu (notes obtenues pendant les séances du semestre)  
40% : examen final

*Évaluation (2e session)*

Examen oral ou écrit en fonction du nombre d'élèves concernés

*Découpage*

Cours-TD : 10 séance(s)

*Objectifs*

Permettre aux étudiants de mieux communiquer en anglais. Les préparer au TOEIC (B2-C1) ou au BULATS (B2-C1-C2). Mener l'ensemble des groupes au minimum au niveau B2 du CECRL (Cadre Européen Commun de Référence pour les Langues).

*Contenu*

Travail à partir de documents authentiques pris dans la presse anglophone, extraits d'enregistrements audio et vidéo. Entraînement aux tests de certification. Exercices pratiques variés : prise de parole en continu, conversation en anglais, compréhension

écrite et orale, expression écrite.

## Langue vivante 2

### *Évaluation (1re session)*

20% : assiduité (note nulle si plus de deux absences sans justification valable)

40% : contrôle continu (notes obtenues pendant les séances du semestre)

40% : examen final

### *Évaluation (2e session)*

Examen écrit

### *Découpage*

- Cours : 10 séance(s)

### *Objectifs*

Rendre les étudiants capables de communiquer dans une langue étrangère, au choix :

- Allemand,
- Anglais soutien,
- Arabe (cours à TEM-TSP),
- Chinois,
- Espagnol,
- Français langue étrangère,
- Italien (cours à TEM-TSP),
- Japonais,
- Portugais,
- Russe.

Un test de positionnement a lieu en août pour le FLE, en septembre pour l'allemand, l'arabe, l'espagnol, l'italien et le russe.

L'ENSIIE organise une session annuelle de certification avec le Goethe Institut pour les germanistes de niveau B1 à C2.

A la fin de leur scolarité, les étudiants étrangers non francophones sont censés atteindre le niveau B2 en français.

### *Contenu*

Le professeur de LV2 utilise des documents authentiques ou didactisés, adaptés au niveau et au profil des élèves (articles tirés de la presse, extraits d'enregistrements audio et vidéo).

Les activités portent sur des savoirs et des compétences variés: compréhension de l'écrit et de l'oral, expression écrite et orale, prise de parole en continu, capacité à

prendre part à une conversation, acquisitions lexicales et civilisationnelles, sensibilité interculturelle.

## La communication au service de l'étudiant

### *Évaluation (1re session)*

20% assiduité

Deux absences non justifiées donnent 0 en assiduité, au-delà la note de contrôle continu est divisée par deux.

40% contrôle continu

- Importance de la présence, ponctualité, participation active, apports constructifs à la dynamique du groupe par la réflexion, l'écoute et la créativité.  
- exercices et mises en situation à l'oral

•  
40% contrôle final

devoir sur table (examen écrit)

### *Évaluation (2e session)*

Non rattrapable

### *Découpage*

Cours-TD : 6 séances

### *Objectifs*

1. - Appréhender le monde professionnel dans sa dimension de communication
2. - Se sensibiliser aux différentes formes de communication interpersonnelle
3. - Les expérimenter par des exercices et des mises en situation

### *Méthode*

- Ludique et participative
- Apport d'éléments clefs théoriques et méthodologiques
- Techniques de l'acteur au service de la communication

### *Contenu*

Introduction à la communication en situation professionnelle

La communication orale – quelques fondamentaux

La dimension non verbale

La prise de parole improvisée

La prise de parole préparée

Argumentation et controverse



---

## **[MCI] Compléments : Calcul Intégral**

*Responsable de l'UE*

Dasha Loukianova

*Prérequis*

Bases d'analyse, intégrale de Riemann, intégrale de Riemann généralisée

*Évaluation (1re session)*

Contrôle continu et examen écrit

*Découpage*

- Cours : 10 séances
- TD : 10 séances

*Objectifs*

Familiariser les élèves avec les propriétés de la mesure abstraite et l'intégrale de Lebesgue. Apprendre à appliquer les principaux théorèmes de convergence telle que monotone et dominée. Familiariser les élèves avec la notion de la mesure produit et le théorème de Fubini.

*Contenu*

- Tribus et fonctions mesurables. Mesure.
- Intégrale de Lebesgue et espace  $L^1$ .
- Théorèmes de convergence .
- Mesure produit et théorème de Fubini.
- Application du calcul intégral aux probabilités.

---

## **[MSM] Compléments : soutien en mathématiques**

*Responsable de l'UE*

Christophe Mouilleron

*Prérequis*

Aucun

*Découpage*

TD : 12 séance(s)

*Objectifs*

L'objectif de cette UE est d'aider les étudiants qui ont des difficultés en mathématiques. Les notions posant le plus de problèmes seront reprises afin d'offrir aux élèves plus de temps pour les assimiler. De plus, certains exercices faits dans les TDs d'autres Ues seront recorrectés plus en détail, sur demande des étudiants.

*Contenu*

À la carte, en fonction des demandes des étudiants.

## Semestre 2

### Organisation.

<b>Enseignements Obligatoires</b>	Programmation Fonctionnelle et Logique (IPFL)	Statistiques (MST)	Langages Objets (ILO)	Economie et Gestion (ECO2)
	Programmation Web et réseaux de données (PWR)	Optimisation Mathématique (OPTI)	Projet Informatique Mathématique (PROJ)	Langues vivantes Formations Humaines (LVFH2)
<b>Enseignements Complémentaires</b>	Topologie et espaces de fonctions (MTEF)			

TABLE 2 : Les différentes UE d'enseignements du S2

---

## **[IPFL] Logique et introduction à la programmation fonctionnelle**

*Responsable de l'UE*

Julien Forest

### *Objectifs*

Cette UE permet l'introduction du paradigme de la programmation fonctionnelle d'une part en fournissant les bases logiques nécessaires pour aborder la compréhension et la correction des programmes, un enjeu essentiel en particulier pour des systèmes critiques. Il s'agit donc pour les étudiants d'être en mesure de produire des programmes non-triviaux, en faisant des choix de structures de données adaptés, et de posséder les clefs pour démontrer leur correction.

### *Module 1*

Introduction à la programmation fonctionnelle (Coef. 0.5)

### *Module 2*

Logique (Coef. 0.5)

## **Introduction à la programmation fonctionnelle**

### *Évaluation (1re session)*

Un projet (1/3) + un examen sur table (2/3)

### *Évaluation (2e session)*

Examen qui remplace tout

### *Découpage*

- Cours : 4 séances
- TD : 1 séance
- TP : 6 séances
- Examen : 1 séance

### *Objectifs*

Le cours a pour but d'introduire le paradigme de la programmation fonctionnelle. Faisant suite au cours de programmation impérative qui introduit les données modifiables, il est organisé autour de la notion de structure de données persistante et des itérateurs associés à ces structures. En particulier, on s'attachera à définir les structures les plus couramment utilisées dans le paradigme fonctionnel. En séances de travaux pratiques et dirigés, les élèves sont sensibilisés aux notions de sûreté de fonctionnement et de preuve de programme, plus abordables dans un cadre persistant.

### *Contenu*

- Le cours est illustré dans le langage ocaml.
- Noyau fonctionnel et exceptions,
- Types sommes, types inductifs,
- Ensembles comme : listes, arbres,....

## Logique

### *Évaluation (1re session)*

Examen écrit

### *Évaluation (2e session)*

Examen écrit

### *Découpage*

- Cours : 5 séance(s)
- TD : 6 séance(s)
- Examen : 1 séance(s)

### *Objectifs*

Introduction à la logique formelle et à la notion de preuves.

### *Contenu*

- Le cours débute par une introduction à la notion d'ensemble inductivement défini et de preuves par induction. Les notions d'ordre, de bonne fondation et de preuve par récurrence bien fondée seront également abordées.
- Les deuxième et troisième cours sont consacrés à l'algèbre de Boole puis à la logique propositionnelle, à la déduction naturelle et à la méthode de résolution. Cette partie présente les aspects syntaxiques et sémantiques de la logique classique des propositions. La preuve de correction de la déduction naturelle est présentée et la preuve de complétude évoquée. Les notions de remplacement et d'équivalence sémantique sont présentées.
- Les quatrième, cinquième et sixième cours présentent la logique du premier ordre et les méthodes de preuves liées. Les notions présentées en logique des propositions sont étendues à la logique du premier ordre. Le lien avec la programmation est abordé de manière informelle (isomorphisme de Curry-Howard).

---

## **[PWR] Programmation web et Réseaux de Données**

*Responsable de l'UE*

Anne-Laure Ligozat

*Objectifs*

Les thèmes et compétences abordés dans cette UE sont les principes des échanges de données entre ordinateurs, ainsi que de la programmation web.

*Module 1*

Programmation web (Coef. 0.5)

*Module 2*

Réseaux de Données (Coef. 0.5)

### **Programmation web**

*Évaluation (1re session)*

Examen écrit

*Évaluation (2e session)*

Examen écrit

*Découpage*

- Cours : 4 séances
- TD : 1 séance
- TP : 6 séances
- Examen : 1 séance

*Objectifs*

Apprendre à concevoir et développer des applications web utilisant un serveur de bases de données en architecture n-tiers. Introduction à XML.

*Contenu*

Architecture client-serveur n-tiers, client léger, design pattern MVC, ergonomie IHM, html, php, javascript, sécurité applications web. XML.

### **Réseaux de données**

*Évaluation (1re session)*

Examen écrit

*Évaluation (2e session)*

## Examen écrit

### *Découpage*

- Cours : 4 séances
- TD : 3 séances
- TP : 4 séances
- Examen : 1 séance

### *Objectifs*

L'objet de ce cours est de comprendre les principes de l'acheminement de données sur les réseaux, de comprendre la structuration en couche, la construction d'applications utilisant ces mécanismes.

### *Contenu*

Détails du cours : principes de quelques réseaux physiques, principes de la couche réseau (Internet protocol), principes et utilisation de la couche transport (protocoles UDP et TCP), couche application à travers le protocole HTTP.

---

## **[ILO] Langages objets**

*Responsable de l'UE*

David Roussel

*Évaluation (1re session)*

Examen écrit + TP notés (non rattrapables)

*Évaluation (2e session)*

Examen écrit.

*Découpage*

- Cours : 8 séances
- TP : 15 séances
- Examen : 1 séance

*Objectifs*

Maîtriser les concepts objets et les bases de la modélisation objet au travers des langages Java et C++ et la notation UML.

*Contenu*

- Concepts et Langages Objets (Java et C++),
- Notions de base en UML,
- Illustrations au travers des Design Patterns.



---

## **[MST] Statistiques**

*Responsable de l'UE*

Nicolas Brunel

*Prérequis*

Aucun

*Évaluation (1re session)*

Contrôle Continu (25%) + Projet (25%) + Examen écrit Final (50%)

*Évaluation (2e session)*

Examen écrit

*Découpage*

- Cours : 8 séances
- TD : 10 séances
- TP : 5 séances
- Examen : 1 séance

*Objectifs*

Ce cours est une introduction à la démarche statistique et aux concepts-clés de l'inférence statistique. Nous abordons l'inférence statistique basée sur la vraisemblance et les propriétés des estimateurs classiques (consistance, efficacité et information de Fisher...) pour l'estimation ponctuelle et par ensemble avec les intervalles de confiance (exact et asymptotique). La théorie des tests, approche de Neyman-Pearson, est introduite, dans les cas classiques (simples). Ces différents aspects sont vus théoriquement et aussi sur de vraies données, en utilisant le logiciel R.

*Contenu*

- Théorie de la décision, statistique fréquentiste et bayésienne,
- Estimation, statistique exhaustive, information de Fisher et maximum de vraisemblance,
- Éléments de statistique asymptotique, intervalles de confiance,
- Théorie des tests.

---

## **[OPTI] Optimisation mathématique**

*Responsable de l'UE*

Alain Faye

*Prérequis*

Aucun

*Évaluation (1re session)*

Contrôle continu (1/3) + examen écrit (2/3)

*Évaluation (2e session)*

Examen écrit

*Découpage*

- Cours : 12 séance(s)
- TD : 11 séance(s)
- Examen : 1 séance(s)

*Objectifs*

La programmation mathématique a vu le jour au milieu du vingtième siècle dans le domaine économique. Avec le besoin croissant d'obtenir de bonnes solutions aux problèmes d'ingénierie et la puissance accrue des calculateurs, elle est aujourd'hui utilisée dans tous les secteurs de l'industrie et de l'entreprise (aéronautique, télécommunication, énergie, finance...). Un ingénieur doit pouvoir modéliser un problème d'optimisation, savoir discerner la nature du problème afin de lui appliquer l'algorithme idoine, utiliser un logiciel d'optimisation professionnel et interpréter les résultats. Ce cours propose les bases nécessaires à l'acquisition de ces compétences. Cet enseignement est aussi un prérequis indispensable aux enseignements de recherche opérationnelle et d'optimisation des troisième et cinquième semestres (pages 62 et 166).

*Contenu*

- Programmation sans contraintes : extremum d'une fonction, fonctions convexes et applications, méthodes itératives.
- Programmation sous contraintes : cône tangent, qualification, optimalité sous contraintes, dualité lagrangienne, méthodes primales, méthodes de pénalité et barrière.
- Étude de cas : modèle du portefeuille de Markovitz, initiation à la programmation robuste, utilisation en finance et en énergie renouvelable.

---

## **[PROJ] Projets informatique et mathématique**

*Responsable de l'UE*

Pierre Tellier et Thomas Lim

*Prérequis*

Toutes les UE techniques du S1 et S2.

*Module 1*

Projet informatique (Coef. 2)

*Module 2*

Projet Web (Coef. 1)

*Module 3*

Projet mathématique (Coef. 1)

### **Projet informatique**

*Évaluation (1re session)*

Projet avec soutenance

*Évaluation (2e session)*

Non rattrapable

*Découpage*

- Projet : 12 séance(s)

*Objectifs*

Le projet a pour objectif de faire travailler les élèves en équipe sur un projet comprenant une partie de programmation importante exigeant une bonne coordination entre les étudiants d'un même groupe. Le suivi du projet s'effectue au cours de séances de travail permettant de guider et d'apprécier le travail des membres de chaque groupe.

### **Projet Web**

*Évaluation (1re session)*

Projet

*Évaluation (2e session)*

Non rattrapable

*Découpage*

Projet : 6 séance(s)

*Contenu*

Projet : développement d'une petite application client léger (php- html- javascript- postgresQL).

## Projet mathématique

*Évaluation (1re session)*

Projet avec soutenance

*Évaluation (2e session)*

Non rattrapable

*Découpage*

Projet : 4 séance(s)

*Objectif*

Le projet a pour objectif d'utiliser les connaissances acquises en mathématiques avec les cours de MPR, MAN et MST pour comprendre comment on peut modéliser un problème sous forme mathématiques et le résoudre. Une fois que le problème est écrit sous forme mathématiques il faudra utiliser un logiciel informatique pour en trouver une solution.

---

## **[ECO2] Économie gestion**

*Responsable de l'UE*

Thomas LIM

*Prérequis*

Le cours d'économie gestion du S1.

*Objectifs*

L'objectif est de prendre la mesure des mutations à l'œuvre aujourd'hui dans l'économie nationale et mondiale, en plaçant la problématique Firmes - Nations - Marchés - Territoires au centre de la réflexion. L'économie aujourd'hui est en effet le fruit d'un rapport de force entre ces quatre acteurs :

1. Les firmes d'abord qui jouent le rôle moteur,
2. Les nations qui défendent certains équilibres sociaux et politiques à plus long terme et s'accommodent mal des logiques planétaires et à court terme des firmes,
3. Les marchés qui là encore se conçoivent de manière globale et interconnectée, souvent en temps réel (comme les marchés financiers),
4. Les territoires où sont localisés les individus et les entreprises.

*Module 1*

Micro-économie (Coef. 1)

*Module 2*

Analyse financière en banque et entreprise (Coef. 1)

*Module 3*

Initiation à l'entrepreneuriat (Coef. 1)

### **Micro-économie**

*Évaluation (1re session)*

Examen écrit

*Évaluation (2e session)*

Examen écrit (ou devoir maison si faible effectif)

*Découpage*

- Cours : 8 séances
- Examen : 1 séance

*Objectifs*

Donner les bases de l'environnement économique et présenter les fondements des échanges marchands de l'entreprise. Analyser et prédire le comportement d'agents dans un environnement économique, technique et social donné. Analyser et prédire les interactions sociales entre agents résultant de ces comportements. Analyser le produit de ces interactions, qu'il s'agisse d'institutions chargées de les organiser ou du résultat du jeu de mécanismes d'interaction moins formalisés comme les échanges.

#### *Contenu*

- Introduction : principales notions et concepts de base, les acteurs de l'économie et démarches micro-économique et macro-économique.
- Micro-économie en marchés parfaits : théorie du consommateur (consommation, épargne, offre de travail) ; théorie du producteur (fonction de production, rendements) ; loi de l'offre et de la demande ; optimum et équilibre général, coûts d'opportunité, coûts irrécupérables, coût marginal ; traitement du risque et de l'incertitude.

Micro-économie en marchés imparfaits : monopoles/oligopoles, information imparfaite, intervention publique.

### **Analyse financière en banque et entreprise**

#### *Évaluation (1re session)*

Examen écrit

#### *Évaluation (2e session)*

Examen écrit (ou devoir maison si faible effectif)

#### *Découpage*

- Cours : 8 séances
- Examen : 1 séance

#### *Objectifs*

Ce cours a pour but d'apporter aux élèves ingénieurs une introduction à la banque et à ses métiers, d'approfondir certaines thématiques où le métier d'ingénieur peut jouer un rôle important telles que la gestion des risques, la liquidité et les systèmes d'information. Ce cours sera également l'occasion d'introduire les notions de finance d'entreprise.

#### *Contenu*

- Métiers de la banque : détail, investissement, financement de projet ...
- Organisation et dépendance entre le Front, le Middle et le Back office,
- Modèles mathématiques appliqués à la gestion des risques et à la gestion actif/passif

- Processus et systèmes d'information
- Outils d'analyse d'investissements et la valorisation d'entreprises,
- Structuration des capitaux et les différents types de financements.

### *Bibliographie*

*Finance d'entreprise*, Pierre Vernimmen.

Règlements européens (CRD II, CRD III, CRD IV et CRR)

## **Initiation à l'entrepreneuriat**

### *Évaluation (1re session)*

Contrôle continu fondé sur la participation aux cours et à des exercices donnés aux élèves.

### *Évaluation (2ème session)*

Non rattrapable.

### *Découpage*

- Cours : 6 séances

### *Objectifs*

L'objectif de ce cours est de sensibiliser les élèves au fait qu'un projet peut conduire à la création d'une entreprise (ou de sa gestion au sein d'une structure) en leur donnant les outils conceptuels et méthodologiques nécessaires au montage d'une Start-up et, donc, à la réussite des projets de création d'entreprises et/ou d'activités. Cet enseignement comporte à la fois des cours (apports théoriques et méthodologiques) et le témoignage d'expériences d'entrepreneurs.

### *Contenu*

Comment naissent les idées ; jeunes entreprises et construction du Business Model ; Business Model / chaîne de valeur, définition ; les six indicateurs du Business Model ; de la stratégie à la mise en œuvre opérationnelle : les ventes, modèle de Porter, positionnement de l'entreprise et du modèle économique retenu, choix cible, pertinence de l'offre, différenciation.

---

## **[LVFH2] Langues vivantes et formation humaine**

*Responsable de l'UE*

Laurence Bourard

*Prérequis*

Aucun

*Objectifs*

Progresser dans deux langues étrangères (anglais et LV2).

Appréhender les enjeux de la communication, améliorer ses compétences interpersonnelles en situation professionnelle.

*Module 1*

Langue vivante 1 : anglais (Coef. 1)

*Module 2*

Langue vivante 2 (Coef. 1)

*Module 3*

La communication au service de l'étudiant (Coef. 1)

### **Langue vivante 1 : anglais**

*Évaluation (1re session)*

20% : assiduité (note nulle si plus de deux absences sans justification valable)

40% : contrôle continu (notes obtenues pendant les séances du semestre)

40% : examen final

*Évaluation (2e session)*

Examen oral ou écrit en fonction du nombre d'élèves concernés

*Découpage*

Cours-TD : 10 séances

*Objectifs*

Permettre aux étudiants de mieux communiquer en anglais. Les préparer au TOEIC (B2-C1) ou au BULATS (B2-C1-C2). Mener l'ensemble des groupes au minimum au niveau B2 du CECRL (Cadre Européen Commun de Référence pour les Langues).

*Contenu*

Travail à partir de documents authentiques pris dans la presse anglophone, extraits d'enregistrements audio et vidéo. Entraînement aux tests de certification. Exercices



pratiques variés : prise de parole en continu, conversation en anglais, compréhension écrite et orale, expression écrite.

## Langue vivante 2

### *Évaluation (1re session)*

20% : assiduité (note nulle si plus de deux absences sans justification valable)

40% : contrôle continu (notes obtenues pendant les séances du semestre)

40% : examen final

### *Évaluation (2e session)*

Examen écrit

### *Découpage*

- Cours : 10 séance(s)

### *Objectifs*

Rendre les étudiants capables de communiquer dans une langue étrangère, au choix :

Allemand,

Anglais soutien

Arabe (cours à TEM-TSP),

Chinois,

Espagnol,

Français langue étrangère,

Italien (cours à TEM-TSP),

Japonais,

Portugais,

Russe.

Un test de positionnement a lieu en août pour le FLE, en septembre pour l'allemand, l'arabe, l'espagnol, l'italien et le russe.

L'ENSIIE organise une session annuelle de certification avec le Goethe Institut pour les germanistes de niveau B1 à C2.

A la fin de leur scolarité, les étudiants étrangers non francophones sont censés atteindre le niveau B2 en français.

### *Contenu*

Le professeur de LV2 utilise des documents authentiques ou didactisés, adaptés au niveau et au profil des élèves (articles tirés de la presse, extraits d'enregistrements audio et vidéo).

Les activités portent sur des savoirs et des compétences variés: compréhension de

l'écrit et de l'oral, expression écrite et orale, prise de parole en continu, capacité à prendre part à une conversation, acquisitions lexicales et civilisationnelles, sensibilité interculturelle.

## La communication au service de l'étudiant

### *Évaluation (1re session)*

20% assiduité

Deux absences non justifiées donnent 0 en assiduité, au-delà la note de contrôle continu est divisée par deux.

40% contrôle continu

- Importance de la présence, ponctualité, participation active, apports constructifs à la dynamique du groupe par la réflexion, l'écoute et la créativité  
- exercices et mises en situation à l'oral.

40% contrôle final

Travail rédactionnel sur CV et lettre de motivation.

### *Évaluation (2e session)*

Non rattrapable

### *Découpage*

Cours-TD : 6 séances

### *Objectifs*

- Appréhender le monde professionnel dans sa dimension de communication
- Se sensibiliser aux différentes formes de communication interpersonnelle
- Les expérimenter par des exercices et des mises en situation

### *Méthode*

- Ludique et participative
- Apport d'éléments clefs théoriques et méthodologiques
- Techniques de l'acteur au service de la communication

### *Contenu*

La réunion  
L'annonce et le CV  
La lettre de motivation  
Présentation de soi  
L'entretien

---

## **[MTEF] Compléments : Topologie et espaces de fonctions**

*Responsable de l'UE*

Gilles Lacombe

*Prérequis*

Le cours MCI du S1

*Évaluation (1re session)*

Examen écrit

*Découpage*

- Cours : 14 séances
- TD : 10 séances

*Objectifs*

Donner aux étudiants de première année de l'ENSIIE les bases de la topologie et de l'analyse fonctionnelle correspondant au niveau d'une licence de mathématiques.

*Contenu*

- Rappels : le vocabulaire de base de la topologie.
- Exemples classiques d'espaces de fonctions.
- Compacité.
- Complétude.
- Espaces pré-hilbertiens, espaces de Hilbert.

## Les semestres 3 et 4

Les enseignements de 2ème année (semestres 3 et 4) sont constitués d'enseignements électifs, qui permettront aux élèves-ingénieurs de développer leurs connaissances techniques et scientifiques dans leurs domaines d'intérêt et en accord avec un projet professionnel. Les UE techniques permettent aussi de découvrir des domaines d'applications variées (finance, arts numériques, biométrie...).

Les UEs optionnelles sont réparties en parcours : Parcours Mathématiques Appliquées (probabilités et mathématiques financières, Optimisation, Data Science), Génie Logiciel (architecture logiciel, logiciel sûrs, sécurité), Interactions Numériques (IHM, Réalité Virtuelle et Augmentée).

Ces parcours permettent de préparer la 3ème année, et de suivre éventuellement en 3ème année (en bicursus) un des master de l'Université Paris Saclay.

Chaque semestre, les élèves doivent choisir 6 UE techniques (de 42h, soit 4 ECTS), et suivre aussi une UE d'Economie-Gestion et une UE de Langues et Formation Humaine pour compléter leur formation pluridisciplinaire.

## Semestre 3

### Organisation.

Les élèves doivent choisir 6 UE techniques : 1 UE par colonne. Un élève suit donc 8 UE pendant le semestre 3.

	Gr. 1	Gr. 2	Gr. 3	Gr. 4	Gr. 5	Gr. 6	TC	TC
Choix 1 (anglais)	PIMA	PST	MRR	PAP	MAD	MRO	ECO3	LVFH3
Choix 2		IPF	LSF-VVL	IAC	IGL	SRM		
Choix 3		SE1	PP	ASE	Micro-Archi	IPS		

**TABLE 3 : Les UE d'enseignements du S3**

### Parcours.

Parcours « Mathématiques appliquées » (MA) – Resp. Etienne Chevalier  
PIMA, PST, MRR, PAP, MAD, MRO

Parcours « Génie logiciel » (GL) – Resp. Guillaume Burel  
PIMA, IPF, LSF-VVL, IAC, IGL, SRM/MRO

Parcours « Interactions Numériques » (IN) – Resp. David Roussel  
PIMA, IPF/PST, LSF-VVL/MRR, IAC/PAP, IGL/MAD, MRO/SRM

Parcours « Calcul Intensif et Données Massives » (CIDM) – Resp. Pierre Dos Santos-Uzarralde  
PIMA, SE1, PP, ASE, Micro-Archi, IPS

Parcours « Libre » - Resp. Thomas Lim & Sergio Pulido  
5 UE techniques au choix (parmi Gr.1 à Gr. 6) + UE MOOC3

---

## **[IAC] Assembleur et Compilation**

*Responsable de l'UE*

Ivan Augé

*Prérequis*

Des notions de programmation fonctionnelle et de langages formels sont un plus.

*Objectifs*

Le code binaire exécuté sur les machines peut être représenté de façon lisible par un langage assembleur. Cet UE présente les notions de base de l'assembleur, puis explique comment passer d'un langage de programmation de haut niveau à de l'assembleur grâce à la compilation.

*Module 1*

Assembleur (Coef. 1/2)

*Module 2*

Compilation (Coef. 1/2)

### **Assembleur**

*Évaluation (1re session)*

Examen

*Évaluation (2e session)*

Examen

*Découpage*

- Cours : 3 séances
- TD : 4 séances
- TP : 3 séances
- Examen : 1 séance

*Objectifs*

- Maîtriser les codages binaires usuels.
- Maîtriser les notions de mémoire: alignement, endianness, représentation des données.
- Être capable de traduire un algorithme en assembleur X86.
- Maîtriser les modes d'adressage.
- Maîtriser la notion de pile.
- Être capable de mixer de l'assembleur et un langage évolué

### *Contenu*

- 1) codages binaires usuels (ASCII, ISO, UNICODE, Complément à 2, BCD, flottant IEEE)
- 2) Assembleur X86 32 bits ( Instructions de base, Modes d'adressage, Pile et fenêtre de pile)
- 3) Mixage C/Assembleur (ABI X86 32 bits Linux)

## Compilation

### *Évaluation (1re session)*

Projet

### *Évaluation (2e session)*

Non rattrapable

### *Découpage*

- Cours : 4 séances
- TP : 9 séances

### *Objectifs*

Transformer un ensemble de sources écrites dans des langages de haut niveau en code exécutable par la machine est une tâche complexe chaînant de nombreuses étapes. L'objet de ce module est

- de savoir utiliser une chaîne de compilation,
- de décrire comment sont traduites en langage machine, les principales abstractions des langages de haut niveau,
- de faire découvrir les mécanismes à l'œuvre dans un compilateur. En outre, plusieurs techniques mathématiques utiles dans de nombreux domaines de l'informatique (réécriture, calcul de point fixe, etc.) sont introduites,
- de faire connaître les outils automatisant les premières étapes de la compilation et montrer leur efficacité au cours d'un projet.

### *Contenu*

- 1) Chaîne de compilation (sous Linux)
- 2) Traduction des principaux éléments des langages de haut niveau (instruction de contrôle, fonction, fonctions imbriquées, lien dynamique, généricité)
- 3) Compilation
  - 3.1) Étapes
  - 3.2) Langage, analyse lexicale et syntaxique
  - 3.3) Optimisation (réécriture, code redondant, code mort, allocation des registres)
- 4) Outils

## 5) Projet



---

## **[PIMA] Projet Informatique et Méthodes Agiles**

*Responsable de l'UE*

Guillaume Fradet

*Prérequis*

Aucun

*Évaluation (1re session)*

QCM + Projet

*Évaluation (2e session)*

Non rattrapable

*Découpage*

Cours : 7 séances

TD : 17 séances

*Objectifs*

Maitriser la méthode SCRUM qui est une méthode de gestion de projet agile.

Comprendre les fondements de l'agilité pour bien comprendre et appliquer correctement les méthodes qui en découlent.

Connaitre ces différentes méthodes qui gravitent autour de l'agilité et de SCRUM.

L'objectif est autant de connaitre les concepts que de savoir les appliquer justement.

*Contenu*

Agilité:

Racine ; Manifeste Agile ; Définitions ; Méthodes agiles ; Valeurs et principes.

Scrum : Sources ; L'émergence ; Théorie et définition ; Présentation du framework.

Étude détaillée des pratiques : Backlog ; Pratique des itérations ; Fin de sprint ; Le fini ; Les releases ; Les méthodes liées.

---

## [PP] Programmation Parallèle

*Responsable de l'UE*

Julien Jaeger

*Objectifs*

Programmation parallèle en mémoire distribuée pour le calcul haute performance à l'aide du modèle de programmation MPI

*Module 1*

Introduction à la programmation MPI

*Module 2*

Programmation MPI avancée et réseaux rapides

### Introduction à la programmation MPI

*Évaluation (1re session)*

1 contrôle continu (DST )

*Évaluation (2e session)*

examen (DST)

*Découpage*

Cours : 7h

TD : 12h15

*Contenu*

- Introduction à l'API MPI
- Echanges de message par communication en point à point
- Echanges de message par communication collective
- Description et utilisation des types dérivés
- TD de mise en œuvre des concepts vus en cours
- Plusieurs nœuds de calcul

*Objectifs*

Savoir appréhender les bases de la programmation parallèle avec l'API MPI

## Programmation MPI avancée et réseaux rapides

### *Évaluation (1re session)*

1 contrôle continu (DST)

### *Évaluation (2e session)*

examen (DST)

### *Découpage*

Cours : 7h

TD : 12h15

### *Contenu*

- Lectures et écritures parallèles de fichiers avec MPI-IO
- Echanges de messages par communications unidirectionnelles (RMA MPI)
- Introduction aux réseaux rapides
- Description des APIs disponibles pour les réseaux rapides
- Interactions entre la couche MPI et la couche réseau
- TD de mise en œuvre des concepts vus en cours

### *Objectifs*

Savoir appréhender les fonctionnalités MPI avancées et décrire les interactions entre la couche de communication MPI et les réseaux physiques présents

---

## **[MICRO-ARCHI] Micro-architecture**

*Responsable de l'UE*

Ivan Augé

*Prérequis*

Aucun

*Évaluation (1re session)*

Projet

*Évaluation (2e session)*

Non rattrapable

*Découpage*

Cours : 5 séances

TD : 3 séances

TP : 16 séances

*Objectifs*

Les thèmes et compétences abordés dans cette UE sont :

Circuit intégré

FPGA

Cellules de base

Macro-cellules

Chemin de données, Automate de contrôle

Processeur micro-programmé

Conception de blocs matériel

Communication

pipeline, procrastination

système à BUS

VHDL synthétisable

L'objet de ce cours est d'initier les étudiants à la conception de circuits intégrés.

Le cours présente les briques de base des circuits intégrés, comment les assembler pour construire des processeurs, comment les intégrer dans un système.

La mise en pratique de ces concepts est faite au travers de nombreux travaux pratiques sur des FPGA (circuits intégrés programmables).

Ainsi après ce cours un étudiant devrait être capable d'ajouter une fonction matérielle simple dans un système embarqué et posséder les notions fondamentales pour suivre un master de conception de circuits et de systèmes embarqués.

## *Contenu*

### 1 Circuits intégrés

- 1.1 Introduction
- 1.2 Cellules de base
- 1.3 Macro cellules
- 1.4 Automates
- 1.5 Processeurs

### 2 FPGA

- 2.1 Carte FPGA et Quartus
- 2.2 VHDL: Format général d'une description
- 2.3 VHDL: Types principaux
- 2.4 VHDL: Composants combinatoires (data-flow)
- 2.5 VHDL: Composants séquentiels (process)
- 2.6 VHDL: Composants usuels
- 2.7 Règles typographiques de description d'un processeur

### 3 Travaux pratiques

- 3.1 Prise en main
- 3.3 Décodeur 7 segments
- 3.4 Automate
- 3.5 Diviseur de fréquence
- 3.6 RS232
- 3.7 Mise en place du système embarqué du projet
- ... Projet

---

## **[LSF-VVL] Langages formels, Vérification et Validation du Logiciel**

*Responsable de l'UE*

Catherine Dubois

*Prérequis*

Aucun

*Objectifs*

Cette UE présente les principaux concepts théoriques et pratiques à l'œuvre dans un compilateur. L'étude des langages formels permet de caractériser des classes de langages qui sont reconnaissables mécaniquement. Cela engendre des techniques qui peuvent être utilisées ensuite en compilation pour produire automatiquement des programmes reconnaissant le langage source. Il s'agit donc pour l'étudiant de savoir quand un langage pourra être facilement reconnu, comment utiliser les outils existants pour le reconnaître, et quelles sont les grandes étapes qui transforment ce langage jusqu'à parvenir au code cible.

*Module 1*

Langages et systèmes formels (Coef. 1/2)

*Module 2*

Vérification et Validation du Logiciel (Coef. 1/2)

### **Langages et systèmes formels**

*Évaluation (1re session)*

Examen écrit

*Évaluation (2e session)*

Examen écrit

*Découpage*

Cours : 6 séance(s)

TD : 3 séance(s)

TP : 2 séance(s)

Examen : 1 séance(s)

*Objectifs*

Comprendre la problématique de description des langages au travers de procédés énumératifs (grammaires), algébriques (systèmes rationnels) et de reconnaissance (automates finis). Voir qu'il existe des langages non reconnaissables suivant les procédés. Savoir refaire un Lex : les techniques fondées sur des automates sont en

effet omniprésentes en informatique, savoir comprendre un Yacc, construire des arbres de syntaxe abstraite.

### *Contenu*

Grammaires hors contexte, grammaires régulières et réductions, langages rationnels, automates finis à états (déterministes, non déterministes, minimaux, lemme de pompage). Analyse lexicale, analyses syntaxiques (descendante et ascendante). Arbres de syntaxe abstraite.

## Validation et Vérification du logiciel

### *Objectifs*

L'objet de ce module est d'acquérir les bases des techniques de test et de preuve formelle permettant la vérification systématique et la validation des programmes et systèmes informatiques. Ce module mêle apports fondamentaux et mise en pratique de quelques outils de test et preuve de programmes.

### *Évaluation (1re session)*

Contrôle continu (rendu de TPs, interrogations écrites rapides) (Coef 1)

Examen (Coef 2)

### *Évaluation (2e session)*

Examen

### *Découpage*

Cours : 5 séances

TD : 3 séances

TP : 3 séances

Examen : 1 séance

### *Contenu*

Place de la validation et vérification dans le cycle de développement du logiciel, objectifs, panorama des différentes techniques

Test fonctionnel

Test structurel

Spécification par contrats

Logique de Hoare, preuve de programmes

Introduction aux outils Junit, PathCrawler et à la plateforme Framac

---

## [IPF] Programmation fonctionnelle

*Responsable de l'UE*

Julien FOREST

*Évaluation (1re session)*

Un projet (1/5) + un contrôle continu (1/5) + un examen sur table (3/5)

*Évaluation (2e session)*

Un examen sur table qui remplace tout

*Découpage*

- Cours : 9 séance(s)
- TD : 5 séance(s)
- TP : 11 séance(s)
- Examen : 1 séance(s)

*Objectifs*

Le cours a pour ambition de donner aux élèves la possibilité de choisir ou concevoir la structure de données adaptée à la résolution de leur problème et ensuite de choisir le langage et le style de programmation les plus confortables pour l'exploiter dans le cadre d'une démarche d'ingénieur. Faisant suite au cours de programmation impérative (page 8) qui introduit les données modifiables, il est organisé autour de la notion de structure de données *persistante* ; l'utilisation conjointe des paradigmes étant abordée en programmation avancée (page 28). Ici on s'attachera à casser quelques idées reçues sur le style fonctionnel et à définir des structures caractéristiques en mettant en avant les notions de persistance et l'ordre supérieur. En séances de travaux dirigés les élèves sont sensibilisés aux notions de sûreté de fonctionnement et de preuve de programme, plus abordables dans un cadre persistant.

*Contenu*

Le cours est illustré dans le langage ocaml.

- Noyau fonctionnel et exceptions, - Types sommes, types inductifs,
- Ensembles comme : Liste, ABR, Arbres AVL,
- Structures d'associations, arbres de suffixes, zippers. Itérateurs sur ces structures,
- Un point sur les modules et foncteurs.

Le projet prend la forme d'un problème dont la résolution impose la mise en place et l'exploitation de structures assez avancées.



---

## **[IGL] Génie Logiciel**

*Responsable de l'UE*

David Roussel

*Évaluation (1re session)*

Contrôle continu + projet

*Évaluation (2e session)*

Examen

*Découpage*

- Cours : 9 séances
- TD : 10 séances
- TP : 5 séances

*Objectifs*

L'objet de ce cours est d'initier les étudiants aux principes du Génie Logiciel et de les former à la modélisation et la programmation orientée objets avec UML. Le cours offrira également une sensibilisation à l'ingénierie dirigée par les modèles et aux principes de gestion de projets collaboratifs sous qualité.

A l'issue de cette formation les étudiants devront :

- Connaître les contours du domaine du génie logiciel
- Connaître les principes de développement sous qualité
- Maîtriser les concepts de modélisation structurelle et comportementale UML
- Savoir modéliser une application en UML
- Comprendre SysML et la gestion des exigences
- Connaître quelques patrons d'architecture

*Contenu*

Après une introduction aux principes du génie logiciel et une première sensibilisation à l'ingénierie dirigée par les modèles, le cours visera à en appliquer les principes dans une démarche pédagogique d'initiation par la pratique aux différentes facettes de la modélisation d'applications logicielles.

Une première partie du cours visera donc à explorer les différents types de concepts de modélisation proposés par UML et à les mettre en œuvre sur des exemples concrets. On montrera comment ces modèles peuvent être exploités pour générer du code, de la documentation et/ou être analysés par des outils formels.

Parallèlement une initiation aux principes de développement sous qualité impliquant la

modélisation des exigences, la spécification de cas d'usages et de tests associés ainsi qu'une introduction à la mise en place de moyens de gestion de projet logiciel seront proposés. Ces principes seront illustrés dans deux types de contextes : projets de systèmes critiques soumis à certification avec sensibilisation aux principes des normes, et le cas de projets sous gestion agile (SCRUM) avec l'exemple du projet de développement open-source Papyrus (projet Eclipse). Cette première partie du cours permettra de donner suffisamment d'éléments aux étudiants pour démarrer des équipes projet.

Dans une seconde partie du cours, les étudiants aborderont les concepts plus avancés de modélisation comportementale dans le but de les sensibiliser à la sémantique d'exécution des modèles sous la forme de deux cours-TDs :

- Une introduction au langage Alf et à son utilisation dans le simulateur UML Moka seront illustrés dans le contexte des machines à états UML.
- Une introduction aux aspects de modélisation temps-réel seront illustrés sur l'utilisation conjointe de diagrammes d'activités et de notations permettant d'exprimer des contraintes temps-réel.

Cette sensibilisation sera complétée par une introduction au langage de contraintes OCL permettant d'exprimer des pre et post-conditions exploitables par des outils de vérification. Une application à l'écriture de règles de validation de modèle dans Papyrus sera proposée. Dans une troisième partie du cours une introduction à quelques patrons d'architecture dont le modèle MVC sera proposée.

### *Bibliographie*

UML2 par la pratique, Pascal Roques Eyrolles

<http://www.omg.org/spec/UML/2.5/>

---

## **[SE1] Systèmes d'exploitation 1 (Architecture et Noyau)**

*Responsable de l'UE*

Ivan Augé

*Prérequis*

Notions d'assembleur, de programmation et langage C , système, Unix

*Évaluation (1re session)*

Contrôle continu au cours des TP

*Évaluation (2e session)*

TP noté

*Découpage*

- Cours : 10 séances
- TD : 2 séances
- TP : 12 séances

*Objectifs*

Les thèmes et compétences abordés dans cette UE englobent tout ce qui concerne le bas niveau d'une machine.

Au niveau matériel, les principaux composants d'une machine sont décrits, et comment ils sont organisés et interagissent entre eux.

A mi-chemin entre logiciel et matériel, les supports matériels programmables que fournissent les processeurs pour permettre la réalisation de systèmes fiables et sécurisés, sont décrits.

Au niveau logiciel, les paradigmes des noyaux sont présentés.

Au niveau logiciel, l'implémentation des principales fonctions système du noyau LINUX est étudiée.

Enfin au niveau logiciel, les concepts informatiques de base sont rappelés comme une chaîne de compilation, assembleur, assembleur embarqué.

L'objet de ce cours est de donner aux étudiants une culture système « Qu'est-ce qu'une machine, un OS, un noyau, un système de fichiers, un périphérique, une chaîne de compilation, etc ? Comment tous ces éléments s'agencent pour former un tout cohérent et fonctionnel ? » et d'avoir les bases pour intervenir au niveau noyau « ajout de drivers, ajout de fonctionnalité au travers d'appel système ».

*Contenu*

- 1 Composants des ordinateurs
  - 1.1 Éléments
  - 1.2 Communication

- 1.3 Espace virtuel
  
- 2 Introduction aux processeurs Intel 86
  - 2.1 Présentation
  - 2.2 Mode Réel et 8086
  - 2.3 Mode Protégé et I686
  - 2.4 Système de protection
  - 2.5 Changement de privilège par sysenter/exit
  
- 3 Introduction aux systèmes
  - 3.1 Système d'exploitation
  - 3.2 Système de fichiers
  - 3.3 Disques durs
  - 3.5 Travaux dirigés: Étude du multi-boot LILO
  
- 4 Compilation - Lancement - Initialisation du noyau
  - 4.1 Cours
  - 4.2 Travaux dirigés: Étude de l'initialisation de Linux
  
- 5 Appels système - Commutation de processus
  - 5.1 Organisation d'un système
  - 5.2 Travaux dirigés: Déclenchement de l'appel système
  - 5.3 Travaux dirigés: Processus et scheduling
  - 5.4 Travaux dirigés: Traitement d'un appel système et des signaux
  - 5.5 Travaux dirigés: Création de processus
  - 5.6 Paradigmes de la programmation système

---

## **[SRM] Sécurité réseau et middleware**

*Responsable de l'UE*

Ivan Augé

*Prérequis*

Aucun

*Évaluation (1re session)*

2 examens (coeff. 0.5)

*Évaluation (2e session)*

Examen

*Découpage*

- Cours : 8 séance(s)
- TD : 8 séance(s)
- TP : 6 séance(s)
- Examen : 2 séances

*Objectifs*

Donner aux étudiants les bases théoriques de la cryptographie et des codes correcteurs d'erreurs utilisés dans les réseaux, une introduction aux protocoles de sécurité, les connaissances de base en réseau, un panorama des différents types de middleware, une pratique des outils de middleware les plus courants, une initiation au développement d'applications réparties.

*Contenu*

- Notions de base des réseaux et protocoles usuels,
- Bases mathématiques, cryptographie RSA,
- Codes correcteurs d'erreurs,
- Protocoles de sécurité,
- Besoin de middleware,
- Générateur de PDU,
- RPC,
- Middleware objet.

---

## [MRO] Recherche opérationnelle

*Responsable de l'UE*

Dimitri Watel

*Prérequis*

Graphes et optimisation dans les graphes, optimisation mathématique, probabilités, algorithmique et programmation (fonctionnelle et impérative)

*Évaluation (1re session)*

Devoir maison (2 \* 5 points) + examen écrit (10 points)

Documents autorisés

*Évaluation (2e session)*

Examen écrit

Documents autorisés

*Découpage*

- Cours : 11 séance(s)
- TD : 12 séance(s)
- Examen : 1 séance(s)

*Objectifs*

La Recherche Opérationnelle (RO) est un ensemble de méthodes, de modèles, d'algorithmes et d'outils informatiques ou mathématiques permettant de résoudre des problèmes généralement appliqués dans l'industrie. On trouvera notamment des applications dans les **réseaux** (routage informatique, câblage), le **transport** (de personne ou de produits), la **production de matériel** (organisation des lignes de production, rotation d'équipages), les **marchés économiques** (optimisation de portefeuilles), ... et de manière générale tous les choix techniques ou économiques qu'une entreprise doit faire. La RO est donc une forme d'**aide à la décision**.

Le principe général consiste premièrement à comprendre le problème posé (discuter avec l'humain, le client qui a un problème), deuxièmement à le reconnaître, si c'est le cas, comme un problème de RO et à le modéliser (faire abstraction des explications « floues » et « informelles » en le rationalisant sous une forme mathématique) et troisièmement à le résoudre à l'aide de méthodes ou d'algorithmes de RO connus ou similaires à des méthodes connues.

La RO est une discipline très vaste qui comporte deux grands domaines : les problèmes combinatoires et les problèmes aléatoires. Le but du cours est d'initier les

élèves à ces questions de façon à ce qu'ils soient en mesure de reconnaître un problème de RO et d'avoir quelques idées sur la façon de le traiter. Pour cela le cours abordera les grands problèmes classiques de la RO, de façon précise mais sans les approfondir, en présentant les méthodes ou algorithmes classiques pour les résoudre et les preuves qui permettent de démontrer leur exactitude. Notons que les problèmes de base concernant les chemins optimaux d'un graphe et les ordonnancements sont abordés en première année dans l'UE *théorie des graphes et optimisation dans les graphes*. Un accent particulier sera mis sur l'un des domaines les plus importants de la discipline : la programmation linéaire. Toutes les notions vues en cours de RO pourront être développées dans les UE futures *Complément pour la recherche opérationnelle, Optimisation 1 et Optimisation 2*.

### *Contenu*

Le cours est divisé en deux grandes parties :

1. Optimisation :

- (a) Programmation dynamique déterministe,
- (c) Ordonnement avec contraintes de moyens et ordonnancement d'ateliers,
- (d) Problèmes de flot : flot maximal, coupe minimale et flot maximal de coût minimal,
- (e) Procédures arborescentes, énumération implicite,
- (f) Programmation linéaire, algorithme du simplexe.

2. Processus aléatoires :

- (a) Processus Markoviens, Chaîne de Markov,
- (b) Processus de naissance et de mort et phénomènes d'attente à un et plusieurs guichets,

---

## **[MAD] Analyse de données**

*Responsable de l'UE*

Pierre Dos-Santos Uzarralde

*Prérequis*

Aucun

*Évaluation (1re session)*

Contrôle continu (1/4) + projet (1/4) + examen écrit (1/2)

*Évaluation (2e session)*

Examen écrit

*Découpage*

- Cours : 11 séance(s)
- TD : 11 séance(s)
- Examen : 2 séance(s)

*Objectifs*

Introduire la théorie et la pratique des méthodes d'analyse multivariée pour le traitement et l'analyse statistique des grands tableaux de données. Il s'agit de comprendre les méthodes et la manière de les définir, et leur interprétations pratiques.

*Contenu*

- Statistique descriptive bivariée (quantitative et qualitative) et tests associés,
- Analyse factorielle,
- Analyse en composantes principales,
- Analyse factorielle des correspondances,
- Analyse des correspondances multiples,
- Classification non-supervisée (K-means),
- Classification ascendante hiérarchique,
- Analyse discriminante.



---

## **[MOOC3] MOOC**

*Responsable de l'UE*

Nicolas Brunel

*Objectifs de l'UE*

Les MOOC (Massive Online Open Courses – Cours en Ligne Ouverts et Massifs) constitue un mode d'apprentissage nouveau de connaissances et de compétences techniques, scientifiques. Les objectifs sont multiples :

- découvrir et apprendre à utiliser ces moyens d'auto-formation, dont l'usage est massif, voire attendue, en particulier dans les métiers du numérique.
- permettre l'apprentissage de compétences techniques, scientifiques, entrepreneuriales avancées, en cohérence avec un projet personnel et professionnel.

*Évaluation (1re session)*

Rapport et Soutenance

*Évaluation (2e session)*

Non-rattrapable

*Découpage*

Cours : 2 séances

TD : 20 séances

Examen : 2 séances (soutenance)

*Contenu*

Les étudiants s'inscrivent à un MOOC anglophone ou francophone de leur choix (FUN [www.fun-mooc.fr](http://www.fun-mooc.fr)), Coursera ([www.coursera.org](http://www.coursera.org)), EdX ([www.edx.org](http://www.edx.org)), Udacity ([www.udacity.com](http://www.udacity.com))... qui doit être validé par l'enseignant (cohérence, niveau, non-redondance avec des enseignements déjà suivis).

A titre indicatif, la charge de travail attendue est de 4 à 6 heures par semaine, sur une durée d'environ 8 à 12 semaines. La validation « en ligne » du MOOC est nécessaire pour valider l'UE MOOC.

Durant le semestre, l'étudiant constitue un dossier qui rassemble les éléments de progression, les notes, les exercices et devoirs à la maison, et éventuellement le projet d'évaluation du MOOC. Plusieurs rencontres avec les enseignants permettent de faire le point sur l'avancement.

Le rapport et la soutenance devant le jury permettra d'évaluer la qualité de la restitution des compétences acquises.

---

## **[PST] Processus stochastiques**

*Responsable de l'UE*

Abass Sagna

*Prérequis*

Notions de probabilités pour le module 1 et d'analyse de données pour le module 2.

*Effectif*

30

*Objectifs*

Cet UE a pour objectif d'initier les élèves à la notion de processus stochastiques, en particulier aux martingales et chaînes de Markov. Elle donne aux élèves les outils nécessaires pour comprendre les fondements et les méthodes d'analyse des processus stochastiques dans divers domaines des mathématiques appliquées, notamment, en économétrie et en mathématiques financières.

*Évaluation (1re session)*

1 / 2 examen écrit + 1 / 2 projet

*Évaluation (2e session)*

Examen écrit. TP noté non rattrapable.

*Découpage*

- Cours : 10 séances
- TD : 9 séances
- TP : 5 séances
- Examen : 1 séance

*Objectifs*

Ce cours introduit les martingales en temps discret et les chaînes de Markov à espace d'états dénombrables. Il prépare les élèves à pouvoir suivre des UE où ces notions sont abordées : en finance où la notion de martingale est fondamentale, en recherche opérationnelle où les chaînes de Markov sont abordées ; etc.

*Contenu*

- Martingales à temps discret : notion de martingale, martingales arrêtées, théorèmes de convergence, applications,  
Chaînes de Markov : matrice de transition, chaîne de Markov, opérateur potentiel, problèmes de passage, récurrence-transcience, mesure invariante, applications.

---

## **[PAP] Programmation Avancée et Projet**

*Responsable de l'UE*

Vincent Torri

*Prérequis*

Programmation en C

*Objectifs*

La formation initie l'étudiant aux bases de la programmation en C++.

*Évaluation (1re session)*

Contrôle Continu (CC) et examen écrit final (EF)

Note finale =  $\max(0.33 \times \text{CC} + 0.67 \times \text{EF}, \text{EF})$

*Évaluation (2e session)*

Examen écrit ou oral en fonction du nombre d'élèves concernés

*Découpage*

- Cours : 14 séances
- TD : 0 séances
- TP : 9 séances
- Examen : 1 séance

*Objectifs*

La formation initie l'étudiant aux bases de la programmation en C++ en se basant sur des connaissances en C. Les ajouts de base du C++ par rapport au C seront présentées. Puis les fonctionnalités du C++ seront décrites. Le cours se fera en salle TP Machine pour expérimenter les notions au fur et à mesure du cours.

*Contenu*

- Nouveautés sur les types, structures de contrôle et fonctions (valeurs par défaut et surcharge)
- Espaces de nom
- Exceptions
- Classes
- Héritage

---

## **[MRR] Méthodes de Régression Régularisées**

*Responsable de l'UE*

Mathilde Mougeot

*Prérequis*

Notions de probabilités et de statistique inférentielle

*Effectif*

30

*Objectifs*

Cet UE a pour objectif d'initier les étudiants à la méthodologie et la pratique de la régularisation dans le cadre des modèles de régression, à travers la mise en œuvre de la modélisation sur des données réelles avec le langage R.

### **Régression avancée**

*Évaluation (1re session)*

50 % projet + 50 % contrôle continu

*Évaluation (2e session)*

Non rattrapable.

*Découpage*

- Cours : 6 séance(s)
- TP : 6 séance(s)

*Objectifs*

Le cours présente la théorie et la pratique de modèles de régression plus sophistiqués que le modèle linéaire, plus adaptés aux données actuelles en particulier en présence de forte corrélation et en grande dimension.

*Contenu*

Rappels sur le modèle linéaire

Modèle linéaire généralisé

Sélection de variable : approche forward/backward

Régression Ridge,

Régression Lasso et extensions.

## Projet modélisation en R

### *Évaluation (1re session)*

50 % projet + 50 % contrôle continu

### *Évaluation (2e session)*

Non rattrapable.

### *Découpage*

- Cours : 0 séance(s)
- TD : 6 séance(s)

---

## **[ECO3] Économie gestion**

*Responsable de l'UE*

Thomas Lim

*Prérequis*

Cours d'économie gestion du S1 et S2.

*Objectifs*

L'objectif est de prendre la mesure des mutations à l'œuvre aujourd'hui dans l'économie nationale et mondiale, en plaçant la problématique Firmes - Nations - Marchés - Territoires au centre de la réflexion. L'économie aujourd'hui est en effet le fruit d'un rapport de force entre ces quatre acteurs :

1. Les firmes d'abord qui jouent le rôle moteur.
2. Les nations qui défendent certains équilibres sociaux et politiques à plus long terme et s'accommodent mal des logiques planétaires et à court terme des firmes.
3. Les marchés qui là encore se conçoivent de manière globale et interconnectée, souvent en temps réel (comme les marchés financiers).
4. Les territoires où sont localisés les individus et les entreprises.

Les élèves choisissent entre le module 1, 2 ou 3 et doivent suivre le module 4.

*Module 1*

Introduction aux marchés financiers (Coef. 1)

*Module 2*

Modélisation macro-économique (Coef. 1)

*Module 3*

Savoir Manager : les fondamentaux pour devenir un bon chef de projet (Coef. 1)

*Module 4*

Droit civil et informatique (Coef. 1)

## **Introduction aux marchés financiers**

*Évaluation (1re session)*

Projet avec soutenance

*Évaluation (2e session)*

Non rattrapable

#### *Découpage*

- Cours : 11 séances
- Examen : 1 séance de soutenance orale

#### *Objectifs*

L'objectif de ce cours consiste à permettre aux étudiants d'acquérir des connaissances de base sur les marchés financiers, la bourse et les règles qui régissent cet univers.

#### *Contenu*

- Les marchés organisés et les marchés « de gré à gré »,
- Les marchés financiers et la macro-économie,
- Formalisation des règles régissant un marché financier,
- Étude du marché obligataire,
- Les opportunités d'arbitrage.

### **Modélisation macro-économique**

#### *Évaluation (1re session)*

50% contrôle continu et 50% examen écrit

#### *Évaluation (2e session)*

Non rattrapable

#### *Découpage*

- Cours : 11 séances
- Examen : 1 séance

#### *Objectifs*

L'objectif de ce cours est de présenter les éléments de base de l'analyse macroéconomique et de passer d'une présentation de concepts à une modélisation mathématique qui conduit à une analyse des modèles macro-économiques et une explication de l'évolution de ces derniers.

#### *Contenu*

- Introduction : La macroéconomie de long terme
- Chapitre 1 : La fonction de production et le progrès technique
- Chapitre 2 : Le modèle de Harrod-Domar
- Chapitre 3 : La synthèse classico-keynésienne

- Chapitre 4 : La théorie de la croissance

## Savoir manager: les fondamentaux pour devenir un bon chef de projet

### *Évaluation (1re session)*

Examen final : Etudes de cas permettant à l'étudiant de montrer la compréhension qu'il a eu de l'enseignement et sa capacité à le mettre en application (le cours reste à la disposition de l'étudiant au cours de l'examen). Se déroule en 2 parties: une partie individuelle et une partie en équipe. La notation est individuelle. La qualité de la participation de l'étudiant à l'enseignement fait partie de la notation (un tiers de la note).

### *Évaluation (2e session)*

Non rattrapable.

### *Découpage*

- Cours : 11 séances
- Examen : 1 séance

### *Objectifs*

Donner aux étudiants la capacité de:

- devenir des co-équipiers de valeur pour les chefs de projets qui les recruteront ;
- démontrer des capacités à devenir des chefs de projets de valeur ;
- savoir appliquer concrètement les fondamentaux pour manager un projet, une équipe, et la relation avec l'utilisateur.

### *Contenu*

Les fondamentaux pour :

- Comprendre le management de projet :
  - Comprendre son rôle de coéquipier, développer les compétences attendues (rigueur, fiabilité, ouverture, ... )
  - Caractéristiques et compétences d'un bon chef de projet
  - vue d'ensemble et étapes, identification du (ou des) chemin critique, PERT, GANTT, sélection des indicateurs, l'art de la fixation des objectifs et du suivi, l'écoute des signaux faibles (et de tous les signaux), ...
- Manager une équipe :
  - Comment opère un bon manager
  - Mise en place et animation d'une équipe au quotidien, créer un collectif
  - Susciter la motivation
  - Garantir un bon climat, favoriser le dialogue, atteindre les objectifs



- Obtenir le meilleur de ses équipiers, optimiser les performances collectives de l'équipe
- Surmonter les difficultés
- Manager la relation avec l'utilisateur
  - La rendre performante
  - Manager les impacts sur le projet
  - Équilibrer performance et diplomatie
- Quelques outils de base: l'art de la planification de projet et d'équipe, la conduite efficace des réunions, une technique de résolution rationnelle et rapide des problèmes, ...

## Droit civil et informatique

*Évaluation (1re session)*

QCM

*Évaluation (2e session)*

Non rattrapable

*Découpage*

- Cours : 9 séances
- Examen : 1 séance

*Objectifs*

Développer des aptitudes dans la recherche de l'information juridique : étude des sites juridiques tels que Légifrance ; le ministère de la Justice ; Service public ; INPI ; CNIL... Rechercher des textes législatifs et effectuer des recherches jurisprudentielles. Connaître le système judiciaire français et se familiariser avec le vocabulaire juridique. Appréhender l'environnement juridique des technologies de l'information et de la communication ainsi que les enjeux sociaux, humains et économiques.

*Contenu*

L'organisation judiciaire

1. Le système judiciaire français :

(a) Les sites juridiques,

(b) Les principes généraux du système judiciaire.

2. L'action en justice :

(a) La compétence des juridictions,

(b) La procédure civile.

#### Les productions immatérielles

1. Les droits d'auteur et l'univers numérique :

(a) Les principes liés aux droits d'auteur,

(b) L'évolution des droits d'auteur dans l'univers numérique.

2. Le droit des créations numériques :

(a) Les bases de données,

(b) Les sites internet.

#### La sécurisation des données à caractère personnel

1. Le cadre juridique des données à caractère personnel :

(a) Les menaces pesant sur les données à caractère personnel,

(b) Les cadres communautaire et national.

2. Le rôle des autorités de régulation :

(a) Les missions de La CNIL,

(b) Le rôle du CIL,

(c) Les différents droits protégés.

#### L'usage des TIC dans la relation de travail

1. Les TIC, outil de contrôle et de surveillance des salariés :

(a) L'étendue du pouvoir de l'employeur sur l'usage de TIC,

(b) Les limites du pouvoir de l'employeur.

2. Les TIC, outil de gestion des salariés :

(a) L'usage des TIC durant le recrutement,

(b) L'usage des TIC durant l'exécution du contrat.

---

## **[LVFH3] Langues vivantes et formation humaine**

*Responsable de l'UE*

Laurence Bourard

*Prérequis*

Aucun

*Objectifs*

Rendre les étudiants capables de communiquer dans deux langues étrangères (anglais et LV2). Appréhender les enjeux de la communication dans le monde de l'entreprise.

*Module 1*

Langue vivante 1 : anglais (Coef. 1)

*Module 2*

Langue vivante 2 (Coef. 1)

*Module 3*

La communication au service de l'entreprise (Coef. 1)

### **Langue vivante 1 : anglais**

*Évaluation (1re session)*

20% : assiduité (note nulle si plus de deux absences sans justification valable)

40% : contrôle continu (notes obtenues pendant les séances du semestre)

40% : examen final

*Évaluation (2e session)*

Examen oral ou écrit en fonction du nombre d'élèves concernés

*Découpage*

Cours-TD : 10 séances

*Objectifs*

Rendre les étudiants capables de mieux communiquer en anglais. Les préparer au TOEIC (B2-C1\*) ou au BULATS (B2-C1-C2\*). Mener l'ensemble des groupes au minimum au niveau B2\*.

\*Niveau sur l'échelle de compétence langagière du CECRL - Cadre Européen Commun de Référence pour les Langues

*Contenu*

Travail à partir de documents authentiques pris dans la presse anglophone, extraits d'enregistrements audio et vidéo. Entraînement aux tests de certification. Exercices

pratiques variés : prise de parole en continu, conversation en anglais, compréhension écrite et orale, expression écrite.

## Langue vivante 2

### *Évaluation (1re session)*

20% : assiduité (note nulle si plus de deux absences sans justification valable)

40% : contrôle continu (notes obtenues pendant les séances du semestre)

40% : examen final

### *Évaluation (2e session)*

Examen écrit

### *Découpage*

- Cours : 10 séance(s)

### *Objectifs*

Rendre les étudiants capables de communiquer dans une langue étrangère, au choix : Allemand, Anglais soutien, Arabe (cours à TEM-TSP), Chinois, Espagnol, Français langue étrangère, Italien (cours à TEM-TSP), Japonais, Portugais, Russe.

Un test de positionnement a lieu en août pour le FLE, en septembre pour l'allemand, l'arabe, l'espagnol, l'italien et le russe.

A la fin du parcours ingénieur, les étudiants étrangers non francophones sont censés atteindre le niveau B2 en français.

### *Contenu*

Le professeur de LV2 utilise des documents authentiques ou didactisés, adaptés au niveau et au profil des élèves (articles tirés de la presse, extraits d'enregistrements audio et vidéo).

Les activités portent sur des savoirs et des compétences variés : compréhension de l'écrit et de l'oral, expression écrite et orale, prise de parole en continu, capacité à prendre part à une conversation, acquisitions lexicales et civilisationnelles, sensibilité interculturelle.

## La communication au service de l'entreprise

### *Évaluation (1re session)*

20% assiduité

40% contrôle continu

40% examen écrit ; deux absences non justifiées donnent 0 en assiduité, au-delà la note de CC est divisée par deux.

### *Évaluation (2e session)*

Non rattrapable

*Découpage*

- Cours-TD : 6 séances

*Objectifs*

- Compréhension de la communication et de la stratégie de l'entreprise
- Appréhension des outils, analyse des difficultés et des contraintes

*Méthodologie*

Enseignement théorique nourri de situations professionnelles vécues

*Contenu*

1. La culture de l'entreprise

2. La communication institutionnelle

Son image

Nom, logo, base line, identité propre, charte graphique

Sa communication

Film d'entreprise, plaquette institutionnelle, relations presse, mécénat, sponsoring

3. La communication commerciale

La publicité

Les manifestations professionnelles

Le marketing direct

Les documents commerciaux

La promotion des ventes

4. La communication web

Réputation d'entreprise

Communication institutionnelle

Les réseaux sociaux

Marketing BtoB – BtoC – E-commerce – S-commerce

Buzz marketing

## Semestre 4

**Organisation.** Les UE Techniques sont réparties en six groupes (cf. tableau 4). Il faut choisir 6 UE (une par groupe).

	Groupe 1	Groupe 3	Groupe 5	Groupe 2	Groupe 4	Groupe 6
1	MESIM	MOST	IMF	ANEDP	MCS	PRR
2	IA	SIP1*	CORO	ASN	SIP2*	IAPRB
3	SEC-CEA	SE2*	ARMA	MFDLS	CAL	SSI
4	LOA	CC	RVIG	IRA	ANU	AUTO
5	RIAL	LC	PBT	SFP	RDH	PSA

**TABLE 4:** Répartition des options par groupes. Les UE marquées d'une étoile ont des contraintes de choix avec d'autres UE (cf. les descriptions).

Les élèves peuvent choisir une option par groupe. La signification des groupes en termes d'organisation est la suivante :

- Les options des groupes impairs ont lieu en première partie de semestre ;
- Les options des groupes pairs ont lieu en seconde partie de semestre ;
- Les options des groupes 1 et 2 ont lieu le mardi après-midi et le mercredi matin ;
- Les options des groupes 3 et 4 ont lieu le lundi après-midi et le jeudi matin ;
- Les options des groupes 5 et 6 ont lieu le vendredi matin et après-midi.

### Parcours.

Parcours « Mathématiques appliquées »

MESIM, MOST, IMF / CORO, ANEDP, MCS, PRR / IA-PRB

Parcours « Génie logiciel »

IA / LOA / RIAL/SEV-CEA, SE2/PBT, ARMA, ASN / MFDLS, CAL, SSI

Parcours « Interactions Numériques »

LOA / RIAL, SIP1&2 /CC&ANU, RVIG, IRA, AUTO / IA-PRB

Parcours « Calcul Intensif et Données Massives »

RIAL,PBT, LC, SFP, RDH, PSA

Parcours Libre

5 UE Techniques parmi les groupes 1 à 6 + UE MOOC4

---

## **[ANU] Conception d'une œuvre numérique**

*Responsable de l'UE*

Auriane PICHON

*Prérequis*

Aucun

*Effectif*

15

*Évaluation (1re session)*

Contrôle continu (1/2), projet (1/2)

*Évaluation (2e session)*

Non rattrapable

*Découpage*

- Séminaire : 3 séances
- Visites : 1 à 2 séances
- TP (projet) : 6 à 7 séances
- Examen (jury de projet) : 1 séance

*Objectifs*

Développer une véritable sensibilité aux diverses dynamiques qui se tissent entre ingénieurs et artistes, et aborder une pratique plus créative des outils informatiques en utilisant les notions et outils du do-it-yourself (cartes Arduino, imprimante 3D, objets de récupération etc.) pour détourner des objets du quotidien.

*Contenu*

Les étudiants seront invités à concevoir leur projet créatif, seul ou en équipe. Il s'agit ici de « sortir de l'écran », et de penser une œuvre (le design, son support, le rendu) dans le monde physique.

Des visites de lieux (Gaité Lyrique, Cube) ou d'expositions en fonction de l'actualité seront programmées pour accompagner cette réflexion.

*Rendu* : jury de projet + note d'intention (processus de réflexion et conception de l'objet) à fournir pour le Tumblr du cours (2017 : <https://ensiie2017.tumblr.com/> ; 2016 : <http://ensiie016.tumblr.com/> ; 2015 : <http://ensiie2015.tumblr.com/>)



---

## [ASN] Algorithmes semi-numériques

*Responsable de l'UE*

Renaud Rioboo

*Prérequis*

Les modules de 1A, le module sécurité réseau de 2A peut être utile

*Effectif*

30

*Objectifs*

Le module vise à décrire des algorithmes sur les grands entiers ainsi que sur les polynômes. Plus spécifiquement les multiplications de Karatsuba et de Tom Cook seront étudiées pour les grands entiers ainsi que l'utilisation de la bibliothèque GMP. Concernant les polynômes on traitera des représentations distribuées et récursives en plusieurs variables. On étudiera l'élimination avec les algorithmiques de pgcd et plus généralement de résultant. On terminera par l'application du résultant à l'intégration des fractions rationnelles.

*Module 1*

Arithmétiques entières (Coef. 1)

*Module 2*

Arithmétiques polynomiales (Coef. 1)

### Arithmétiques entières

*Évaluation (1re session)*

Examen écrit 65%, projet 35%

*Évaluation (2e session)*

Examen écrit

*Découpage*

- Cours : 4 séances
- TD : 2 séances
- TP : 5 séances
- Examen : 1 séance

*Objectifs*

Arithmétique des nombres entiers.

*Contenu*

La partie arithmétique des entiers décrite plus haut.

## Arithmétiques polynomiales

*Évaluation (1re session)*

Examen écrit 65%, projet 35%

*Évaluation (2e session)*

Examen écrit

*Découpage*

- Cours : 4 séance(s)
- TD : 3 séance(s)
- TP : 2 séance(s)
- Projet : 2 séance(s)
- Examen : 1 séance(s)

*Objectifs*

Arithmétiques polynomiales

*Contenu*

- La partie polynomiale décrite plus haut.

---

## **[CAL] Modèles de calculs**

*Responsable de l'UE*

Renaud Rioboo

*Prérequis*

Notions de programmation.

*Évaluation (1re session)*

65% Examen, 35% projet

*Évaluation (2e session)*

Rattrapable

*Découpage*

- Cours : 16 séance(s)
- TD : 6 séance(s)
- TP : 2 séance(s)

*Objectifs*

On se pose la question de savoir ce qu'est un programme, ce qu'est une fonction, bref ce qu'est un calcul, et de ce que sont les problèmes qu'on peut ou qu'on *ne peut pas* résoudre avec des programmes. On voit quelles sont les équivalences entre différentes philosophies et modèles de calcul, principalement : Unlimited Register Machines (URM), fonctions récursives partielles, lambda-calcul, machines de Turing. On peut ainsi introduire les notions de complexité. On voit enfin ce qu'on peut en tirer pour une bonne pratique de la programmation.

*Contenu*

URM, décidabilité/indécidabilité, calculabilité, fonctions récursives partielles (brièvement), lambda-calcul, propriétés de ces modèles, équivalences entre modèles. Machines de Turing et complexité.

---

## **[CORO] Compléments et outils de recherche opérationnelle**

*Responsable de l'UE*

Alain Faye

*Prérequis*

UE Recherche opérationnelle du S3

*Évaluation (1re session)*

Examen écrit (14 points) + Projet (6 points)

*Évaluation (2e session)*

Examen écrit

*Découpage*

- Cours : 14 séance(s)
- TD : 9 séance(s)
- Examen : 1 séance(s)

*Objectifs*

L'objectif de ce cours est d'apporter des compléments en programmation linéaire et d'en donner un aspect concret par la modélisation de problèmes, la mise en œuvre des méthodes et l'utilisation des logiciels de programmation mathématique.

*Contenu*

Partie 1. Compléments de programmation linéaire

- Dualité, Analyse de sensibilité,
- Méthodes de points intérieur,
- Initiation à la programmation linéaire en nombres entiers,
- Quelques compléments de RO dans le domaine stochastique.

Partie 2. Modélisation et mise en œuvre informatique de la résolution de problèmes de Recherche Opérationnelle

- Programmation classique, Solveur excel,
- Logiciels dédiés comme glpk ou cplex.

Partie 3. Résolution de problèmes de grande taille

- Méthode de génération de colonnes : application à la conception de réseaux,
- Partition de graphes.

Projet informatique : mise en œuvre sur un problème concret d'optimisation de l'exploitation du gaz.

---

## **[CC] Creative Coding**

*Responsable de l'UE*

Auriane Pichon

*Prérequis*

Aucun

*Évaluation (1re session)*

Contrôle continu (1/5), projet/présentation/réalisation (4/5)

*Évaluation (2e session)*

Pas rattrapable

*Découpage*

- CM : 3 séances
- TD : 3 séances
- TP (projet) : 5 séances
- Examen (jury de projet) : 1 séance

*Objectifs*

Découvrir les processus créatifs artistiques liés au numérique, développer une véritable sensibilité aux diverses dynamiques qui se tissent entre ingénieurs et artistes, et aborder une pratique plus créative des outils informatiques.

*Contenu*

L'UE est composée de deux modules complémentaires, enseignés en parallèle.

Module 1 : Initiation aux arts et cultures numériques (6 séances)

- Introduction aux arts numériques, et aux pratiques artistiques.
- Visites de lieux (Gaité Lyrique, Cube) et/ou d'expositions en fonction de l'actualité, rencontres avec des artistes, visite des expositions Siana
- TD : les étudiants sont invités à réfléchir sur une œuvre/un artiste choisi par l'intervenant afin d'explorer la thématique. L'intervenant complète et approfondit la réflexion.

*Objectif* : associer un savoir théorique sur les formes d'art émergentes à des découvertes techniques et pratiques et pratiques grâce à un projet pédagogique collaboratif.

Module 2 : Conception d'un projet créatif (6 séances)

- Présentation et prise en main du logiciel Processing
- Expérimentation des problématiques mises en avant par ce type de logiciels
- TP : Conception d'un projet créatif, seul ou en équipe

*Objectif* : apprendre à se servir des logiciels de création utilisés par les artistes numériques,

penser une œuvre (le design, son support, le rendu), appréhender les « attentes client » lors d'un projet, au travers d'un dialogue avec l'intervenant.

*Rendu* : présentation du projet codé en jury + note d'intention prenant en compte un dispositif d'installation dans un espace d'exposition (fiche technique, interaction du public à l'œuvre).

---

## **[IA1] Intelligence Artificielle**

*Responsable de l'UE*

Brigitte Grau

*Évaluation (1re session)*

Trois petits projets (le troisième projet pourrait être fait sous la forme d'un TP noté)

*Évaluation (2e session)*

Examen écrit

*Découpage*

- Cours : 12 séances
- TD : 2 séances
- TP : 10 séances

*Objectifs*

L'Intelligence Artificielle poursuit un triple objectif : comprendre les principes fondamentaux de l'intelligence, simuler la cognition naturelle, et en particulier humaine, et résoudre des problèmes difficiles pour lesquels on ne connaît pas d'algorithmes fiables et efficaces. Ce cours présente certaines des méthodes fondamentales concernant le problème de la représentation des connaissances et du raisonnement. On y abordera ainsi les méthodes heuristiques, le raisonnement logique et l'intelligence collective, qui donneront lieu à la réalisation de TPs et projets.

*Module 1*

Intelligence artificielle (Coef. 1)

*Module 2*

Programmation logique : prolog (Coef. 1)

*Module 3*

Intelligence artificielle distribuée (Coef. 1)

## **Intelligence artificielle**

*Objectifs*

L'objet de ce cours est d'aborder les fondements de l'IA, en présentant les approches symboliques classiques pour la résolution de problème et le raisonnement

*Évaluation (1re session)*

Devoir (éventuellement sous forme de TP)

### *Évaluation (2e session)*

- Examen

### *Découpage*

- Cours : 4 séances
- TD : 2 séances
- TP : 2 séances

### *Contenu*

- L'intelligence artificielle : objectifs et historique
- La résolution de problème :
  - Raisonnement heuristiques
  - Les algorithmes de jeux
- Les systèmes à base de connaissance

## ***Programmation logique : prolog***

### *Objectifs*

L'objet de ce cours est de donner un aperçu de la programmation logique et de la programmation logique à contraintes.

### *Évaluation (1re session)*

Contrôle continu (TPs notés et interrogation écrite)

### *Évaluation (2e session)*

Examen

### *Découpage*

- Cours : 4 séances
- TD : 0 séance
- TP : 4 séances

### *Contenu*

- Présentation de la programmation logique avec Prolog (d'un point de vue logique mais aussi opérationnel)
- Programmation logique à contraintes CLP
- Illustration et utilisation pratique du langage gnu-prolog

## ***Intelligence artificielle distribuée***

### *Objectifs*



L'objet de ce cours est de présenter les systèmes multi-agents et d'en donner une vision théorique et pratique.

*Évaluation (1re session)*

Projet

*Évaluation (2e session)*

- Examen

*Découpage*

- Cours : 4 séances
- TD : 0 séance
- TP : 4 séances

*Contenu*

Présentation des systèmes multi-agents, avec une partie générale introductive justifiant le besoin de systèmes fonctionnant de manière collective et décentralisée (et en montrant quelques exemples de tels systèmes), puis une introduction rapide à la simulation à base d'agents et l'application à des systèmes d'agents réactifs dans lesquels l'accent n'est pas mis sur l'intelligence individuelle des agents mais sur les mécanismes de coordination entre agents et leur capacité forte à s'adapter à des environnements dynamiques.

---

## **[PRB] Pattern Recognition and Biometrics**

*Responsable de l'UE*

Sonia Garcia

*Prérequis*

- Notions de Probabilités et Statistiques

*Évaluation (1re session)*

Examen (EF) / TPs notés (TP) et CR final de Projet (CRP)

Note Finale :  $\frac{1}{4}$  EF +  $\frac{1}{4}$  TP +  $\frac{1}{2}$  CRP

*Évaluation (2e session)*

Rattrapage par examen oral

*Découpage*

- Cours : 3 séances
- TP : 21 séances

*Objectifs*

- Maîtriser les outils de la Reconnaissance des Formes et la classification de données
- Connaissance des techniques de Reconnaissance de Formes qui sont spécifiques à différentes modalités biométriques
- Etre capable de mettre en oeuvre un système biométrique pour la vérification d'identité

*Contenu*

- Règle de Bayes
- Apprentissage supervisé
- Apprentissage non supervisé : techniques de regroupement, mélanges de gaussiennes
- Modèles de Markov Cachés
- Applications à différentes modalités biométriques : vérification d'identité par l'iris, le visage, la démarche, la signature manuscrite en-ligne, la voix

---

## **[IMF] Instruments et modèles financiers**

*Responsable de l'UE*

Thomas Lim

*Prérequis*

Notions de probabilités. Les notions vues en introduction aux marchés financiers (S3) sont fortement recommandées.

*Objectifs*

Cette option présente les notions fondamentales en mathématiques financières aussi bien d'un point de vue mathématique que d'un point de vue finance de marché en introduisant des termes comme non-arbitrage, complétude de marché, probabilité risque neutre. Ces notions permettront d'évaluer et de couvrir les produits dérivés comme les futures, obligations et SWAP, qui sont quelques produits classiques utilisés en salle de marchés.

*Module 1*

Modèles discrets en finance (Coef. 1)

*Module 2*

Instruments financiers (Coef. 1)

### **Modèles discrets en finance**

*Évaluation (1re session)*

Contrôle continu

*Évaluation (2e session)*

Examen écrit (oral si faible effectif) réunissant les modules 1 et 2.

*Découpage*

- Cours : 12 séances

*Objectifs*

Ce cours présente les notions fondamentales de la finance mathématique dans le cadre de modèles discrets. Le premier objectif est de comprendre les liens entre les notions de non-arbitrage, de complétude et de probabilités risque-neutre. Le second est la valorisation et la couverture de produits dérivés dans des modèles simples.

*Contenu*

- Modélisation discrète d'un marché financier,
- Viabilité et complétude d'un marché financier,
- Valorisation et couverture d'options en marché complet,

- Modèle binomial et CRR.

## **Instruments financiers**

### *Évaluation (1re session)*

Contrôle continu

### *Évaluation (2e session)*

Examen écrit (oral si faible effectif) réunissant les modules 1 et 2.

### *Découpage*

- Cours : 12 séances

### *Objectifs*

L'objectif de ce cours consiste à permettre aux élèves d'acquérir des connaissances pratiques sur les instruments financiers et les dérivés.

### *Contenu*

- Étude du marché obligataire.
- Les contrats forwards.
- Les contrats futures.
- Les SWAPS.

---

## **[IRA] Images et réalité augmentée**

*Responsable de l'UE*

David Roussel

*Prérequis*

Aucun

*Objectifs*

Dans le cadre du parcours thématique RVSI, l'objectif de cette option est de présenter les différents concepts et outils mis en œuvre en vision artificielle (2D et 3D), ainsi que les principales applications. Ces différents éléments sont ensuite intégrés dans le domaine particulier de la Réalité Augmentée (RA) dont le recalage réel / virtuel repose en grande partie sur l'extraction et la reconnaissance de primitives dans l'image. Les paradigmes utilisés en RA pour augmenter le réel avec des éléments virtuels (continuum réel ↔ virtuel, architectures, augmentations et rendu) sont ensuite présentés. L'ensemble de ces éléments permettront aux élèves de maîtriser la chaîne de traitements permettant de construire des applications de réalité augmentée.

*Module 1*

Vision artificielle et réalité augmentée (Coef. 0,7)

*Module 2*

Projet de réalité augmentée (Coef. 0,3)

### **Vision artificielle et réalité augmentée**

*Évaluation (1re session)*

TP notés (moyenne des différents TP)

*Évaluation (2e session)*

TP noté

*Découpage*

- Cours : 8 séance(s)
- TP : 8 séance(s)

*Objectifs*

Familiariser les élèves dans un premier temps avec la vision par ordinateur et ses applications, puis dans un deuxième temps présenter les concepts de la RA.

*Contenu*

Images

- Vision artificielle 2D - généralités,

- Saisie, traitement et segmentation d'une image,
- Primitives de description d'objets, modélisation et reconnaissance des formes,
- Vision artificielle 3D,
- Procédés de relevés 3D : télémétrie, stéréoscopie active, stéréoscopie passive, vision dynamique,
- Modélisation et calibration des capteurs.

#### Réalité augmentée

- Généralités : continuum de Milgram, taxonomies technologiques et fonctionnelles,
- Sous-problématiques : recalage, capteurs hybrides, composition des scènes de RA, photoréalisme, etc.
- Architecture logicielle et fonctionnelle d'une application de RA.

### Projet de réalité augmentée

#### *Évaluation (1re session)*

Projet (rapport écrit + soutenance)

#### *Évaluation (2e session)*

Non rattrapable

#### *Découpage*

- Cours : 1 séance
- Projet : 7 séances

#### *Objectifs*

Mettre en pratique les concepts vu précédemment dans le cadre d'un projet en visant à développer une application de RA basée vision.

#### *Contenu*

Présentation du projet et TP sur le projet.

---

## **[LOA] Langages objets avancés**

*Responsable de l'UE*

David Roussel

*Prérequis*

Langages objets

*Objectifs*

L'objectif de cette option est de familiariser les élèves avec les concepts objets avancés de conteneurs, itérateurs (pointeurs généralisés), algorithmes (foncteurs) et le découplage conteneurs/algorithmes grâce aux itérateurs de la Standard Template Library ou du framework QT, ainsi que le paradigme événementiel des signaux/slots en QT. QT intègre par ailleurs de nombreux aspects allant de l'introspection (grâce aux meta-objets) aux interfaces graphiques dans une architecture MVC. Ces concepts fortement utilisés dans le développement objet actuel sont ensuite appliqués dans la partie GUI de QT au travers d'un projet.

*Module 1*

Concepts objets avancés (Coef. 0.46)

*Module 2*

Projet (Coef. 0.54)

### **Concepts objets avancés**

*Évaluation (1re session)*

TP notés (moyenne des TP notés)

*Évaluation (2e session)*

TP noté

*Découpage*

- Cours : 6 séances
- TP : 6 séances

*Objectifs*

Familiariser les élèves avec les concepts objets avancés de conteneurs, itérateurs, algorithmes (foncteurs), signaux/slots au travers de la Standard Template Library et du framework Qt.

*Contenu*

- STL : conteneurs, itérateurs, algorithmes.
- C++11 : nouveautés introduites par le dernier standard en date – multitâche,

templates variadiques, fonctions lambda...

- Qt : Meta objets, signaux/slots, threads & events, Mutex & Semaphore, Containers & iterators, GUI, Qt toolchain : Meta object Compiler, UI compiler.

## Projet

*Évaluation (1re session)*

Soutenance de projet

*Évaluation (2e session)*

Non rattrapable

*Découpage*

- Cours : 1 séance
- Projet : 11 séances

*Objectifs*

Mettre en pratique les concepts vus précédemment dans le cadre d'un projet en Qt GUI.

*Contenu*

- Présentation du projet et TP sur projet.



---

## **[MCS] Calcul stochastique**

*Responsable de l'UE*

Étienne Chevalier

*Prérequis*

Probabilités

*Effectif*

32

*Objectifs*

Cette UE présente une introduction aux concepts mathématiques utilisés dans de nombreux domaines d'applications, en particulier en finance et en économie. Plus précisément, ils sont utilisés, par exemple, dans la valorisation et la gestion des produits financiers complexes. Ce cours est fondamental et indispensable pour ceux qui souhaitent s'orienter vers la finance et l'ingénierie financière.

*Évaluation (1re session)*

Contrôle continu

*Évaluation (2e session)*

Examen écrit (oral si faible effectif)

*Découpage*

- Cours : 17 séance(s)
- TD : 7 séance(s)

*Contenu*

- Rappel sur les théories de la mesure et des probabilités,
- Mouvement Brownien, intégrale stochastique par rapport au Brownien, calcul d'Ito,
- Martingales et théorème de Girsanov,
- Résolution d'équations différentielles stochastiques,

Applications : modèle standard (Black et Scholes).

---

## **[ANEDP] Analyse des Equations aux Dérivées Partielles**

*Responsable de l'UE*

Vincent TORRI

*Prérequis*

Analyse Fonctionnelle, Analyse Numérique.

*Effectif*

32

*Objectifs*

Cette UE présente les méthodes mathématiques pour l'existence et l'unicité de solutions à des EDP, en particulier, les méthodes hilbertiennes seront présentées, et la formulation variationnelle. Dans une seconde partie, la résolution numérique et algorithmique des EDPs sera abordée par différence finie, et par éléments finis.

*Évaluation (1re session)*

Contrôle continu

*Évaluation (2e session)*

Examen écrit (oral si faible effectif)

*Découpage*

- Cours : 12 séances
- TD : 12 séances

*Contenu*

- Espaces de Sobolev
- Lax Milgram, formulation variationnelle.
- Elements finis
- Programmation C++

---

## **[MFDLS] Méthodes formelles pour le développement de logiciels sûrs**

*Responsable de l'UE*

Catherine Dubois

*Prérequis*

Logique, programmation

*Effectif*

30

*Objectifs*

Introduction des méthodes formelles pour la production de logiciels sûrs (sûreté et sécurité)

*Évaluation (1re session)*

50 % projet + 50 % contrôle continu

*Évaluation (2e session)*

Un contrôle écrit sans document pour 50 % de la note (projet non-rattrapable).

*Découpage*

- Cours, TD, TP : 18 séance(s)
- Projet : 6 séance(s)

*Contenu*

Le cours est divisé en trois parties :

- Partie 1 : Spécification et conception formelles du logiciel
  - spécification formelle
  - conception par raffinement
  - test à partir de spécifications formelles
  - de l'informel au formel
  - introduction à la méthode B et l'atelier B, ProB
  - illustration industrielle (conférence)
  - introduction à FoCaLize, environnement de développement de logiciels sûrs
- Partie 2 : Sécurité
  - sécurité : intégrité, confidentialité
  - introduction aux politiques de sécurité, conformité à une politique de
  - sécurité
- Partie 3 : Projet : utilisation de l'atelier B pour développer une application sûre.

---

## **[MESIM] Méthodes de simulation**

*Responsable de l'UE*

Pierre DOSSANTOS - UZARRALDE

*Prérequis*

Notions de probabilités, de statistiques, d'analyse de données

*Effectif*

32

*Objectifs*

L'objectif de l'UE est d'introduire des outils de référence en simulation stochastique (ainsi que des méthodes avancées) largement utilisée en statistique (notamment en analyse bayésienne et en apprentissage statistique) et dans les applications, telles que la finance, l'assurance.

*Module 1*

Méthodes de simulation (Coef. 1)

*Module 2*

Méthodes de Monte Carlo Séquentiel (Coef. 1)

## **Méthodes de simulation**

*Évaluation (1re session)*

Contrôle continu

*Évaluation (2e session)*

Examen écrit ou oral en fonction du nombre d'élèves concernés

*Découpage*

- Cours : 8 séance(s)
- TP : 4 séance(s)

*Objectifs*

Ce cours présente les bases des méthodes de simulation utilisées en statistique notamment en statistique bayésienne, en particulier les méthodes de calcul de maximisation et d'intégration en dimension élevée qui sont nécessaires pour traiter les modèles complexes utilisés dans les domaines tels que l'économétrie, la finance, la génétique, l'écologie ou la physique.

*Contenu*

- Méthodes de Monte Carlo,

- Rappels sur les chaînes de Markov,
- La méthode de Métropolis-Hastings,
- La méthode du recuit simulé,
- L'inférence bayésienne,
- Les méthodes MCMC.

## Méthodes de Monte Carlo Séquentiel

### *Évaluation (1re session)*

Examen Final

### *Évaluation (2e session)*

Examen écrit ou oral en fonction du nombre d'élèves concernés

### *Découpage*

- Cours : 8 séance(s)
- TP : 4 séance(s)

### *Objectifs*

Dans le cas de modèles statistiques complexes ou de modèles dynamiques, il est parfois nécessaire d'adapter et d'étendre les méthodes de Monte Carlo : les méthodes de Monte Carlo séquentiel sont une famille de méthodes d'échantillonnage qui emprunte aux méthodes d'échantillonnage d'importance et aux méthodes MCMC et offrent de bons algorithmes en pratique. L'objet du cours est d'introduire ces méthodes et algorithmes, de donner la capacité de les mettre en œuvre (sous R par exemple), et d'aborder aussi les propriétés et les garanties théoriques de ces méthodes.

### *Contenu*

- Échantillonnage d'importance, et méthodes de Monte Carlo séquentiel,
- Filtrage particulière et modèles dynamiques.

---

## **[MOST] Modélisation statistique**

*Responsable de l'UE*

Marie Szafranski

*Objectifs*

Ce cours présente un ensemble de méthodes permettant de découvrir les relations existantes entre la réponse et les observations sur plusieurs variables (qualitatives, quantitatives ou temporelles) d'un phénomène aléatoire. Les différents enjeux de la modélisation seront étudiés dans le cadre de l'apprentissage statistique supervisé d'une part et des séries temporelles d'autre part.

*Module 1*

Introduction à l'apprentissage statistique (Coef. 0.5)

*Module 2*

Séries Temporelles (Coef. 0.5)

## **Introduction à l'apprentissage statistique**

*Évaluation (1re session)*

Projet

*Évaluation (2e session)*

Non rattrapable

*Découpage*

- Cours : 6 séance(s)
- TP : 6 séance(s)

*Objectifs*

L'apprentissage statistique (ou apprentissage automatique) regroupe un ensemble de méthodes qui vise à analyser, interpréter, voire prédire un phénomène. Ce cours a pour objectif de donner aux élèves des éléments théoriques et pratiques de l'apprentissage, en particulier dans le cadre de la classification supervisée.

*Contenu*

Le cours est une introduction à la théorie et aux méthodes de l'apprentissage statistique supervisé. Il est organisé de la façon suivante :

- Méthodologie de l'apprentissage statistique : définition des notions de risque et d'erreur, évaluation de l'erreur de généralisation
- Méthodes : SVM, boosting et arbres de décisions, réseaux bayésiens.

### *Bibliographie*

Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction. Trevor Hastie, Robert Tibshirani, Jerome Friedman. Second Edition, 2009.

## Séries Temporelles

### *Évaluation (1re session)*

1/2 projet + 1/2 examen

### *Évaluation (2e session)*

Examen

### *Découpage*

- Cours : 8 séances
- TP : 4 séances

### *Objectifs*

Le cours de séries temporelles (ou séries chronologiques) traite des méthodes d'analyse et de modélisation classiques des données temporelles, c'est à dire indexées par le temps et possédant une structure de dépendance. On introduit les méthodes de lissage, d'estimation de tendance et de saisonnalité ainsi que les méthodes d'estimation et de prédiction. La mise en œuvre se fera sous R.

### *Contenu*

- Tendance, saisonnalité, désaisonnalisation et lissage,
- Processus stationnaires, modèle ARMA, approche de Box-Jenkins et prédiction.

---

## **[RIAL] Réseaux IP et administration LAN**

*Responsable de l'UE*

Ivan Augé

*Prérequis*

Aucun

*Objectifs*

Maîtriser les réseaux TCP/IP d'un point de vue théorique et pratique. Maîtriser les outils qu'utilise un ingénieur système et montrer comment organiser un LAN.

*Module 1*

Administration d'un LAN (Coef. 1)

*Module 2*

Réseaux IP (Coef. 1)

### **Administration d'un LAN**

*Évaluation (1re session)*

Contrôle continu

*Évaluation (2e session)*

Non rattrapable

*Découpage*

- Cours : 3 séances
- TP : 7 séances

*Objectifs*

Présenter les outils qu'utilise un ingénieur système et montrer comment organiser un LAN. Le cours met l'élève en situation d'administrateur sur des mini-LAN composés de machines Linux.

*Contenu*

- Gestion d'une machine isolée,
- Gestion d'une machine cliente d'un LAN,
- Organisation et gestion d'un LAN.

### **Réseaux IP**

*Évaluation (1re session)*

50% Examen écrit + 50% contrôle continu



## *Évaluation (2e session)*

Examen écrit

### *Découpage*

- Cours : 5 séances
- TD : 3 séances
- TP : 3 séances
- Examen : 1 séance

### *Objectifs*

Maîtrise de l'architecture TCP/IP à la base de l'Internet. On s'intéressera d'un point de vue théorique et pratique à la couche IP (notamment au routage) et à la couche transport (TCP, UDP).

### *Contenu*

- Architecture et protocoles de l'Internet,
- Détails du fonctionnement de la couche réseau de l'Internet,
- Détails du fonctionnement de la couche transport de l'Internet.

---

## **[PBT] Parallélisme à base de THREAD**

*Responsable de l'UE*

Marc Pérache

*Prérequis*

Programmation en C  
ASE

*Objectifs*

savoir programmer à base de thread pour le calcul hautes performances à l'aide des modèles de programmation Pthread et OpenMP

*Module 1*

Modèle programmation Pthread

*Module 2*

Modèle programmation OpenMP

### ***Modèle programmation Pthread***

*Évaluation (1re session)*

Contrôle continu (TP notés)

*Évaluation (2e session)*

Oral

*Découpage*

Cours : 4 séances (7h)  
TD : 8 séances (14h)

*Objectifs*

savoir appréhender la programmation à base de threads via l'API POSIX ainsi que le fonctionnement interne d'une bibliothèque de threads utilisateurs

*Contenu*

- API Posix
- conception bibliothèques de threads utilisateurs
- outils debug / profiling
- techniques de débogages en contexte multithread
- écriture partielle d'une bibliothèque de threads (TD)
- utilisation des optimisations assembleur (TD)

## *Modèle programmation OpenMP*

### *Évaluation (1re session)*

Contrôle continu (TP notés)

### *Évaluation (2e session)*

Oral

### *Découpage*

Cours : 7h

TD : 14h

### *Objectifs*

savoir appréhender la programmation à base de threads via l'API OpenMP ainsi que les traitements réalisés par le compilateur et le fonctionnement interne d'une bibliothèque fournissant les services OpenMP

### *Contenu*

- API
- Modèle interne, outlining de fonctionnement
- optimisation : gestion de la contention, optimisation NUMA,...
- outils debug / profiling
- Génération du code « à la main » pour la bibliothèque de threads développé dans le module 1 (TD)
- mise en œuvre des outils (TD)

---

## **[RDH] Réseaux pour Datacenter HPC**

*Responsable de l'UE*

Stéphane Mathieu

*Prérequis*

**RIAL**

*Objectifs*

Présentation des technologies réseaux pour les data centers et les centres de calcul

*Module 1*

Notions spécifiques aux réseaux Datacenter/HPC

*Module 2*

Technologies et exemples d'architectures TEA

## **Notions spécifiques aux réseaux Datacenter/HPC NRD**

*Évaluation (1re session)*

Contrôle continu (Coef 1) + Projet (Coef 2)

*Évaluation (2e session)*

Non

*Découpage*

Cours : 10H30

TP : 10H30

*Contenu*

- Topologie
- Switching : store and forward, cut through, wormhole
- algorithme de routage
- les modes de communication
- performances
- simulation de topologie et analyse de performance (TP)
- programmation RDMA (TP)

*Objectifs*

savoir décrire comment les machines sont interconnectées, comment les paquets sont transmis, comment est impacté la performance et comment la garantir

## Technologies et exemples d'architectures TEA

### *Évaluation (1re session)*

Contrôle continu (Coef 1) + Projet (Coef 3)

### *Évaluation (2e session)*

Non

### *Découpage*

- Cours : 7h
- TD : 14h

### *Objectifs*

Décrire les solutions proposées par les principaux acteurs du marché et de présenter quelques architectures types de réseaux Datacenter et HPC

### *Contenu*

- technologies Infiniband, Ethernet
- exemple d'architectures
- SDN, Openflows
- Configuration d'un réseau Infiniband (TP)
- Configuration d'une fabric VXLAN over IP (TP)
- Configuration d'un réseau via contrôleur SDN OpenFlow (TP)

### *Objectifs*

décrire les solutions proposées par les principaux acteurs du marché et de présenter quelques architectures types de réseaux Datacenter et HPC

---

## **[SFP] Systèmes de Fichiers Parallèles**

*Responsable de l'UE*

Jacques-Charles Lafoucrière

*Prérequis*

*Objectifs*

savoir choisir et configurer un SFP répondant aux besoins d'un cluster

*Module 1*

Architectures des SFP

*Module 2*

Architectures du futur

## **Architectures des SFP**

*Évaluation (1re session)*

Notation du TP

*Évaluation (2e session)*

Oral

*Découpage*

Cours : 12 sessions

TP : 8 sessions

*Objectifs*

présenter les différentes architectures des SFP et des systèmes de fichiers distribués

*Contenu*

- présenter les différentes architectures des SFP et des systèmes de fichiers distribués
- influence des paramètres sur les performances

- influence des modes d'accès sur le performances ou comment bien utiliser un configuration donnée

## Architectures du futur

### *Évaluation (1re session)*

Devoir surveillé

### *Évaluation (2e session)*

Oral

### *Découpage*

Cours : 3 sessions

### *Objectifs*

Présenter les tendances pour le futur

### *Contenu*

- Présenter les tendances pour le future
- Proxy I/O ou comment utiliser un SFP petaflopique pour une machine exaflopique
- Les conséquences de l'arrivée des flash et des nouveaux modes d'adressage
- Le modèle objet et nouveaux concepts
- Les innovations de DAOS

---

## **[AUTO] Automatique**

*Responsable de l'UE*

Gilney Damm

*Prérequis*

Aucun

*Evaluation (1ère session)*

Projet (1/3) + contrôle continu (2/3)

*Evaluation (2ème session)*

Examen sur table

*Découpage*

Cours/TD : 16 séance(s)

TP et Projet : 8 séance(s)

*Objectifs*

L'automatique est aussi connue comme la technologie cachée. Elle est responsable dans un premier temps de modéliser les phénomènes physiques, à fin de comprendre et de prédire leurs comportements dynamiques. Ensuite elle est utilisée pour développer des stratégies de contrôle et des algorithmes pour optimiser le comportement des systèmes afin qu'ils accomplissent certaines tâches et satisfassent des contraintes, et/ou pour minimiser les effets négatifs, par exemple la consommation d'énergie. L'automatique développe les algorithmes utilisés dans des applications aussi différentes que l'aéronautique, les véhicules intelligents, les SmartGrids et l'insertion des énergies renouvelables, les neurosciences ou les systèmes économiques.

*Contenu*

- Modèles dynamiques
- Systèmes linéaires
- Fonction de transfert, poles et zeros, variables d'état, Schéma bloc
- Définitions de la stabilité
- Commandabilité et Observabilité
- Systèmes de Commande
- PID, avance et retard de phase (Lead-Lag), retour d'état
- Estimation d'état (Observateurs)
- Commande Numérique : échantillonnage, transformée en z, fonction de transfert en z, représentation d'état à temps discret, commande par placement



des pôles, observateurs.

---

## **[RVIG] Réalité virtuelle et informatique graphique**

*Responsable de l'UE*

Guillaume Bouyer

*Prérequis*

Notions de programmation impérative et objet

*Effectif*

30

*Objectifs*

Dans le cadre du parcours thématique RVSI : savoir ce que sont, à quoi servent et comment réaliser des applications de Réalité Virtuelle, programmer des rendus visuels et des interactions 3D dans une application.

*Module 1*

Fondements de la Réalité Virtuelle (RV) (Coef. 0,31)

*Module 2*

Informatique Graphique (IG) (Coef. 0,31)

*Module 3*

Projet de réalité virtuelle et informatique graphique (Coef. 0,38)

### **Fondements de la Réalité Virtuelle (RV)**

*Évaluation (1re session)*

Examen écrit

*Évaluation (2e session)*

Examen écrit

*Découpage*

- Cours : 6 séances
- Examen : 1 séance

*Objectifs*

La Réalité Virtuelle permet à des utilisateurs d'interagir de manière naturelle et immersive dans des environnements numériques 3D. Le module en présente les fondements technologiques et théoriques, ainsi que les méthodes pour la conception d'applications et d'Interactions 3D utiles et utilisables.

*Contenu*

- Définitions de base, historique et applications de la RV,
- Canaux sensori-moteurs ; interfaces visuelles, audio, haptiques et de commande ; capteurs,
- Conception d'une application de RV et techniques d'interaction 3D.

## Informatique Graphique (IG)

### *Évaluation (1re session)*

1 / 2 examen écrit + 1 / 2 TP noté

### *Évaluation (2e session)*

Examen écrit

### *Découpage*

- Cours : 3 séances
- TP : 3 séances
- Examen : 1 séance

### *Objectifs*

Passer en revue les fondements de l'informatique graphique. Mettre en œuvre un graphe de scène employant les techniques d'IG récentes (shaders, etc.)

### *Contenu*

- Pipeline graphique,
- Mathématiques géométriques pour l'IG,
- Graphe de scènes,
- Modélisation 3D,
- Shaders.

## Projet de réalité virtuelle et informatique graphique

### *Évaluation (1re session)*

Rendus continus + soutenance

### *Évaluation (2e session)*

Non rattrapable

### *Découpage*

- Projet : 10 séance(s)

### *Objectifs*

Mettre en application les concepts et les techniques des cours réalité virtuelle et informatique graphique grâce à un moteur de jeu (Unity 3D) et une interface de

capture de mains (leap motion). Appliquer une méthode de conception centrée utilisateurs..

*Contenu*

- Prise en main Unity et Leap Motion,
- Conception des interactions (centrée utilisateur),
- Construction et animation de l'environnement virtuel (graphe de scène, caméras, lumières, etc.),
- Programmation des Interactions (sélection, manipulation, navigation, contrôle) et des outils d'assistance,
- Tests.

---

## **[MOOC4] MOOC**

*Responsable de l'UE*

Nicolas Brunel

*Objectifs de l'UE*

Les MOOC (Massive Online Open Courses – Cours en Ligne Ouverts et Massifs) constitue un mode d'apprentissage nouveau de connaissances et de compétences techniques, scientifiques. Les objectifs sont multiples :

- découvrir et apprendre à utiliser ces moyens d'auto-formation, dont l'usage est massif, voire attendue, en particulier dans les métiers du numérique.
- permettre l'apprentissage de compétences techniques, scientifiques, entrepreneuriales avancées, en cohérence avec un projet personnel et professionnel.

*Évaluation (1re session)*

Rapport et Soutenance

*Évaluation (2e session)*

Non-rattrapable

*Découpage*

Cours : 2 séances

TD : 20 séances

Examen : 2 séances (soutenance)

*Contenu*

Les étudiants s'inscrivent à un MOOC anglophone ou francophone de leur choix (FUN [www.fun-mooc.fr](http://www.fun-mooc.fr), Coursera ([www.coursera.org](http://www.coursera.org)), EdX ([www.edx.org](http://www.edx.org)), Udacity ([www.udacity.com](http://www.udacity.com))... qui doit être validé par l'enseignant (cohérence, niveau, non-redondance avec des enseignements déjà suivis).

A titre indicatif, la charge de travail attendue est de 4 à 6 heures par semaine, sur une durée d'environ 8 à 12 semaines. La validation « en ligne » du MOOC est nécessaire pour valider l'UE MOOC.

Durant le semestre, l'étudiant constitue un dossier qui rassemble les éléments de progression, les notes, les exercices et devoirs à la maison, et éventuellement le projet d'évaluation du MOOC. Plusieurs rencontres avec les enseignants permettent de faire le point sur l'avancement.

Le rapport et la soutenance devant le jury permettra d'évaluer la qualité de la restitution des compétences acquises.

---

## **[SE2] Systèmes d'exploitation 2**

*Responsable de l'UE*

Renaud Rioboo

*Prérequis*

L'UE systèmes d'exploitation 1 (SE1)

*Module 1*

Architecture (Coef. 1)

*Module 2*

Projet noyau (Coef. 1)

### **Architecture**

*Évaluation (1re session)*

Examen écrit

*Évaluation (2e session)*

Examen écrit

*Découpage*

- Cours : 10 séances
- Examen : 1 séance

*Objectifs*

Donner un aperçu de l'évolution au fil du temps des architectures des machines qui a aboutie aux machines performantes actuelles.

*Contenu*

- CISC, RISC, ALEA, MMU, Pipeline, Cache.

### **Projet noyau**

*Évaluation (1re session)*

Projet

*Évaluation (2e session)*

Non rattrapable

*Découpage*

- TD : 4 séance
- TP : 9 séances

## *Objectifs*

L'objet de ce cours est triple :

Mise en pratique et consolidation des connaissances acquises en système au cours de l'UE SE1.

Apprendre à spécifier/présenter un projet informatique en distinguant les différents niveaux de spécifications : utilisateurs, implémentation et recettes.

Appréhender la complexité. En effet le projet consistant en l'ajout d'une fonctionnalité au noyau LINUX (plusieurs centaines de milliers de lignes), il faut 1) trouver tous les points où se greffer, 2) rechercher dans le code existant comment des actions de base sont programmées (ex : commutation, vérification d'adresse, attacher une page).

## *Contenu*

Exemples type de projets :

- Fichier circulaire : Ce type de fichier a une taille maximale, quand la taille est atteinte, les plus vieux enregistrements sont écrasés par les nouveaux.
- Sécurisation du SID bit. Les programmes avec SID ne démarre avec un changement de privilège que si ils ont été signés avec une clé privée.

-

---

## **[SIP1,SIP2] Système d'Information Privacy by Design 1 et 2**

*Responsable de l'UE*

Nicolas Anciaux (INRIA), Luc Bouganim (INRIA) et Philippe Pucheral (UVSQ)

*Prérequis*

Modélisation de bases de données, SQL, Programmation C et Java

*Effectif*

25

*Évaluation (1re session)*

Projet

*Évaluation (2e session)*

Non rattrapable

*Découpage*

- Cours : 6 séance(s)
- TD :5 séance(s)
- Projet : 37 séance(s)

*Objectifs*

Les menaces sur les données n'ont jamais été aussi nombreuses, qu'il s'agisse d'atteinte à la vie privée des individus ou de violation de secrets industriels, commerciaux ou diplomatiques. Même les serveurs les plus sécurisés sont attaqués avec succès, qu'il s'agisse d'attaques externes ou internes. L'objectif de ce module est (1) d'appréhender la problématique générale de sécurisation des bases de données et (2) de développer dans le cadre d'un projet une application Privacy by Design, c'est à dire intégrant la dimension de protection des données personnelles dès la phase de conception. Le projet sera réalisé sur une plate-forme hardware spécifique, permettant de déléguer la sécurité au niveau des clients et non plus au niveau des serveurs.

*Contenu*

- Moteurs de SGBD : stockage, indexation, exécution de requêtes, bases de données embarquées
- Sécurité des données : contrôle d'accès, contrôle d'usage, éléments de cryptographie, protection de la vie privée, sécurité hardware
- Développement d'une application Privacy by Design sur plate-forme hardware sécurisée.

---

## **[SSI] Sécurité des systèmes d'information**

*Responsable de l'UE*

Maxime Le Bouëc

*Prérequis*

Notions de systèmes informatiques, de programmation impérative, de bases de données et de sécurité réseau et middleware.

*Évaluation (1re session)*

Examen écrit et TP noté

*Évaluation (2e session)*

Examen écrit

*Découpage*

- Cours : 13 séances
- TP : 10 séances
- Examen : 1 séance

*Objectifs*

La sécurité des systèmes d'information s'intègre dans de nombreux domaines de l'informatique. Cette option introduit les fondements de la sécurité des systèmes d'information dans sa généralité et balaie les grands principes de la sécurité (défense en profondeur, minimisation des privilèges, sensibilisation), ses aspects organisationnels, les différents domaines auxquels elle s'applique, les vulnérabilités fréquentes, les risques et les besoins de sécurités existants.

*Contenu*

- Cryptographie : chiffrement, authentification, symétrique, asymétrique, hachage, gestion de clefs
- Sécurité réseau : notion de sécurité autour des réseaux sans-fil (type Wi-Fi)
- Sécurité système : architecture, modèle de sécurité des systèmes, fonctionnalités de sécurité, protections proposées, vulnérabilités, bonnes pratiques d'administration et d'utilisation (sous Unix, Windows et les smartphones)
- Développement sécurisé : vulnérabilités existantes et les moyens de s'en prémunir (développement web et système)
- Étude de cas de test d'intrusion reprenant de manière appliquée différentes notions vues dans l'option.



---

## **[SRP] Sécurité des réseaux et des protocoles (SEC-CEA)**

*Responsable de l'UE*

Pascal Malterre

*Prérequis*

Notions de réseaux, systèmes informatiques, cryptographie et programmation.

*Évaluation (1re session)*

Examen écrit et TP noté

*Évaluation (2e session)*

Examen écrit

*Découpage*

- Cours : 13 séances
- TP : 10 séances
- Examen : 1 séance

*Objectifs*

Cette UE traite de la sécurité des systèmes d'information en se focalisant principalement sur les aspects réseaux et protocolaires. Les différents modules qui composent cette option viennent compléter l'UE SSI de manière à revoir et renforcer les bases fondamentales de la sécurité (défense en profondeur, séparation des privilèges, principe du moindre privilège, etc.) tout en approfondissant un certain nombre de domaines orientés réseaux et protocoles.

*Contenu*

- Sécurité des couches réseaux : rappels sur le modèle OSI et TCP/IP, sécurité des couches basses (interception de trafic, écoute passive, etc.) et des couches intermédiaires (détournement de trafic, IP *spoofing*, etc.), sécurité des réseaux sans fil.
- Sécurité des architectures réseaux : application des grands principes de la sécurité dans le contexte des architecture réseaux : mécanismes de cloisonnement, pare-feu, proxies, VPN, etc.
- Sécurité des protocoles applicatifs : étude d'un certain nombre de protocoles applicatifs très répandus aujourd'hui sur Internet.
- Sécurité système : après une révision rapide des concepts de sécurité système abordés dans l'UE SSI, certains sujets seront étudiés un peu plus en détails : analyse de sécurité grâce à des techniques de rétro-ingénierie logicielle, cloisonnement avancé à l'aide de la virtualisation et des conteneurs, etc.

- Introduction à la détection d'intrusions grâce à la supervision réseau, à la surveillance des systèmes d'information et au traitement des incidents de sécurité.

---

## **[PRR] Projet Recherche**

*Responsable de l'UE*

Vathana LY-VATH

*Prérequis*

Aucun

*Évaluation (1re session)*

Projet.

*Évaluation (2ème session)*

Non-rattrapable.

*Intervenants*

Sergio Pulido

*Découpage*

7 séances de Cours, 17 séances de TP.

*Objectifs*

Introduire à des sujets dynamiques et d'actualité en recherche, ou à des aspects avancés en informatique ou en mathématiques.

Aborder des sujets complexes avec les outils de la « recherche académique », en accompagnement avec des chercheurs actifs dans le domaine, afin de développer des capacités d'innovation et de découverte.

*Contenu*

Sous forme de cours introductifs (« master class »), les groupes sont introduits à une problématique et des outils conceptuels et pratiques pour résoudre une classe de problèmes. Les étudiants travaillent en groupe, font des recherches bibliographiques, et élaborent et mettent en œuvre des solutions (réalisation de programmes ou logiciels, rapport d'analyse, rédaction d'un article).

Les thèmes couverts sont la modélisation, la simulation mathématique, la science des données, dans le domaine de l'ingénierie, de la finance, de la santé.

---

## **[ARMA] Architecture matérielle**

*Responsable de l'UE*

Christophe MOUILLERON

*Objectifs*

• On étudie la composition matérielle d'un ordinateur et la façon dont celui-ci fonctionne. En partant des fondamentaux (portes, additionneurs) on voit comment construire une carte mère. Ceci amène à regarder la structuration mémoire, en particulier les mécanismes de cache et leurs conséquences sur les algorithmes, et les mécanismes usuels d'optimisation de code (déroulage de boucles, pipeline, etc.)

*Évaluation (1<sup>re</sup> session)*

Contrôle Continu (coef. 0.35)

Examen écrit final (coef. 0.65)

*Évaluation (2<sup>e</sup> session)*

• 1 examen écrit.

*Découpage*

- Cours : 8 séances
- TD : 2 séances
- TP : 13 séances
- Examen : 1 séance

*Contenu*

Synthèse de fonctions combinatoires, unités arithmétiques et logiques, compteurs, automate de contrôle, instructions RISC, pipelines, caches, optimisation logicielle.

*Bibliographie*

- Computer Architecture Design and Organization: The Hardware/Software Interface, 5th edition, David A. Patterson and John L. Hennessy, Morgan Kaufmann .

---

## **[ECO4] Économie gestion**

*Responsable de l'UE*

Guillaume Burel

*Prérequis*

Aucun

*Objectifs*

Cette UE vient compléter les connaissances acquises pendant les semestres de tronc commun en économie et en gestion. Les élèves d'Évry doivent suivre obligatoirement les modules 1 et 5 ainsi qu'un module au choix entre 2, 3 et 4. Les élèves de Strasbourg suivent obligatoirement les modules 3 et 5.

*Module 1*

Challenge entreprendre (Télécom École de Management)

*Module 2*

Brevets d'invention – Protection des logiciels

*Module 3*

Stratégie des grandes entreprises

*Module 4*

Droit et Economie du Logiciel Libre

*Module 5*

Gestion des ressources humaines

*Évaluation*

La note du module est calculée à Évry suivant la formule

$\min(M1, (M1+(M2|M3|M4)+M5)/3)$ , donc le minimum entre la note au challenge et la moyenne des trois modules suivis. À Strasbourg, c'est la moyenne des 2 UEs suivies.

•

### **Brevets d'invention – Protection des logiciels**

*Évaluation (1re session)*

Examen écrit

*Évaluation (2e session)*

Non rattrapable

*Découpage*

- Cours : 11 séance(s)

- Examen : 1 séance(s)

### *Objectifs*

L'objectif de ce module est de familiariser les étudiants avec les aspects fondamentaux de la propriété industrielle, des mécanismes d'acquisition des droits de brevets, et d'exploitation de ces droits, avec un focus particulier sur la problématique de la protection des logiciels.

### *Contenu*

- Présentation des critères de brevetabilité
- Procédure de délivrance d'un brevet
- Protection des logiciels
- Exploitation des Brevets
- Contentieux des Brevets.

## **Stratégie des grandes entreprises**

### *Évaluation (1re session)*

Projet

### *Évaluation (2e session)*

Non rattrapable

### *Découpage*

- TD : 12 séance(s)

### *Objectifs*

Savoir analyser, discuter et présenter une démarche stratégique, par le biais d'étude de cas choisis dans la base de la Harvard Business School.

### *Contenu*

Séance 1

1. Présentation de l'organisation générale des séances,
2. Présentation des outils de base : « Kit de Survie » (1h),
3. Présentation des méthodes : méthode des cas et méthode de travail sur un cas exemple corrigé : Golf Logix (1h),
4. Détermination des groupes,
5. Précision des questions du cas, si nécessaire,
6. Travail en groupe sur les questions du cas (45'),

7. Présentation des réponses, discussion, éléments de réponse (1h),
8. Remise du/des cas suivants,
9. Désignation d'un groupe en charge de la présentation du cas suivant.

Séances suivantes : 1 cas par séance, remis une ou deux semaines à l'avance pour lecture préalable.

1. Présentation du cas par le groupe désigné précédemment,
2. Le cas échéant, présentation de l'outillage,
3. Travail en groupe sur les questions du cas,
4. Présentation des réponses, discussion, éléments de réponse,
5. Remise du/des cas suivants,
6. Désignation d'un groupe en charge de la présentation du cas suivant.

## Gestion des ressources humaines

### *Évaluation (1re session)*

Examen écrit (QCM et devoir)

### *Évaluation (2e session)*

Examen écrit (QCM et devoir)

### *Découpage*

- Cours : 13 séance(s)
- Examen : 1 séance(s)

### *Objectifs*

Conduire les élèves à la compréhension spécifique des ressources humaines dans le milieu informatique.

### *Contenu*

- Introduction : pourquoi un cours sur les ressources humaines ? Présentation de la fonction RH.
- Face au marché de l'emploi : définir et mettre en œuvre une stratégie gagnante  
- la logique de réseau professionnel - l'entretien de recrutement - les métiers de l'informatique.
- Vivre en entreprise : gérer sa carrière, son temps, sa vie professionnelle / vie personnelle, comprendre le dialogue social.

- Conclusion : la responsabilité sociale de l'entreprise.

## Droit et économie du logiciel libre

### *Évaluation (1re session)*

Examen écrit (QCM et devoir)

### *Évaluation (2e session)*

Examen écrit (QCM et devoir)

### *Découpage*

- Cours : 13 séance(s)
- Examen : 1 séance(s)

### *Objectifs*

Le libre.

### *Contenu*

- contenu



---

## **[LVFH4] Langues vivantes et formation humaine**

*Responsable de l'UE*

Laurence Bourard

*Prérequis*

Aucun

*Objectifs*

Rendre les étudiants capables de communiquer dans deux langues étrangères (anglaisa et LV2). Appréhender les enjeux de la communication dans le monde de l'entreprise.

*Module 1*

Langue vivante 1 : anglais (Coef. 1)

*Module 2*

Langue vivante 2 (Coef. 1)

*Module 3*

La communication au service de l'entreprise (Coef. 1)

### **Langue vivante 1 : anglais**

*Évaluation (1re session)*

20% : assiduité (note nulle si plus de deux absences sans justification valable)

40% : contrôle continu (notes obtenues pendant les séances du semestre)

40% : examen final

*Évaluation (2e session)*

Examen oral ou écrit en fonction du nombre d'élèves concernés

*Découpage*

Cours-TD : 10 séances

*Objectifs*

Rendre les étudiants capables de mieux communiquer en anglais. Mener l'ensemble des groupes au minimum au niveau B2 du CECRL (Cadre Européen Commun de Référence pour les Langues). Préparation au TOEIC ou au BULATS selon le niveau des élèves.

Les étudiants passent le TOEIC ou le BULATS à la fin du semestre.

*Contenu*

Travail à partir de documents authentiques pris dans la presse anglophone, extraits

d'enregistrements audio et vidéo. Entraînement aux tests de certification. Exercices pratiques variés : prise de parole en continu, conversation en anglais, compréhension écrite et orale, expression écrite.

## Langue vivante 2

### *Évaluation (1re session)*

20% : assiduité (note nulle si plus de deux absences sans justification valable)

40% : contrôle continu (notes obtenues pendant les séances du semestre)

40% : examen final

### *Évaluation (2e session)*

Examen écrit

### *Découpage*

Cours : 10 séance(s)

### *Objectifs*

Rendre les étudiants capables de communiquer dans une langue étrangère, au choix : Allemand, Anglais soutien, Arabe (cours à TEM-TSP), Chinois, Espagnol, Français langue étrangère, Italien (cours à TEM-TSP), Japonais, Portugais, Russe.

Un test de positionnement a lieu en août pour le FLE, en septembre pour l'allemand, l'arabe, l'espagnol, l'italien et le russe.

L'ENSIIE met en place une session annuelle de certification avec le Goethe Institut pour les germanistes de niveau B1, B2 et C1.

Une épreuve de certification en français est également organisée à l'ENSIIE pour les étudiants étrangers non francophones.

### *Contenu*

Le professeur de LV2 utilise des documents authentiques ou didactisés, adaptés au niveau et au profil des élèves (articles tirés de la presse, extraits d'enregistrements audio et vidéo).

Les activités portent sur des savoirs et des compétences variés: compréhension de l'écrit et de l'oral, expression écrite et orale, prise de parole en continu, capacité à prendre part à une conversation, acquisitions lexicales et civilisationnelles, sensibilité interculturelle.

## La communication au service de l'entreprise

### *Évaluation (1re session)*

20% assiduité

40% contrôle continu

40% examen écrit ; deux absences non justifiées donnent 0 en assiduité, au-delà la note de CC est divisée par deux.

*Évaluation (2e session)*

Non rattrapable

*Découpage*

- Cours-TD : 6 séances

*Contenu*

1. Stratégie et plan de communication
  - Globale et marques
  - Médias, hors médias & digitale
  - Aux différentes étapes de la vie de l'entreprise
2. E-réputation d'une entreprise
3. E-réputation personnelle

## Le semestre 5

Le semestre 5 est le prolongement des parcours de spécialisation initiés en 2ème année. Les enseignements de S5 sont constitués de 5 UE techniques (à choisir parmi les groupes 1,2,3,4,5 et 6, selon les parcours), en plus de deux UE communes autour de l'entreprise et de la formation humaine (TCJES et TCEFH),

Ces options approfondissent les connaissances et la maîtrise des concepts avancés et clefs dans les parcours suivant :

*Parcours « Mathématiques Appliquées »*

MQS, MNF, MSA, MAL, IRF, MCS2, OPTI1 & OPTI2

*Parcours « Génie Logiciel et Sécurité »*

RIIA, WIA, PROG1, PROG2, (OPTI1 & OPTI2) | (SEC1 & SEC2)

*Parcours « Jeux Vidéos et Interactions Numériques » (en partenariat avec TSP)*

MER, GPA, IEC, SIR

*Parcours « Organisation des Entreprises »*

AEBI, GPA, NTOE, MGMT

### Organisation.

	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3	Groupe 4	Groupe 5	Groupe 6
1	MSC	IRF	MSA	MAL	MNF	MCS2
2	MER	GPA	IEC	SIR	SEC1	SEC2
3	RIIA	WIA	PROG1	PROG2	OPTI1	OPTI2
4	PDS		NTOE	MGMT		

**TABLE 5 : Les différentes UE d'enseignements du S5**

Les élèves peuvent choisir une option par groupe. La signification des groupes en termes d'organisation est la suivante :

- Les options des groupes impairs ont lieu en première partie de semestre ;
- Les options des groupes pairs ont lieu en seconde partie de semestre ;
- Les options des groupes 1 et 2 ont lieu le lundi matin et après-midi ;
- Les options des groupes 3 et 4 ont lieu le mardi matin et après-midi ;
- Les options des groupes 5 et 6 ont lieu le vendredi matin et après-midi.

---

## **[TCJES] Tronc commun : jeu d'entreprise et séminaires**

*Responsable de l'UE*

Vathana Ly Vath

*Prérequis*

Aucun

*Module 1*

Jeu d'entreprises (Coef. 4)

*Module 2*

Séminaires professionnels et scientifiques (Coef. 1)

### **Jeu d'entreprises**

*Évaluation (1re session)*

Contrôle continu 60% et présentation orale 40%

*Évaluation (2e session)*

Non rattrapable

*Découpage*

Cours-TD : 16 séances

*Objectifs*

À la fin de cet enseignement, les étudiants sont capables :

- D'appréhender l'impact des principales décisions de gestion sur la performance de l'entreprise (en particulier en termes de part de marché et de rentabilité),
- De mesurer l'impact de l'introduction de nouvelles technologies, par un processus essai/erreur qui offre des options multiples,
- D'élaborer un plan stratégique pour le lancement de nouveaux services.

Cette simulation permet également d'améliorer les méthodes de travail en groupe.

*Contenu*

Une session inclut une prise de décision à chaque période :

- Période 0 : introduction à Simobiz avec une « période d'essai »,
- Première période : politique marketing (élaboration et pricing des offres),
- Deuxième période : remise des axes stratégiques,
- Troisième période : introduction de nouveaux services et élaboration d'un plan marketing,
- Quatrième période : problèmes de financement du plan marketing,

- Cinquième période : problèmes de rentabilité financière - présentations orales, synthèse, et conclusion.

## Séminaires professionnels et scientifiques

### *Évaluation (1re session)*

Présence obligatoire : Note finale =  $10 + (\text{Nb de présences} - 2 \times \text{Nb d'absences}) \times (10 / \text{Nb de conférences})$

### *Évaluation (2e session)*

Non rattrapable

### *Découpage*

- Conférences : 8 séance(s)

### *Objectifs*

Ces conférences professionnelles visent à fournir l'expérience de terrain, complément indispensable à toute formation. Elles sont données par des professionnels occupant des fonctions diverses dans des domaines tels que l'informatique et la finance. Un certain nombre de conférences scientifiques portant sur des thèmes spécifiques tels que le cloud computing ou les logiciels libres seront également organisées.

### *Contenu*

Une série de conférences portant sur différentes thématiques : logiciels libres, cloud computing, SAP, entrepreneuriat...

---

## **[TCEFH] Tronc commun : économie et formation humaine**

*Responsable de l'UE*

Guillaume Burel

*Prérequis*

Aucun

*Objectifs*

L'objectif de cette UE est de donner une mesure de l'impact des nouvelles technologies dans le fonctionnement et l'organisation de l'entreprise et de son activité, ainsi que plus largement dans le monde, la société et son histoire.

*Module 1*

Management de projet (Coef. 1)

*Module 2*

Marketing appliqué au NTIC (Coef. 1)

### **Management de projet**

*Évaluation (1re session)*

Contrôle continu

*Évaluation (2e session)*

Non rattrapable

*Découpage*

- Cours : 8 séance(s)

*Objectifs*

Maîtriser les conditions de cadrage et de mobilisation de contributions utiles pour accompagner un projet, depuis sa conception jusqu'à sa mise en œuvre et la mesure de ses résultats.

*Contenu*

- Quelle méthodologie de management de projet,
- Comment déterminer les enjeux et objectifs stratégiques d'un projet,
- Comment anticiper les risques et les opportunités d'un projet,
- Comment détecter les alliés (sociodynamique),
- Comment définir le déroulé d'un projet (approche, objectifs opérationnels / tâches smart, co-construction d'un planning),
- Comment constituer une équipe mobilisée qui soit dans les meilleures

- dispositions pour contribuer,
- Comment reporter efficace et efficient,
  - Comment communiquer en tant que Chef de projet et négocier les changements utiles,
  - Comment maintenir la mobilisation sur un projet, montrer des gains rapides...

## Marketing appliqué au NTIC

### *Évaluation (1re session)*

1/3 de travaux pratiques, 1/3 de présentation orale, 1/3 remise d'un dossier

### *Évaluation (2e session)*

- Non rattrapable

### *Découpage*

- Cours : 8 séance(s)

### *Objectifs*

Faire découvrir le marketing et le marketing internet du point de vue opérationnel.  
Mettre en place une stratégie d'entreprise et surtout maîtriser les leviers pour atteindre un ROI.

### *Contenu*

- Rappels marketing (marketing mix, notion de marché, stratégie)
- Le marketing internet (les fondamentaux, les objectifs, le coût d'acquisition, la longue traîne - un site efficace : prérequis, B2B vs B2C - faire revenir les visiteurs : communauté, le marketing viral - les moteurs de recherche : introduction au SEO - l'email - les bannières - analytics)
- Stratégie d'internationalisation (introduction et environnement international, management stratégique et internationalisation, mise en œuvre d'une stratégie d'internationalisation, financement de l'internationalisation, organisation contrôle et management multiculturel)



---

## **[LVFH5] ANGLAIS**

*Responsable de l'UE*

Laurence Bourard

*Prérequis*

Ce cours d'anglais est réservé aux étudiants qui n'ont pas pu valider le niveau B2 en deuxième année (score inférieur à 785 points au TOEIC ou score inférieur à 60 points au BULATS).

*Évaluation (1ère session)*

20% : assiduité (note nulle si plus de deux absences sans justification valable)

40% : contrôle continu (notes obtenues pendant les séances du semestre)

40% : examen final

*Évaluation (2ème session)*

Non-rattrapable

*Découpage*

Cours-TD : 10 séances

*Objectifs*

- Progresser en anglais et optimiser ses chances de réussir le test de certification.
- Renforcer les compétences requises d'un ingénieur susceptible de participer en anglais à des activités professionnelles et d'interagir avec des équipes multiculturelles.

*Contenu*

Activités de communication en situations professionnelles.

L'enseignant utilise des documents authentiques ou didactisés, adaptés au niveau des élèves (articles tirés de la presse, extraits d'enregistrements, échantillons de tests certifiants).

Les activités portent sur des savoirs et des compétences variés: compréhension de l'écrit et de l'oral, expression écrite et orale, prise de parole en continu, capacité à prendre part à une conversation, acquisitions lexicales et civilisationnelles, sensibilité interculturelle.

Une partie du cours est consacrée à des révisions et certaines séances portent directement sur le TOEIC : mini-tests, entraînement dans les conditions de l'examen, stratégies à mettre en œuvre (pièges à éviter, gestion du format et du temps imparti).

---

## **[PDS] Python for Data Science**

*Responsable de l'UE*

Olaf Kouamo

*Évaluation (1re session)*

Examen Final + Projet

*Évaluation (2e session)*

Non rattrapable

*Découpage*

Cours-TD : 24 séances en 6 journées pleines.

*Objectifs*

Cartographie des différentes tâches possibles en data science par le langage python. Depuis l'import des données structurées ou non structurées jusqu'à la mise en production du projet en passant par le preprocessing et la modélisation mathématique.

*Contenu*

- Initiation à la Data Science, Manipulation et Traitement des données (1 journée).  
Introduction des packages de base pour la data science en python  
Preprocessing des variables et features engineering
- Machine Learning et Analyse Prédictive (1 journée entière)  
Apprentissage statistique supervisé (Random Forest, Gradient boosting, SVM etc... sous python)  
Apprentissage non supervisé/ clustering (KMeans, GMM, DBSCAN etc...)
- Crawling/scraping/Textmining (1 journée entière)  
Récupération des données depuis un site WEB.  
Natural Language processing
- Algorithmes de recommandation (1 journée entière)  
Filtrage collaboratif/ Content base  
Méthode de graphes
- Packaging et déploiement de code (1 journée entière)  
Intégration continue et test unitaire, méthode de déploiement (Jenkins).  
Ordonnancement des tâches et pipeline python(luigi vs airflow)
- Evaluation et Soutenance de Projet (1 journée entière)

---

## **[GPA] Gestion de projet avancée**

*Responsable de l'UE*

Patrick Viscaino

*Prérequis*

Aucun

*Effectif*

30 élèves

*Objectifs*

- Approfondir les connaissances et la maîtrise déjà acquises en gestion de projet, en explorant les deux tendances actuelles qui coexistent : la gestion de projet traditionnelle et la gestion de projet agile

*Module 1*

Gestion de projet (50%)

*Module 2*

L (50%)

### **Gestion de projet**

*Évaluation (1re session)*

QCM : notions et techniques (1 séance) + Atelier sur mini projet par groupe de 10 élèves maxi (Travail de chaque groupe + présentations collectives des résultats – durée équivalent à 2 séances)

*Évaluation (2e session)*

- Non-rattrapable

*Découpage*

- Cours : 7 séances
- TP : 2 séances (atelier)
- Examen : 1 séance

*Objectifs*

Approfondir les connaissances déjà acquises en gestion de projet. En particulier dans la compréhension des processus du développement logiciel et la maîtrise/comparaison des approches de gestion « traditionnelles » et agiles.

Présentation d'études de cas dans les différents contextes de projets.

*Contenu*

- Rappels sur les notions de projets : Modèle CQFD

- Les acteurs du projet : A l'intérieur et à l'extérieur du projet ; Aspects organisationnels
- Les cycles de vie projet : Cycles en V, W, Itératifs, RAD, Agiles .... ; Planification forte et/ou agilité
- Rappels sur les processus fondamentaux de la gestion de projet
- Rappels sur les statistiques de réussite/échecs des projets : La gestion des risques projets
- Les approches Qualité/Maturité : La qualité par l'utilisation des bonnes pratiques ; Les certifications ISO, PMI, Prince, CMMI, ITIL ...
- Etudes de cas

## Les Métriques de l'Informatique

### *Évaluation (1re session)*

QCM sur les notions, les techniques (1 séance) + Atelier sur mini projet par groupe de 10 élèves maxi (Travail de chaque groupe + présentations collectives des résultats – durée équivalent à 2 séances)

### *Évaluation (2e session)*

- QCM sur les notions, les techniques, et quelques situations de base.

### *Découpage*

- Cours : 11 séances
- TP : 2 séances (atelier)
- Examen : 1 séance

### *Objectifs*

- Appréhender les différentes métriques de l'informatique : taille des applications, taille des projets, charges, délais, coûts, qualité.
- Préparer les futurs chefs de projet aux engagements qu'ils seront amenés à prendre dans leur vie professionnelle aux indicateurs de suivi de la performance de leurs équipes.
- Etudes de cas dans différentes situations.

### *Contenu*

- Présentation des coûts de l'informatique : Au niveau géographique ; En grandes catégories (Build/Run, Hard/Soft, Dev/M&S, Progiciels/SaaS/Spécifiques, ...) ; Les tendances et les perspectives
- La mesure de la taille des applications : LOC ; Les points de fonction IFPUG, COSMIC ; Les composants techniques

- Les méthodes d'estimation de la charge des activités projets / applications : WBS et activités projets corrélables à la taille des applications ; Les méthodes mathématiques, statistiques, « des comparables », à partir de réseaux de neurones ; Les référentiels internationaux ; Les intervalles de confiance ; Les facteurs d'influence sur la charge Cocomo, Capers Jones.
- La conversion des charges estimées en coûts estimés
- Les méthodes d'estimation des délais : Méthodes statistiques ; Gant / Pert
- Les méthodes d'estimation des charges et coûts pour les projets Agile : Stories Points ; Use Case Point
- Les indicateurs de performance de l'informatique : Objectifs, principaux domaines ; Exemples de KPI
- Etudes de cas

---

## **[SIR] Systèmes interagissant en réseaux [JIN]**

*Responsable de l'UE*

Michel Simatic

*Module 1*

Réseaux et Cloud

*Module 2*

Objets Communicants

*Module 3*

Agents intelligents interagissant

*Évaluation (1re session)*

L'évaluation du module « Réseaux et cloud » est basée sur deux 2 TPs notés, réalisés en monôme, dont on fait la moyenne.

L'évaluation du module « Objets communicants » est basée sur un test écrit et une démonstration d'objet communicant.

L'évaluation du module « Agents intelligents interagissants » s'effectue sous la forme d'un projet utilisant une plate-forme de modélisation et de simulation à base d'agents afin d'illustrer de manière concrète les concepts abordés en cours.

La note finale de l'UV est la moyenne des évaluations de ses trois modules.

*Évaluation (2e session)*

•Non-rattrapable

*Objectifs*

- Module « Réseaux et cloud »

- Comprendre les deux métiers de la programmation « Réseaux » : le multijoueur et le *online*

- Comprendre les enjeux du Cloud

- Maîtriser les briques technologiques de la programmation « Réseaux » : *middleware* de communication, SGBD, SGBD no-SQL.

- Expérimenter des *middlewares* intégrés

- Module « Objets communicants »

- Comprendre les objets communicants comme un des termes clé de l'innovation dans le marché technologique d'aujourd'hui.

- Comprendre le rapport qu'elles entretiennent avec le social

- Prise en main du matériel de prototypage : Arduino, capteurs, actionneurs

- Développement d'un scénario d'usage par l'étudiant d'un objet communicant
- Réalisation d'un projet sur Arduino et Processing
- Présentation du projet devant la classe
- Module « Agents intelligents interagissants »

L'objectif général du cours est de fournir les concepts et outils permettant d'appréhender les notions d'agents interagissants et de systèmes à base d'agents. La notion d'agent sera abordée de manière très large, avec la présentation de modèles aussi bien « cognitif » que « réactifs ». Nous nous intéresserons ainsi aux agents conversationnels en présentant les modèles de représentation, de raisonnement, de communication permettant à des agents dits « intelligents » d'interagir directement avec le joueur. Nous nous intéresserons par ailleurs aux agents inspirés de la sociobiologie en présentant les modèles comportementaux permettant de simuler des environnements autonomes peuplés d'entités actives autour du joueur. Quelques notions d'apprentissage associées à ces différentes architectures d'agents seront également, présentées.

### *Contenu*

- Module « Réseaux et cloud »
  - Les deux métiers de la programmation « Réseaux »
  - Le multijoueur et ses problèmes de réactivité/réalisme
  - Le *online* et ses problèmes de production
  - Enjeux du Cloud
  - Présentation du marché
  - Zoom sur les aspects serveurs
  - Cloud *gaming*
  - Briques technologiques de la programmation « Réseaux »
  - Middlewares de communication : eNet, zeroMQ, RabbitMQ, Raknet
  - SGBDs standards : Oracle Berkeley-DB, MySQL/MariaDB, Postgresql
  - SGBD No-SQL : Cassandra, Redis, MongoDB, CouchBase
  - Positionnement de ces outils en considérant deux scénarios de jeu
  - Middlewares clé en main
  - Playfab, Photon, Unity Park Suite, etc.
  - Développement d'un multijoueur complet
- Module « Objets communicants »

Les objets communicants sont apparus suite à une convergence entre les objets intelligents et le web. Dans un avenir proche, les dispositifs du quotidien ne seront pas seulement équipés de puces de calcul et de mémoire, mais aussi de puces de

connexion sans fil vers Internet. L'information deviendra alors ubiquitaire et ambiante. Toute information saisie par les utilisateurs et toute donnée mesurée par des capteurs locaux seront transmis en temps réel vers le web. C'est aux objets, aux lieux et aux surfaces de présenter avec intelligence ces données en adéquation avec une situation et un utilisateur spécifique.

Désormais votre rideau connaîtra votre agenda, votre chauffage vous proposera le forfait EDF le plus adapté à vos habitudes et le message musical d'un ami sera relayé en direct par le DJ du bar où vous vous trouverez.

Ce cours de 21 heures est une initiation aux objets communicants. Pour stimuler la participation, la créativité et la réflexion des étudiants sur ce thème, les parties théoriques sont accompagnées de travaux pratiques de prototypage.

- Module « Agents intelligents interagissants »
  - Simulation (pour modéliser et simuler toute entité active [humain, robot, animal, environnement...] dans un jeu)
  - Architectures d'agents (réactives, cognitives, hybrides)
  - Agents conversationnels (langages d'agent, logiques modales, protocoles d'interaction, négociation)
  - Comportements de groupes (modèles de flocking, simulation de foules, etc.)



---

## **[IEC] Interactions et Capteurs [JIN]**

*Responsable de l'UE*

Guillaume Bouyer

*Module 1*

Interactions homme-système

*Module 2*

Réalité augmentée

*Évaluation (1re session)*

L'évaluation du module « Interaction homme-système » est faite sur la base de deux mini projets.

L'évaluation du module « Réalité augmentée » est faite sur forme de contrôle continu et d'examen écrit afin de vérifier l'assimilation des concepts et méthodes présentées en cours.

La note finale de l'UV est la moyenne des évaluations de ses deux modules .

*Évaluation (2e session)*

Non-rattrapable

*Objectifs*

- Comprendre les nouvelles et futures interfaces homme-machine, savoir les traduire en interactions efficaces avec un environnement 3d ou un programme
- Comprendre les différentes méthodes et algorithmes de perception, de reconstruction et d'interaction avec l'environnement réel dans un contexte de réalité augmentée.

*Contenu*

- Module « Interaction homme-système »
  - Cours Human Interaction Devices (1h45)
  - Mini-projet Gamepad : 2D Character Controller (5h15)
  - Cours Interactions naturelles (gestuelle et corporelle) (3h30)
  - Mini-projet Kinect : Détection de gestes (7h)
- Module « Réalité augmentée »
  - Modélisation et calibration de capteurs (caméra, Kinect, etc.)
  - Calcul de pose,
  - Méthodes analytiques de suivi
  - Méthodes numériques de suivi
  - Projets académiques et industriels

---

## **[MER] Modélisation et Rendu [JIN]**

*Responsable de l'UE*

Marius Preda

*Module 1*

Interactions homme-système

*Module 2*

Réalité augmentée

*Évaluation (1re session)*

L'évaluation du module « Interaction homme-système » est faite sur la base de deux mini projets.

L'évaluation du module « Réalité augmentée » est faite sur forme de contrôle continu et d'examen écrit afin de vérifier l'assimilation des concepts et méthodes présentées en cours.

La note finale de l'UV est la moyenne des évaluations de ses deux modules .

*Évaluation (2e session)*

Non-rattrapable

*Objectifs*

- Comprendre les nouvelles et futures interfaces homme-machine, savoir les traduire en interactions efficaces avec un environnement 3d ou un programme
- Comprendre les différentes méthodes et algorithmes de perception, de reconstruction et d'interaction avec l'environnement réel dans un contexte de réalité augmentée.

*Contenu*

- Module « Modélisation 3D »
  - 3 cours sur les fondements de la modélisation géométrique : Introduction + structures Scene Graph, CSG, complétude et algorithmes.
  - Brep, triangulations, topologie, Delaunay + courbes & surfaces
  - Autres géom. : Fractales/Lsystem, blob, particules, énumération...
  - 3 TP : Blender
- Module « Rendu visuel (temps réel) »
  - Pipeline graphique
  - Interaction
  - Rendu OpenGL
  - Chargement des objets, optimisation

---

## **[MOOC5] MOOC**

*Responsable de l'UE*

Thomas Lim

*Objectifs de l'UE*

Les MOOC (Massive Online Open Courses – Cours en Ligne Ouverts et Massifs) constitue un mode d'apprentissage nouveau de connaissances et de compétences techniques, scientifiques. Les objectifs sont multiples :

- découvrir et apprendre à utiliser ces moyens d'auto-formation, dont l'usage est massif, voire attendue, en particulier dans les métiers du numérique.
- permettre l'apprentissage de compétences techniques, scientifiques, entrepreneuriales avancées, en cohérence avec un projet personnel et professionnel.

*Évaluation (1re session)*

Rapport et Soutenance

*Évaluation (2e session)*

Non-rattrapable

*Découpage*

Cours : 2 séances

TD : 20 séances

Examen : 2 séances (soutenance)

*Contenu*

Les étudiants s'inscrivent à un MOOC anglophone ou francophone de leur choix (FUN [www.fun-mooc.fr](http://www.fun-mooc.fr), Coursera ([www.coursera.org](http://www.coursera.org)), EdX ([www.edx.org](http://www.edx.org)), Udacity ([www.udacity.com](http://www.udacity.com))... qui doit être validé par l'enseignant (cohérence, niveau, non-redondance avec des enseignements déjà suivis).

A titre indicatif, la charge de travail attendue est de 4 à 6 heures par semaine, sur une durée d'environ 8 à 12 semaines. La validation « en ligne » du MOOC est nécessaire pour valider l'UE MOOC.

Durant le semestre, l'étudiant constitue un dossier qui rassemble les éléments de progression, les notes, les exercices et devoirs à la maison, et éventuellement le projet d'évaluation du MOOC. Plusieurs rencontres avec les enseignants permettent de faire le point sur l'avancement.

Le rapport et la soutenance devant le jury permettra d'évaluer la qualité de la restitution des compétences acquises.

---

## **[MSC] Modélisation Stochastique et Contrôle**

*Responsable de l'UE*

Thomas Lim

*Prérequis*

Probabilités (page 17), introduction au marché financier (page 80), calcul stochastique (page 97).

*Module 1*

Modèles de courbes de taux (Coef. 1)

*Module 2*

Contrôle stochastique (Coef. 1)

### **Modèles de courbes de taux**

*Évaluation (1re session)*

Contrôle continu ou mémoire

*Évaluation (2e session)*

Examen écrit ou oral selon le nombre d'étudiants concernés.

*Découpage*

- Cours : 12 séances

*Objectifs*

Maîtriser les aspects mathématiques de la modélisation des courbes des taux afin que les étudiants comprennent comment modéliser les taux et utiliser la courbe des taux pour déterminer les prix des options européennes.

*Contenu*

Modèles de taux court à un facteur : Vasisek, Cox-Ingersoll-Ross, Heath-Jarrow-Morton. Évaluation de produits dérivés de taux : options sur zéro-coupon. Cas de produits dérivés de crédit. Probabilité forward. Taux LIBOR

### **Contrôle stochastique**

*Découpage*

Cours : 12 séances

*Objectifs*

Comprendre et énoncer un problème de contrôle stochastique. Connaître des méthodes usuelles de résolution. Savoir résoudre des exemples classiques.

## *Contenu*

Contrôle stochastique dans des modèles discrets:

- Options Américaines et enveloppes de Snell
- Gestion de portefeuille et méthodes de dualité

Arrêt Optimal en temps continu : le cas de l'option américaine.

- maturité infinie : Calcul du prix critique et de la valeur de l'option par méthode probabiliste
- maturité finie : Evaluation du prix critique par formule de la prime pour exercice anticipée.

Problèmes de Contrôles réguliers :

- Résolution du problème de Merton par programmation dynamique et solutions de viscosité
- Prix d'indifférence : Evaluation, par méthodes de BSDE, du prix d'indifférence d'un actif

Contrôle singulier : Stratégies optimales de distribution de dividendes et extensions.

---

## **[IRF] Instruments et Risques Financiers**

*Responsable de l'UE*

Vathana Ly-Vath

*Prérequis*

Probabilités (page 17), introduction au marché financier (page 80), calcul stochastique (page 97).

*Module 1*

Couverture et gestion des risques (Coef. 1)

*Module 2*

Instruments financiers II (Coef. 1)

### **Couverture et gestion des risques**

*Évaluation (1re session)*

Contrôle continu

*Évaluation (2e session)*

Examen écrit (oral suivant effectif)

*Découpage*

- Cours : 12 séance(s)

*Objectifs*

Ce cours présente les bases des options vanilles et propose une approche pratique des dérivés actions, tels qu'ils sont utilisés en salles de marchés.

*Contenu*

- Couverture et gestion du risque de taux d'intérêts
  - Taux actuariels, taux zéro coupon et taux forwards
  - Définitions et évaluation des instruments de taux
  - Construction de la courbe des taux ZC, Construction d'une bi-courbe
  - Outils actuariels d'analyse du risque
- Couverture et gestion du risque optionnel
  - Rappel des principaux modèles de valorisation
  - Gestion dynamique des risques optionnels
  - Typologie des stratégies mise en œuvre
  - Exemple/Risk management d'un fonds de volatilité

## Instruments financiers II

### *Évaluation (1re session)*

Contrôle continu

### *Évaluation (2e session)*

Examen écrit (oral suivant effectif)

### *Découpage*

- Cours : 8 séance(s)
- TP : 4 séance(s)

### *Objectifs*

Renforcer les connaissances des élèves par une approche pratique des marchés financiers.

### *Contenu*

#### 1. Les marchés en pratique :

- Apprendre aux élèves comment les instruments financiers sont négociés et échangés sur les marchés
- Apprendre aux élèves la dynamique de la construction des prix
- Apprendre aux élèves les différents types d'arbitrage dans les marchés

#### 2. Le TP

- Manipulation des données financières depuis une base de données
- Réalisation de pricer d'options vanille, et de calculateur de volatilité implicite

#### 3. Les projets

- Apprendre aux élèves les éléments qui permettent de juger une stratégie d'investissement
- Back test de stratégies systématiques

---

## **[MGMT] Management**

*Responsable de l'UE*

Nicolas Brunel

*Module 1*

Savoir manager pour devenir un bon chef de projet (Coef. 1)

*Module 2*

Management des systèmes complexes « SI-Humains » (Coef. 1)

### **Savoir manager pour devenir un bon chef de projet**

*Évaluation (1re session)*

Examen de 3h en 2 parties (individuelle et en équipe, basé sur une étude de cas).

*Évaluation (2e session)*

Non rattrapable

*Découpage*

Cours-TD : 6 séances

*Objectifs*

Les objectifs de cet approfondissement vont dans le même sens que ceux de S4, à savoir: Donner aux étudiants la capacité de:

1. devenir des co-équipiers de valeur pour les chefs de projets qui les recruteront
2. démontrer des capacités à devenir des chefs de projets de valeur
3. savoir appliquer concrètement les fondamentaux pour manager un projet, une équipe, la relation avec l'utilisateur et la relation avec sa hiérarchie

*Contenu*

Compléments et approfondissements sur les fondamentaux pour :

- Maîtriser le management de projet :

Comprendre son rôle de coéquipier, développer les compétences attendues (rigueur, fiabilité, ouverture, ... ) approfondissements

compétences d'un bon chef de projet: maîtriser chaque facette (vis à vis de la hiérarchie, vis-à-vis de son équipe, vis à vis de ses pairs)

- Manager une équipe :

Analyser les situations, agir et réagir à bon escient

Approfondissements sur l'animation d'une équipe au quotidien, créer un



collectif, gérer les situations critiques

Susciter la motivation, devenir un leader (du manager au leader)

Libérer la parole, canaliser et réguler, accompagner pour obtenir le meilleur de ses équipiers, optimiser les performances collectives de l'équipe

Décider: maîtriser la prise de décision

- Manager la relation avec l'utilisateur: compléments

Accompagner l'utilisateur dans le changement

Équilibrer performance et diplomatie (suite)

- Manager la relation avec la hiérarchie

Etre conscient de ses droits et devoirs

"manager" sa hiérarchie : esprit constructif et contributif

- Compléments outils de base : les différents types d'entretiens, savoir les mener, être à l'aise et obtenir les résultats, outils de prise de décision.

## Management des systèmes complexes « SI - Humains »

### *Évaluation (1re session)*

Dossier portant sur un cas concret fourni aux étudiants

### *Évaluation (2e session)*

Non rattrapable

### *Découpage*

Cours : 6 séances

### *Objectifs*

Donner aux étudiants les cadres de pensée et les outils concrets permettant de mettre en place et manager les systèmes d'information dans un environnement où prédominent le facteur humain et la production d'information à haute valeur ajoutée, telles que les industries innovantes, les centres de recherche et les milieux de la création.

### *Contenu*

#### Cas concrets

Articulation SI - innovation dans l'industrie pharmaceutique, la défense...

#### Outils

Système SI - humains

Circulation, transformation, utilisation de l'information dans un système

Construction d'une connaissance en interaction avec la donnée brute

Limites de la fiabilité de la connaissance dans un système

Cindynique et gestion du risque informationnel

Evolution psychosociale de l'objet « logiciel », de l'outil technique au pattern social et culturel. Conséquences sur le management du SI.

Méthodes agiles et adaptatives : enjeux et contextualisation historique, importance du facteur humain, possibilités et limites en situations réelles.

---

## **[MSA] Modélisation Statistique Avancée**

*Responsable de l'UE*

Nicolas Brunel

*Prérequis*

Processus stochastiques (page [66](#)), modélisation statistique, méthodes numériques de simulation ([100](#)), calcul stochastique (page [97](#))

*Module 1*

Survival and longitudinal data

*Module 2*

Deep Learning

### **Survival and Longitudinal Data**

*Évaluation (1re session)*

TP noté (50%)

*Évaluation (2e session)*

Examen écrit (oral si effectif faible)

*Découpage*

- Cours : 6 séances
- TP : 6 séances

*Objectifs*

An introduction to survival and longitudinal data analysis.

*Contenu*

Background and motivations

Poisson processes and counting processes: properties and estimation

Survival analysis: censoring, Nelson-Aalen and Kaplan-Meier estimators

The Cox model for the intensity of counting processes: definition and estimation

Large time-to-event and longitudinal data: self-controlled-case series

## Deep Learning

### *Évaluation (1re session)*

TP noté et présentation d'article

### *Évaluation (2e session)*

TP noté

### *Découpage*

- Cours-TD : 12 séance(s)
- TP : 6 séance(s)

### *Objectifs*

Deep learning structures have been at the source of the recent Data Science revolution. In this course we will learn the basic architectures that allow to perform deep learning analysis.

### *Contenu*

- We will present the basics of machine learning, and introduce the Perceptron algorithm. We will then focus on the Multi-layer perceptron, the backpropagation learning algorithm, the different activation functions and their benefits, the advantages of regularizations and present and apply recurrent neural networks as well as convolutional neural networks.
- The lesson will require you to follow the install procedure presented here: <https://github.com/brajard/mn/blob/master/INSTALL.md>  
To follow this course effectively, you will need to bring your own computer and have installed those materials.

### *Bibliographie*

<http://www.deeplearningbook.org/>, Ian Goodfellow and Yoshua Bengio and Aaron Courville.

The Elements of Statistical Learning, T. Hastié, R. Tibshirani, J. Friedman.

Machine learning, a probabilistic perspective, K.P. Murphy

Pattern recognition and machine learning, C. Bishop

---

## **[MAL] Machine Learning**

*Responsable de l'UE*

Mathilde Mougeot

*Module 1*

Apprentissage supervisé (supervised learning) (Coef. 1)

*Module 2*

Apprentissage non-supervisé (unsupervised learning) (Coef. 1)

### **•Apprentissage supervisé (supervised learning)**

*Objectifs et contenu :*

Supervised learning methods are today extremely used in many data science applications. This course will focus on predictive methods in the supervised framework.

*Évaluation (1re session)*

Project

*Évaluation (2e session)*

non rattrapable

*Découpage*

- Cours : 6 séance(s)
- TP : 6 séance(s)

*Contenu*

From theory to practice, regression and classification methods will first be introduced. This course will also bring answer to a key point : being able to calibrate and estimate the internal parameters of the predictive methods.

Benefits of model selection and aggregation procedures will also be demonstrated. Regression and classification methods: cart, bagging, random forest, k-nearest neighbours. Aggregation : stacking, exponential weights.

### **•Apprentissage non-supervisé (unsupervised learning)**

*Objectifs:*

Unsupervised learning methods are today extremely used in many data science applications. For example, unsupervised learning is comunly used for segmentation in marketing applications.

*Évaluation (1re session)*

Project

*Évaluation (2e session)*

non rattrapable

*Découpage*

- Cours : 6 séance(s)
- TP : 6 séance(s)

*Contenu*

Model based clustering methods. K-means. Spectral clustering. Methods for computing the number of clusters (penalisation, Between/Within variances, silhouettes)

*Bibliographie*

The Elements of Statistical Learning, T. Hastié, R. Tibshirani, J. Friedman.  
Machine learning, a probabilistic perspective, K.P. Murphy  
Pattern recognition and machine learning, C. Bishop

---

## **[MNF] Méthodes numériques pour la finance**

*Responsable de l'UE*

Stéphane Crepey

*Prérequis*

Probabilités (page 17), calcul stochastique ([page 97](#))

*Évaluation (1re session)*

Examen écrit

*Évaluation (2e session)*

Examen écrit (ou oral si faible effectif)

*Découpage*

Cours : 24 séance(s)

*Objectifs*

Le cours porte sur les méthodes numériques en finance : méthodes de pricing (calcul numérique des prix et Grecs des produits dérivés par méthodes de simulation, d'arbres ou d'edp) et de calibration de modèle.

Compétences visées :

1. Comprendre la signification financière des différentes grandeurs en jeu : paramètres de modèles, volatilité implicite, Grecs..
2. Savoir dériver une équation de pricing à partir de la formulation probabiliste du modèle
3. Savoir transformer pour la simplifier l'équation de pricing par changements de variables, fonctions inconnues, changements de probabilités.. adéquats, et savoir retrouver le prix et les Grecs en variables financières à partir de la solution de l'équation transformée
4. Comprendre et savoir mettre en œuvre un theta-schéma de différences finies ainsi qu'une méthode de pricing par arbres en dimension un d'espace
5. Comprendre la méthode de différences finies ADI en dimension supérieure
6. Savoir choisir la meilleure méthode à implémenter : déterministe ou Monte Carlo, selon le problème considéré
7. Comprendre la problématique générale de la calibration de modèle ainsi que les méthodes de pricing semi-fermées (Fourier) impliquées

*Contenu*

Partie I Formules Semi-Fermées pour les Options Vanilles dans les Modèles de Marché

1. Formules de Black-Scholes pour dérivés actions, futures et changes
2. Formules de Black pour options sur obligations, caps et swaptions
3. Evaluation de tranches de CDO dans le modèle de copule Gaussien à un facteur
4. Volatilité implicite d'options, Corrélation implicite de tranches de CDO

#### Partie II Méthodes de Pricing par Simulation

1. Génération de nombres et vecteurs aléatoires et quasi-aléatoires
2. Méthodes de Monte Carlo et quasi-Monte Carlo
3. Réduction de variance
4. Calcul des Grecs par Monte Carlo
5. Discrétisation de processus
6. Etude de Cas : Options lookback

#### Partie III Méthodes de Pricing par Arbres

1. Arbre binomial de Cox Ross Rubinstein
2. Arbre trinomial de Kamrad Ritchken
3. Etude de Cas : Options barrières et bermudéennes

#### Partie IV Méthodes de Pricing par Différences Finies

1. Théta-schémas en dimension un d'espace
2. Méthode ADI en dimension supérieure
3. Etude de Cas : Options asiatiques, Cliquets, Volatility et Variance Swaps

#### Partie V Méthodes de Calibration

1. Calibration de modèles paramétriques par moindres carrés non linéaires
2. Calibration de modèles non paramétriques par moindres carrés non linéaires régularisés
3. Etude de Cas : Extraction de volatilité effective

#### *Références*

S. CREPEY, Financial Modeling (Springer, 2013), chapters 5 à 9.

J. HULL. Options, Futures, & other derivatives, Prentice Hall, last edition.

R. CONT, P. TANKOV. Modelling with Jump Processes, Chapman & Hall, 2003.



---

## **[MCS2] Calcul stochastique avancé**

*Responsable de l'UE*

Shiqi Song

*Évaluation (1re session)*

Un contrôle écrit + Mémoire

*Évaluation (2e session)*

Non rattrapable

*Découpage*

- Cours : 20 séance(s)
- TD/TP : 4 séance(s)

*Objectifs*

- Connaître le langage du calcul des semi-martingales, connaître le calcul des processus de Lévy.
- Connaître la théorie du modèle de Lévy exponentiel (conditions de no-arbitrage, formules des prix, stratégie de couverture optimale, calibration, etc.), connaître ses références fondamentales.
- Connaître les règles élémentaires des écrits mathématiques.

*Contenu*

1. Un dictionnaire du calcul des semimartingales.
2. Une introduction des processus de Lévy
3. Une présentation du livre de Cont-Tankov
4. Une liste de lectures d'articles sur le modèle de Lévy exponentiels
5. Les règles qui définissent le format, la structure, le contenu et les caractères du mémoire.

---

## **[NTOE] Nouvelles technologies et organisation des entreprises**

*Responsable de l'UE*

Rafael Gutierrez

*Prérequis*

Aucun

*Objectifs de l'UE*

Impacts des « nouvelles » technologies sur l'organisation des entreprises. Faire le lien entre organisation traditionnelle de l'entreprise et pratiques disruptives liées à la transformation digitale de cette dernière décennie.

Montrer la place des technologies de l'information dans la chaîne de valeur des organisations. Apprendre à maîtriser la modélisation des processus d'entreprise et à exploiter les modèles obtenus en vue d'améliorer la chaîne de valeur.

Présenter les principes de la gouvernance de l'entreprise et le lien avec la gouvernance des systèmes d'information. Introduire les différents modes d'alignement stratégique ainsi que les principaux référentiels du domaine : COBIT, ITIL, ValIT... Un focus particulier est prévu sur ITIL

Revue de quelques méthodes et outils supports des systèmes d'information actuels :

- Méthodes agiles
- Stratégie API et plateformes
- Big data et noSQL
- Cloud, Open Stack, BaaS (Business as a Service)

*Évaluation (1re session)*

Contrôle continu : exercice en groupe à rendre à la séance suivante

Examen final

*Évaluation (2e session)*

Examen

*Découpage*

Cours : 24 séances

*Module 1*

Stratégie et gouvernance SI (Coef. 0.4)

*Module 2*

Méthodes et outils de l'innovation dans un monde digital (Coef. 0.2)

*Module 3*

Les bases de données noSQL (Coef. 0.2)

*Module 4*

Le référentiel ITIL (Coef. 0.2)

*Contenu*

Théorie, résolution de cas en groupe, retours d'expérience et pour noSQL exercices pratiques

---

## **[OPTI1] Optimisation 1**

*Responsable de l'UE*

Dimitri Watel

*Prérequis*

UE *Recherche opérationnelle* du S3 ;

UE *Compléments et outils de recherche opérationnelle S4 recommandée*

*Objectifs*

Donner aux étudiants les bases indispensables (en plus de celles qui ont été acquises les années précédentes) pour aborder un problème d'optimisation théorique ou industriel. Pour avoir une certaine spécialisation dans ce domaine, il est fortement conseillé d'enchaîner cette UE, plutôt théorique, avec l'UE « Optimisation-2 » orientée vers les applications.

*Module 1*

Complexité des algorithmes(Coef. 1)

*Module 2*

Recherche opérationnelle (Coef. 1)

### **Complexité des algorithmes**

*Évaluation (1re session)*

Contrôle écrit avec documents

*Évaluation (2e session)*

Contrôle écrit avec documents

*Découpage*

- Cours : 6 séance(s)
- Examen (en même temps que les deux autres modules)

*Objectifs*

Le cours cherchera à sensibiliser les élèves à la notion d'efficacité d'un algorithme puis à leur apprendre à distinguer les problèmes "faciles" des problèmes "difficiles" dans le but d'orienter la recherche de méthodes pour leur résolution.

*Contenu*

Efficacité d'un algorithme, codage des données, taille d'un problème, analyse de la complexité. Algorithme polynomial, pseudo-polynomial et non polynomial. Classes

NP et co-NP, problèmes NP-complets et NP-difficiles. Complexité en espace, Complexité et codage. Algorithmes approchés et schémas d'approximation.

## Recherche opérationnelle

### *Évaluation (1re session)*

Contrôle écrit avec documents

### *Évaluation (2e session)*

Contrôle écrit avec documents

### *Découpage*

- Cours : 8 séance(s)
- Examen : 1 séance(s)

### *Objectifs*

Approfondir les techniques les plus utiles de la recherche opérationnelle et mettre en pratique certaines de ces techniques.

### *Contenu*

Programmation linéaire continue, Programmation linéaire et non linéaire en nombres entiers, Dualité lagrangienne, Modélisation de problèmes d'optimisation combinatoire (linéaires et non linéaires) rencontrés dans différents domaines (télécommunications, transports, développement durable).

---

## **[OPTI2] Optimisation 2**

*Responsable de l'UE*

Dimitri Watel

*Prérequis*

UE *Optimisation mathématique* S2 ; UE *Recherche opérationnelle* S3

UE *Compléments et outils de recherche opérationnelle* S4 recommandée

*Prérequis*

Les techniques modernes de la recherche opérationnelle s'appliquent à de nombreux domaines. Nous avons choisi dans le premier module de cette option de présenter et d'illustrer nombre de ces techniques sur un domaine en pleine expansion : l'optimisation des réseaux (télécommunications, informatique, transport, etc.). Le second module est essentiellement destiné à initier les étudiants à la mise en oeuvre informatique de modèles de recherche opérationnelle, un aspect très important de cette discipline.

*Module 1*

Conception et optimisation des réseaux (Coef. 1)

*Module 2*

Méthodes polyédriques (Coef. 1)

*Module 3*

Étude de cas (Coef. 1)

### **Conception et optimisation des réseaux**

*Évaluation (1re session)*

Contrôle écrit avec documents

*Évaluation (2e session)*

Contrôle écrit avec documents

*Découpage*

- Cours : 10 séance(s)
- Examen : 1 séance(s)

*Objectifs*

Ce cours poursuit deux objectifs :

1. Étudier certains problèmes de conception et d'optimisation dans les réseaux, comme les problèmes de localisation d'équipements, de dimensionnement et de routage. Ces problèmes souvent difficiles apparaissent dans de nombreux domaines (informatique,

télécommunications, etc.).

2. Utiliser ces problèmes pour illustrer les concepts et outils de résolution pratique des problèmes d'optimisation combinatoire de grande taille.

#### *Contenu*

Résolution exacte par la programmation mathématique, notion de bonne formulation, notion de relaxation, etc. Résolution approchée par différents types d'heuristiques : les heuristiques constructives, la recherche locale et les méta-heuristiques.

### Étude de cas

#### *Évaluation (1re session)*

Projet encadré

#### *Évaluation (2e session)*

Non rattrapable

#### *Découpage*

- TD : 3 séance(s)
- TP : 10 séance(s)

#### *Objectifs*

Trois objectifs: i) Savoir exécuter les différentes phases d'un projet d'optimisation : formulation du problème, construction d'un modèle pour représenter le système étudié, résolution du modèle et étude de la solution obtenue, ii) Implémenter les principales méthodes de la recherche opérationnelle (programmation mathématique, branch and bound spécifique, métaheuristiques), iii) utiliser des logiciels professionnels d'optimisation.

#### *Contenu*

Des sujets différents sont proposés aux étudiants chaque année. Ils permettent d'illustrer et d'implémenter les différentes notions et les différents algorithmes présentées dans les sous-modules des options Optimisation 1 et Optimisation 2 et dans les modules d'optimisation des années précédentes.

### Méthodes polyédriques

#### *Évaluation (1re session)*

Contrôle écrit avec documents

#### *Évaluation (2e session)*

Contrôle écrit avec documents

*Découpage*

- Cours : 8 séance(s)
- Examen : 1 séance(s)

*Objectifs*

Obtenir une bonne modélisation d'un problème d'optimisation combinatoire. De nombreux problèmes d'optimisation combinatoire se modélisent par des programmes linéaires en variables entières. Pour pouvoir les résoudre efficacement il est souvent nécessaire d'affiner le modèle de base. Cela passe notamment par la recherche et l'ajout de bonnes inégalités valides.

*Contenu*

Inégalités valides, diverses méthodes pour obtenir des inégalités valides : coupes de Chvatal-Gomory, inégalités disjonctives. Inégalités valides en variables mixtes. Faces, facettes d'un polyèdre, inégalités valides induisant des facettes. Algorithme de coupes et problème de séparation. Coupes de Benders. Exercices et exemples.



---

## **[PROG1] Programmation raisonnée 1**

*Responsable de l'UE*

Catherine Dubois

*Prérequis*

Logique, programmation

*Objectifs*

Les méthodes formelles sont de plus en plus utilisées dans l'industrie pour accroître le niveau de confiance dans la correction des logiciels, en particulier dans le cas d'applications critiques, mais aussi pour réduire les coûts de production, moins de temps et de ressources étant consacrés a posteriori pour la correction des erreurs. Cette option présente certaines techniques utilisées pour vérifier les systèmes informatiques, ainsi que les fondations sur lesquelles reposent ces techniques. Il s'agit de savoir spécifier formellement le comportement d'un programme (sémantique des langages de programmation), et d'être capable de prouver que ce programme vérifie certaines propriétés (preuve formelle mécanisée), que ce soit à l'aide de méthodes déductives ou de model-checking.

*Module 1*

Preuve formelle mécanisée (coef 2)

*Module 2*

Sémantique des langages de programmation (coef 1)

### **Preuve formelle mécanisée**

*Évaluation (1re session)*

max(Examen écrit, 75% examen écrit + 25% contrôle continu)

*Évaluation (2e session)*

•Examen écrit

*Découpage*

- Cours : 11 séance(s)
- TP : 4 séance(s)
- Examen : 1 séance(s)

*Objectifs*

Compléments de logique et initiation aux techniques de preuve

*Contenu*

- Rappel de logique, logique des propositions, logique des prédicats,
- Logique classique versus logique intuitionniste,

- $\lambda$  -calcul (pur, simplement typé, introduction aux types dépendants),
- Isomorphisme de Curry Howard,
- Introduction à l'assistant à la preuve Coq,
- Réécriture,
- Logique modale, logiques temporelles
- Automates de Büchi
- Model checking

## Sémantique des langages de programmation

### *Évaluation (1re session)*

1/3 contrôle continu (TP, etc.) + 2/3 examen écrit

### *Évaluation (2e session)*

Examen écrit

### *Découpage*

- Cours : 5 séance(s)
- TP : 2 séance(s)
- Examen : 1 séance(s)

### *Objectifs*

Savoir spécifier un petit langage du point de vue sémantique, formalisation de la sémantique des principales constructions des langages impératifs et fonctionnels, logique de Hoare.

### *Contenu*

Syntaxe abstraite. Les différentes familles de sémantique :

- Sémantique dénotationnelle, opérationnelle à grands et petits pas d'un langage impératif
- Sémantiques opérationnelles en appel par nom et par valeur d'un langage fonctionnel
- Spécification d'une sémantique dans l'outil K
- Sémantique axiomatique, logique de Hoare

---

## **[PROG2] Programmation raisonnée 2**

*Responsable de l'UE*

Catherine Dubois

*Prérequis*

Logique, programmation

*Objectifs*

Cette option s'inscrit dans la continuité de l'option Programmation raisonnée 1. Il s'agit donc d'étudier des méthodes formelles permettant de vérifier les logiciels. Ici, on s'intéresse plutôt à des techniques statiques, c'est-à-dire qu'il s'agit de montrer la correction du système ou de détecter les erreurs avant même toute exécution. L'exemple le plus simple est l'utilisation du typage, où certains comportements erronés sont interdits au moment de la compilation par qu'ils ne peuvent pas être typés. L'analyse statique permet d'étendre cette approche pour calculer des propriétés plus précises que le simple typage. Un projet sera l'occasion d'étudier des articles scientifiques en rapport avec les thématiques des deux options, et fera l'objet d'une réalisation liée aux articles étudiés.

*Module 1*

Analyse statique (coef 1)

*Module 2*

Projet (coef 1)

### **Analyse statique**

*Évaluation (1re session)*

Examen écrit

*Évaluation (2e session)*

Examen écrit

*Découpage*

- Cours : 10 séance(s)
- TP : 2 séance(s)
- Examen : 2 séance(s)

*Objectifs*

Introduction aux principales techniques pour découvrir les erreurs dans les programmes de manière statique

*Contenu*

- Sémantique non standard
- Interprétation abstraite : notion de points fixes, treillis de valeurs ou de propriétés, correspondance de Galois
- Preuve de correction d'une analyse par rapport à une sémantique
- Utilisation de FramaC pour réaliser une analyse de valeurs sur un programme C

## Projet

### *Évaluation (1re session)*

Projet

### *Évaluation (2e session)*

- Non rattrapable

### *Découpage*

- Projet : 10 séance(s)

### *Objectifs*

Selon le sujet choisi :

- Approfondissement de certaines techniques,
- Découverte de nouvelles techniques,
- Ouverture vers des applications phares,
- Mise en œuvre des outils introduits dans les autres modules des options PROG.

### *Contenu*

Étude bibliographique, réalisation.

---

## **[SEC1 & SEC2] Sécurité**

*Responsable de l'UE*

Thomas Girard

*Prérequis*

Option SSI de S4 non obligatoire mais fortement recommandée

*Évaluation (1ere session)*

Examen final (QCM) (50%) + TP noté (25%) + Projet (25%)

*Évaluation (2e session)*

Non rattrapable

*Découpage*

- Cours : 15 séance(s)
- TD : 2 séance(s)
- TP : 6 séances (s)
- Examen : 1 séance(s)

*Objectifs*

Fournir à l'étudiant un background général des différents aspects des métiers de la sécurité qu'il peut rencontrer en entreprise. Certains thèmes d'actualité (tests d'intrusion et SIEM) seront particulièrement approfondis pour permettre à l'étudiant d'être autonome dans un contexte opérationnel et professionnel.

*Contenu*

- Métiers de la SSI
- Ingénierie SSI
- Réglementations
- Audits
- Tests d'intrusion
- SIEM Prelude (théorie, SOC/NOC, mise en œuvre)

---

## **[WIA] Web sémantique et intelligence : analyse et fouille de textes**

*Responsable de l'UE*

Brigitte Grau

*Objectifs de l'UE*

De nombreux secteurs de l'industrie et des services sont concernés par l'abondance d'informations. Ce contexte requiert de nouvelles solutions pour accéder et manipuler de telles quantités d'informations, mais aussi pour en extraire de l'information utile, synthétique, résumée, exploitable. Cette UE mettra l'accent sur les méthodes et outils de traitement automatique de la langue permettant l'analyse sémantique de documents et leurs relations avec le Web sémantique.

Cette UE peut être suivie indépendamment de l'UE RIIA, même si cette dernière est conseillée.

*Module 1*

Analyse et fouille de textes (Coef. 1)

### **Analyse et fouille de textes**

*Évaluation (1re session)*

Projet

*Évaluation (2e session)*

Non rattrapable

*Découpage*

- Cours : 6 séance(s)
- Cours-TD : 17 séance(s)
- TP : 1 séance

*Objectifs*

Le traitement automatique des langues (TAL) vise l'élaboration d'outils et de méthodes capables d'appréhender la sémantique de textes afin d'en faciliter la prise de connaissance et plus généralement l'exploitation. Selon l'usage que l'on veut en faire, les niveaux d'interprétation peuvent être différents, allant de l'identification de termes pour extraire des mots-clés à des résumés, des traductions ou de la recherche d'informations précises en réponse à des questions.

L'objectif de ce module est de présenter les problématiques posées par le TAL et les principaux modèles pour analyser, synthétiser, exploiter des documents et en extraire des informations.

## *Contenu*

Afin d'appréhender les problèmes posés par le traitement automatique de la langue (TAL) de manière concrète, la méthode pédagogique retenue repose sur la pédagogie par projet : les élèves travaillent par binômes et sont guidés dans leurs choix, tout en restant maîtres de ceux-ci. Les élèves approfondissent un champ du TAL à la fois de manière théorique en réalisant une synthèse bibliographique sur un sujet qu'ils choisissent et de manière pratique sous forme de développement d'une application en relation avec ce sujet. Le suivi régulier comporte la remise de plusieurs documents qui sont rendus corrigés afin de permettre une bonne progression et la réussite du module. La fin du cours est consacrée à la mise en commun du savoir acquis, ce qui permet également de développer les capacités de présentation orale de chacun.

Parallèlement, les fondements de fouille de texte pour l'extraction d'information et la constitution de bases de connaissances sont présentés.

---

## **[RIIA] Recherche d'Information et Intelligence Artificielle**

*Responsable de l'UE*

Anne-Laure Ligozat

*Objectifs de l'UE*

Devant la croissance des informations représentées avec différents media et publiées sur différents supports, il s'agit de connaître et maîtriser les outils permettant d'y accéder et de la traiter. L'objectif de cette UE est de présenter les modèles et outils en recherche d'information, texte et image, et les méthodes d'apprentissage permettant de traiter cette information.

*Module 1*

Recherche d'information multimedia (Coef. 0.5)

Intervenants : Marin Ferecatu (CNAM), B. Grau, Anne-Laure Ligozat,

*Module 2*

Apprentissage automatique (Coef. 0.5)

Intervenant : Benjamin Piwowarski (CNRS)

### **Recherche d'information multimedia**

*Objectifs*

L'objet de ce cours est de présenter les principaux modèles en recherche d'information qui sous-tendent les moteurs de recherche (texte et image).

*Évaluation (1re session)*

TP noté

*Évaluation (2e session)*

Examen

*Découpage*

- Cours : 6 séances
- TP : 6 séance(s)

*Contenu*

Recherche textuelle :

- Modèles de RI, leur évaluation et RI sur le Web
- Annotation de textes en entités nommées

Recherche d'images et des vidéos :



- Paradigmes de recherche d'images
- Description du contenu visuel
- Descripteurs de contenu : documents vidéos et sons.
- Problématique de l'échelle et structures d'index
- Recherche et fouille par similarité

## Apprentissage automatique

### *Objectifs*

L'objet de ce cours est de présenter les grands principes de l'apprentissage automatique au travers de l'étude des réseaux de neurones principalement. Les modèles seront illustrés au travers de leurs applications en traitement de l'information (texte, image) lors des TPs.

### *Évaluation (1re session)*

Lecture d'article et TP (rapport + code)

### *Découpage*

Cours : 6 séances

Lecture d'article : 1 séance

TP : 5 séances

### *Contenu*

Introduction (2 cours) :

- Qu'est-ce que l'apprentissage automatique
- Les différentes tâches en apprentissage
- Risque théorique et empirique
- Méthodologie expérimentale

Optimisation (1 cours) : descente de gradient

Modèles d'apprentissage (II) :

- Modèles probabilistes (1 cours)
- Réseaux multi-couche
- Apprentissage de représentation et réseaux profonds (Deep Learning)