

UBS - Université Bretagne Sud, Vannes, Morbihan  
UFR Sciences et Sciences de l'Ingénieur  
Département Mathématiques, Informatique, Statistique  
Campus de Tohannic - BP 573 - F-56017 Vannes cedex



# Cursus Master en Ingénierie (CMI) Science des Données (SD)

Porteurs du CMI : Gilles Durrieu ([gilles.durrieu@univ-ubs.fr](mailto:gilles.durrieu@univ-ubs.fr))  
Responsables : Nicolas Courty ([nicolas.courty@univ-ubs.fr](mailto:nicolas.courty@univ-ubs.fr)), Gilles Durrieu, François  
Septier ([francois.septier@univ-ubs.fr](mailto:francois.septier@univ-ubs.fr)) et Jean-Marie Tricot  
([Jean-Marie.Tricot@univ-ubs.fr](mailto:Jean-Marie.Tricot@univ-ubs.fr))



## Objectifs

Le CMI de l'Université Bretagne Sud comporte sur la période 2015-2019 trois parcours : Mathématiques, Informatique et Statistique (MIS). Depuis la mise en place du CMI MIS et déjà lors de l'écriture et la soumission de notre dossier au réseau FIGURE, l'UBS a clairement fortement orienté sa formation et sa recherche dans plusieurs domaines d'excellence dont les sciences des données. L'UBS, en termes de formation, est très bien placée avec l'existence d'un CMI, d'un master DSMS « Data Science et Modélisation Statistique » et d'un master AIDN (Applications Interactives et Données Numériques) avec pour seul but de former des experts en Science des données. Toutes ces formations ont d'excellents taux d'insertion avec des niveaux de rémunération notables.

Ce CMI Science des Données est une évolution naturelle en parfaite adéquation avec l'expertise du réseau FIGURE en date du 27 mars 2015 proposant que les trois spécialités du CMI MIS fusionnent. Ce nouveau CMI est porté par Nicolas Courty (PR2 CNU 27, titulaire de la PEDR), Gilles Durrieu (PR1 CNU 26 titulaire de la PEDR), François Septier (PR2, CNU 26, titulaire de la PEDR) et Jean-Marie Tricot (MCF HC CNU 26). Cela donne clairement une identité et une attractivité plus forte au CMI qui sera complètement transversal au niveau formation (département MIS et UFR SSI) et recherche entre les différents laboratoires de recherche de l'UBS : LMBA <http://www.math.univ-brest.fr/>, IRISA <http://www-irisa.univ-ubs.fr/> et Lab-STICC <https://www.labsticc.fr/en/index/> tout en rapprochant les 3 spécialités initialement proposées.

L'objectif de ce CMI est de former des experts exerçant dans le domaine des sciences des données. Cette offre de formation orientée à la fois vers les entreprises et vers la recherche est particulièrement attractive, car elle permet de développer des compétences nécessaires à l'essor des technologies de l'information qui irriguent tous les secteurs de l'économie et qui intéressent les entreprises de toutes tailles. L'analyse et le traitement de ces données hétérogènes, complexes et massives font de plus en plus appel aux derniers développements des mathématiques appliquées, de l'informatique et de la statistique. C'est pourquoi l'étroite imbrication d'enseignements dans ces disciplines permet aux étudiants d'acquérir des compétences transversales qui sont cruciales et d'allier des capacités d'abstraction pour concevoir des modèles numériques appropriés et pour les mettre en œuvre au moyen de technologies logicielles avancées. La variété des domaines scientifiques, des approches technologiques et des entreprises engendre une grande diversité des métiers relevant du domaine des sciences des données. Le CMI Science des Données répond à cette diversité par une large palette de spécialités au sein d'un même ensemble offrant une identité unique et un socle commun de connaissances permettant des parcours pluridisciplinaires en lien avec les laboratoires de recherche et les entreprises.

La formation CMI Science des Données de l'Université Bretagne Sud est une formation en 10 semestres qui s'appuie sur les enseignements de la Licence Sciences et Technologies (semestre 1 à semestre 6) et des Masters mention "Mathématiques Appliquées, Statistique" et mention Informatique (semestre 7 à semestre 10). Ces enseignements sont complétés chaque semestre par des enseignements disciplinaires, de Sciences Humaines et Sociales (SHS) et de sciences connexes, des projets, des stages spécifiques au CMI favorisant l'ouverture vers le monde extérieur, l'apprentissage par projets et donnant lieu à la délivrance de 36 ECTS par semestre.

L'objectif des projets et des stages tout au long du parcours est d'offrir une formation ouverte sur la recherche scientifique et sur les besoins des entreprises. Les années M1 et M2 permettront d'acquérir des connaissances de haut niveau dans les domaines connexes aux activités des laboratoires IRISA (Institut de Recherche en Informatique et Systèmes Aléatoires), Lab-STICC (Laboratoire en Sciences et Techniques de l'Information, de la Communication et de la Connaissance) et LMBA (Laboratoire de Mathématiques de Bretagne Atlantique). Ce projet d'enseignement d'excellence intègre ainsi une initiation à la recherche au cœur des sciences des données, destiné à former des scientifiques capables de s'adapter à l'évolution rapide des technologies de l'information dans des environnements numériques complexes.

En complément, ce CMI propose une ouverture sur les champs disciplinaires tels que les sciences physiques, l'économie, le droit, donnant une large culture scientifique afin que les diplômés puissent travailler dans un contexte pluridisciplinaire et applicatif tout en maintenant un lien fort vers la recherche. De plus, une culture SHS large et variée permettra la construction progressive des compétences professionnelles. Elle donnera les outils pour la compréhension et l'adaptation à la complexité de la société et permettra à l'étudiant d'agir et interagir efficacement.

CMI Science des Données (SD)					
UE	Semestre 1	Crédits/HE	Semestre 2	Crédits/HE	UE
	<b>Bloc généraliste</b>		<b>Bloc généraliste</b>		
UE1 (UEO)	Concepts et outils mathématiques	5/45	Introduction au calcul scientifique	5/45	UE1 (UEO)
UE2 (UEO)	Mathématiques approfondies	5/45	Suites et fonctions numériques	5/45	UE2 (UEO)
	<b>Bloc disciplinaire</b>		<b>Bloc disciplinaire</b>		
UE3 (UEO)	Compréhension des systèmes informatiques	5/45	Algorithmique et programmation impérative	5/45	UE3 (UEO)
UE4 (UEO)	Éléments de statistique	5/45	Estimation statistique	5/45	UE4 (UEO)
	<b>Disciplines d'ouverture scientifique et technologique</b>		<b>Disciplines d'ouverture scientifique et technologique</b>		
UE5 (1 UEP à choisir)	- Mécanique – physique 1 - Introduction à l'informatique	5/45	- Mécanique – physique 2 et Optique - Logique et bases de données	5/45	UE5 (1 UEP à choisir)
	<b>Disciplines d'ouverture socio-économique et culturelle</b>		<b>Disciplines d'ouverture socio-économique et culturelle</b>		
UE6 (UEO)	Unités d'enseignements complémentaires et langues	5/45	Unités d'enseignements complémentaires et langues	5/45	UE6 (UEO)
UE7 (UEO)	Marchés concurrentiels	5/45	Micro-économie élémentaire	5/45	UE7 (UEO)
	<b>Projets – Stages</b>		<b>Projets – Stages</b>		
	Projets courts au sein des UE		Projets courts au sein des UE Stage : découverte de l'entreprise	2/	
UE	Semestre 3	Crédits/HE	Semestre 4	Crédits/HE	UE
	<b>Bloc généraliste</b>		<b>Bloc généraliste</b>		
UE1 (UEO)	Mathématiques fondamentales 1	5/45	Mathématiques fondamentales 2	5/45	UE1 (UEO)
UE2 (UEO)	Tests statistiques	5/45	Graphes et algorithmes	5/45	UE2 (UEO)
UE3 (UEO)	Bases de données	5/45	Réseaux et systèmes d'exploitation	5/45	UE3 (UEO)
	<b>Bloc disciplinaire</b>		<b>Bloc disciplinaire</b>		
UE4 (UEO)	Introduction à la programmation Objet	5/45	Structure de données et algorithmes	5/45	UE4 (UEO)
UE5 (UEO)	Analyse et probabilités 1	5/45	Modèles linéaires et applications	5/45	UE5 (UEO)
	<b>Disciplines d'ouverture socio-économique et culturelle</b>		<b>Disciplines d'ouverture socio-économique et culturelle</b>		
UE6 (UEO)	Unités d'enseignements complémentaires et langues	5/45	Unités d'enseignements complémentaires et langues	5/45	UE6 (UEO)
UE7 (UEO)	Comptabilité de gestion	5/45	Contrôle de gestion et Système budgétaire	5/45	UE7 (UEO)
	<b>Projets - Stages</b>		<b>Projets – Stages</b>		
	Projets courts au sein des UE		Projets courts au sein des UE	2/45	

	Semestre 5	Crédits/HE	Semestre 6	Crédits/HE	
	<b>Bloc généraliste</b>		<b>Bloc généraliste</b>		
UE1 (UEO)	Analyse discriminante et régression logistique	5/45	Étude de cas	5/45	UE1 (UEO)
	<b>Bloc disciplinaire</b>		<b>Bloc disciplinaire</b>		
UE2 (UEO)	Programmation et logiciels statistique (R, Python, SAS)	5/45	Introduction au data mining, Apprentissage Statistique	5/45	UE2 (UEO)
UE3 (UEO)	Programmation en C et C++	5/45	Interfaces graphiques	5/45	UE3 (UEO)
UE4 (UEO)	Génie logiciel objet	5/45	Python et Machine learning	5/45	UE4 (UEO)
	<b>Disciplines d'ouverture scientifique et technologique</b>		<b>Disciplines d'ouverture scientifique et technologique</b>		
UE5 et UE6 (2 UEP à choisir)	- Analyse numérique matricielle - Statistique Mathématiques - Séries Temporelles et Processus Stochastiques - Codage et Cryptologie	5/45 + 5/45	Gestion des bases de données	5/45	UE5 (UEO)
			- Probabilités - Inférence dans les modèles à espace d'états - Théorie des langages et applications	5/45	UE6 (1 UEP à choisir)
	<b>Disciplines d'ouverture socio-économique et culturelle</b>		<b>Disciplines d'ouverture socio-économique et culturelle</b>		
UE7 (UEO)	Unités d'enseignements complémentaires et langues	5/45	Unités d'enseignements complémentaires et langues	5/45	UE7 (UEO)
	<b>Activités de Mise en situation</b>		<b>Activités de Mise en situation</b>		
	Projets courts au sein des UE		Stage de 8 semaines		2/
UE	Semestre 7	Crédits/HE	Semestre 8		
	<b>Bloc généraliste</b>		<b>Bloc généraliste</b>		
UE1 (UEO)	Programmation et traitement des données (R, Python, SAS)	5/45	Machine learning et Big Data	5/45	UE1 (UEO)
	<b>Bloc disciplinaire</b>		<b>Bloc disciplinaire</b>		
UE2 (UEO)	Codage et traitement numérique de l'information	5/45	Calcul haute performance pour le Big Data	5/45	UE2 (UEO)
UE3 (UEO)	Modèles linéaires généralisés (estimations et prédictions)	5/45	Systèmes d'information décisionnels et entrepôt de données	5/45	UE3 (UEO)
UE4 (UEO)	Optimisation (Optimisation Différentiable et Convexe)	5/45	Optimisation Statistique et Business Intelligence	5/45	UE4 (UEO)
UE5 (UEO)	Systèmes d'information opérationnels : bases de données	5/45	Programmation Web Modèles de durée et Analyse de Survie	5/45	UE5 (1 UEP à choisir)
UE6 (UEO)	Statistique Bayésienne et MCMC	5/45			
	<b>Disciplines d'ouverture scientifique et technologique</b>		<b>Disciplines d'ouverture scientifique et technologique</b>		
	<b>Disciplines d'ouverture socio-économique et culturelle</b>		<b>Disciplines d'ouverture socio-économique et culturelle</b>		

UE7 (UEO)	Unités d'enseignements complémentaires, communication, langues et droit	5/45	Unités d'enseignements complémentaires : communication et langues	5/45	UE6 (UEO)
<b>Projets – Stages</b>					
	Projets courts au sein des UE		Second projet intégrateur	7/45	UE7 (UEO)
<b>Semestre 9</b>					
	<b>Bloc généraliste</b>	<b>crédits</b>	<b>Semestre 10</b>	<b>crédits</b>	
UE1 (UEO)	Introduction à l'apprentissage profond (Deep Learning)	5/45	<b>Bloc généraliste</b>		
	<b>Bloc disciplinaire</b>		<b>Bloc disciplinaire</b>		
UE2 (UEO)	Science des données et fouille du Web	5/45	Stage de fin d'études (2)	37/45	UE1 (UEO)
UE3 (UEO)	Conférences	5/45			
UE4 (UEO)	Challenge Kaggle & Big Data (Hadoop, Spark)	5/45			
UE5 (UEO)	Modélisation de données complexes	5/45			
UE6 (UEO)	Méthodes à noyaux et reconnaissance des formes, SVM	5/45			
	<b>Disciplines d'ouverture scientifique et technologique</b>		<b>Disciplines d'ouverture scientifique et technologique</b>		
	<b>Disciplines d'ouverture socio-économique et culturelle</b>		<b>Disciplines d'ouverture socio-économique et culturelle</b>		
UE7 (UEO)	Unités d'enseignements complémentaires, langues	5/45			
<b>Projets – Stages</b>					
			Stage de 20 semaines minimum		

# **CMI 1 Semestre 1**

# MTH1101

## Concepts et outils mathématiques

### Modalités pédagogiques

Cours (15h) et TD (29h) en présentiel.

### Objectifs

Introduire les concepts mathématiques de base et les outils d'analyse.

### Contenu

- Calculs algébriques et ensembles de nombres ;
  - Ensembles de nombres usuels
  - Sommes et produits
  - Coefficients binomiaux et formule du binôme
- Systèmes linéaires et lien avec la géométrie ;
- Nombres complexes et trigonométrie ;
  - Notation algébrique des nombres complexes
  - Nombres complexes de module 1 et trigonométrie
  - Formes trigonométriques et exponentielles
  - Équations du second degré
  - Racines n-ièmes
  - Utilisation des nombres complexes en géométrie plane
- Inégalités dans  $\mathbb{R}$  ;
- Les distributions régulières ;
  - Généralités sur les fonctions
  - Limite et continuité
  - Dérivation
  - Étude d'une fonction
  - Fonctions usuelles
- Opérations et structures sur les distributions ;
- Fonctions de la variable réelle à valeurs réelles ;

### Prérequis

Tronc commun mathématiques terminales scientifiques

# MTH1104

## Mathématiques approfondies

### Modalités pédagogiques

Cours (20h) et TD (22h) en présentiel. ECTS : 5

### Objectifs

- Découvrir les principes du raisonnement en arithmétique
- Introduire quelques notions de base de la théorie des ensembles

### Contenu

- Vocabulaire ensembliste en applications
  - Ensembles
  - Applications
  - Relations
  - Propriété de la borne supérieure
  - Dénombrement et probabilités discrètes
- Arithmétique dans l'ensemble des entiers relatifs
  - Divisibilité et division euclidienne
  - PGCD et algorithme d'Euclide
  - Entiers premiers entre eux
  - Nombres premiers
  - Congruences
  - Arithmétique et cryptologie

### Prérequis

Mathématiques de terminale scientifique



# INF1101

## Compréhension des systèmes informatiques

### Modalités pédagogiques

Cours (20h), TD (8h) et TP (14h) en présentiel.

### Objectifs

- Acquérir une vision d'ensemble de ce qu'est l'outil informatique. Identifier et caractériser les différents éléments matériels et logiciel mis en jeu dans cet outil
- Percevoir le potentiel et les limites de ces divers éléments (capacités de traitement et/ou de stockage, débits de transmission, temps de transfert, etc...)

### Contenu

- Rudiments de codage
- Formats de documents (textes, images et sons)
- Éléments d'architecture des ordinateurs : composants d'un ordinateur ; périphériques
- Introduction aux systèmes d'exploitation : fonctionnement général ; applications, programmes et processus ; gestion de fichiers ; utilisation des commandes et interfaces graphiques
- Réseaux informatiques : fonctionnalités des réseaux et applications en réseau ; quelques concepts fondamentaux (supports de transmission et débits, adressage, routage, etc.) ; structure, constituants et applications d'Internet

### Prérequis

Aucun

### Bibliographie

- Les fondements de l'informatique, du bit à l'Internet, H. Bersini, M.-P. et R. Spinette. Vuibert 2008
- Informatique et sciences du numérique, G. Dowek, J.-P. Archambault, E. Baccelli, C. Cimelli, A. Cohen, C. Eisenbeis, T. Viéville, B. Wack. Eyrolles 2012

# STA1101

## Éléments de statistique

### Modalités pédagogiques

Cours (20h) et TD (22h) en présentiel. ECTS : 5

### Objectifs

Montrer comment appréhender les données et donner leurs caractéristiques. Décrire les données en vue d'une interprétation élémentaire préalable à toute étude découlant de la modélisation des données. Permettre ainsi de donner les éléments de base d'une analyse statistique d'un problème donné.

### Contenu

- Variables discrètes, variables continues
- Espérance Mathématique, Variance, Moments
- Indépendance et conditionnement
- Quelques exemples de distributions, loi de Bernoulli, loi Binomiale, loi Normale
- Histogramme
- Caractéristiques des distributions : moyenne arithmétique et géométrique, médiane, mode, quantiles, intervalle interquartile, variance, écart-type, skewness et kurtosis
- Box-plot
- Indice de concentration de Gini
- Coefficient de corrélation
- z-score
- Applications avec Excel et R

### Prérequis

Mathématiques de terminale scientifique

### Bibliographie

- Saporta G., Probabilités et analyse de données statistiques, Technip, 1990
- Mendenhall, Beaver & Beaver, Business Statistics, Duxbury, 2001
- Wonnacott T.H. & Wonnacott R. J., Statistique, Economica, 1990

# PHY1107

## Mécanique-Physique 1

### Modalités pédagogiques

Cours (16h) et TD (26h) en présentiel. ECTS : 5

### Objectifs

- Acquérir les connaissances de base en mécanique du point matériel. Apprendre à décrire un mouvement, connaître les lois qui le gouverne, calculer l'équation d'une trajectoire
- Connaître les techniques de calcul vectoriel dans l'espace et comprendre les aspects géométriques que traduisent ces calculs

### Contenu

- Partie mécanique (8h CM, 18h TD, Total Mécanique : 26h)
  - Cinématique : Référentiel, repères (cartésien, cylindrique et sphérique, vecteurs position, vitesse et accélération, équations horaires du mouvement
  - Dynamique : Lois de Newton
- Partie mathématique (8h CM, 8h TD, Total Mathématique : 16h)
  - Vecteurs de l'espace, coordonnées, opérations sur les vecteurs
  - Bases cylindrique et sphérique
  - Dérivation des vecteurs, base de Frénet
  - Courbes paramétrées de l'espace

### Prérequis

Niveau Terminale S en mathématiques et physique

# INF1108

## Introduction à l'informatique

### Modalités pédagogiques

Cours (12h) et TD (24h) en présentiel. ECTS : 5

### Objectifs

- L'objectif de cette UE est de faire découvrir par l'expérimentation deux grands domaines de l'informatique : l'animation par ordinateur et la programmation mobile.
- La première partie du cours offre une première expérience en animation par ordinateur à l'aide du logiciel Autodesk Maya qui est un logiciel professionnel utilisé dans les studios d'animation (Disney, Pixar, Dreamworks) afin de manipuler et comprendre le processus de création et d'animation d'un personnage 3D.
- La seconde partie du cours offre une première expérience en programmation mobile Android à l'aide d'un générateur d'applications qui permet de découvrir la programmation en manipulant des blocs visuels et de comprendre les mécanismes qui font fonctionner un logiciel.

### Contenu

- Matière 1 : Animation par ordinateur (CM : 6h, TD : 12h)  
La création et l'animation d'un personnage dans un film en 3D est un processus en plusieurs étapes qui nécessite des connaissances dans plusieurs domaines (dessin, modélisation, animation) et qui demande créativité, patience et persévérance. Dans ce cours, vous apprendrez comment les personnages d'animation voient le jour et prennent vie en production. Vous pourrez ensuite vous-même expérimenter et créer votre propre personnage puis lui appliquer des techniques d'animation simples pour en faire une courte vidéo.
- Matière 2 : Programmation Inventor (CM : 6h, TD : 12h)  
APP Inventor est un générateur d'applications mobiles pour Android. A l'origine développé par Google, cette application est actuellement améliorée par le MIT (Massachusetts Institute of Technology). Cette application intègre un langage de programmation visuel qui permet d'avoir accès à toutes les fonctionnalités d'un téléphone : elle est utilisée pour générer des applications ludiques ou professionnelles sur téléphone (certaines sont disponibles sur la plateforme Google Play). Ce cours explique comment réaliser rapidement une première application Android à l'aide d'APP Inventor. L'environnement est expliqué et le mécanisme de transfert d'application illustré. Les blocs de construction visuels sont exploités pour mettre en scène une interface utilisateur et une logique d'interaction. Les bases des logiques de génération d'application seront présentées. Elles permettent de créer des applications de base. Un téléphone n'est pas nécessaire — un émulateur est disponible — mais les applications sont utilisables sur des téléphones Android récents.

### Prérequis

### Bibliographie

# **UEC1102**

## **Enseignement complémentaire**

### **Modalités pédagogiques**

Cours (20h) et TD (22h) en présentiel. ECTS : 5

### **Objectifs**

### **Contenu**

- Anglais
- Activité d'ouverture
- Bureautique

### **Prérequis**

Aucun

# ECO1104

## Marchés concurrentiels

### Modalités pédagogiques

Cours (36h), TD (18h) en présentiel. ECTS : 5

### Objectifs

- Exposer les principaux concepts et mécanismes de la microéconomie, en particulier des marchés (offre et demande, prix d'équilibre, etc. ...).
- Identifier et définir les principaux éléments qui permettent de représenter et mesurer la vie économique pour mener une analyse macroéconomique.

### Contenu

- Cours : L'offre et la demande (CM : 24 h, TD : 12h)
  - L'offre et la demande (Fonction individuelle et agrégée, courbe, élasticités)
  - Le marché (la loi de l'offre et de la demande, l'efficacité des marchés)
  - L'Etat face au marché : l'action sur les prix (l'équilibre en présence d'une taxe, l'incidence de la taxe)
- Cours : Le circuit économique (CM : 12h, TD : 6h)
  - Définition des éléments de comptabilité nationale (secteurs institutionnels, opérations, tableaux de synthèse)
  - Les agrégats économiques et le circuit économique

### Prérequis

Aucun

### Bibliographie

- Begg, Fisher & Dornbush (2002), Microéconomie, Mc Graw-Hill
- Blanchard O. et D. Cohen (2004), Macroéconomie, Pearson
- Mankiw (1998), Principes de l'économie, Economica
- Mankiw G. (2009), Macroéconomie, Pearson
- Samuelson, Nordhaus (2005), Economie, Economica
- Varian (2006), Introduction à la microéconomie, De Boeck

# **CMI 1 Semestre 2**

# MTH1201

## Introduction au calcul scientifique

### Modalités pédagogiques

Cours (20h) et TD (22h) en présentiel. ECTS : 5

### Objectifs

Introduire le calcul intégral et le calcul matriciel, base du calcul scientifique.

### Contenu

- Intégration
  - Primitives d'une fonction définie sur un intervalle à valeurs réelles.
  - Calcul d'une intégrale au moyen d'une primitive.
  - Propriétés des intégrales, calcul pratique d'intégrales simples.
  - Valeurs approchées d'intégrales : méthodes des rectangles et des trapèzes.
- Equations différentielles
  - Équations différentielles linéaires du premier ordre : équations à variables séparables, équations linéaires, méthode de variation de la constante.
  - Utilisation éventuelle d'un logiciel de calcul formel type MAPLE
  - Équations différentielles linéaires du second ordre à coefficients constants
- Matrices et systèmes
  - Espaces de matrices
  - Produit matriciel
  - Déterminants
  - Comatrice
  - Retour sur la résolution de systèmes
  - Matrices et géométrie

### Prérequis

Concepts et outils mathématiques (L1 semestre 1)



# MTH1205

## Suites et fonctions numériques

### Modalités pédagogiques

Cours (20h) et TD (22h) en présentiel. ECTS : 5

### Objectifs

Manipuler le discret et le continu, modéliser les phénomènes de convergence.

### Contenu

- **Nombres réels et suites numériques**
  - Généralités sur les suites réelles
  - Limite d'une suite réelle
  - Relations d'ordre et propriétés de la borne supérieure (\*)
  - Suites monotones
  - Suites extraites
  - Traduction séquentielle de certaines propriétés
  - Suites complexes
  - Suites particulières
  - Suites de CAUCHY
- **Limites, continuité, dérivabilité** : ce chapitre est divisé en deux parties, consacrées aux limites et à la continuité pour la première, au calcul différentiel pour la seconde.
  - A **Limites et continuité**
    - Limite d'une fonction en un point
    - Continuité
    - Image d'un intervalle par une fonction continue
    - Image d'un segment par une fonction continue
    - Continuité et injectivité
    - Fonctions complexes
  - B **Dérivabilité**
    - Nombre dérivé, fonction dérivée
    - Extremum local et point critique
    - Théorèmes de Rolle et des accroissements finis
    - Fonctions de classe  $C_k$
    - Fonctions complexes

### Prérequis

Tronc commun mathématiques terminales scientifiques

# INF1202

## Logique et bases de données

### Modalités pédagogiques

Cours (20h) et TD (22h) en présentiel. ECTS : 5

### Objectifs

- améliorer la rigueur des raisonnements et de leur expression
- comprendre le rôle d'un système de gestion de bases de données et les principes des bases de données, au travers de la description et la manipulation d'une base de données relationnelle avec le langage SQL

### Contenu

- **Logique**
  - Introduction : l'ordinateur comme calculateur booléen, logique et raisonnement
  - Logique propositionnelle
    - Syntaxe : langage et représentation de problèmes simples
    - Sémantique : calcul propositionnel
    - Transformations d'expressions : normalisation, simplification
    - Logique des propositions et calcul booléen : fonctions booléennes et applications à l'architecture des systèmes
    - Dédution : approches sémantique et formelle
  - Introduction à la logique des prédicats du 1er ordre
    - Limites de la logique des propositions
    - Syntaxe : langage et notions de bases
    - Représentation de problèmes et d'énoncés mathématiques en logiques des prédicats
- **Bases de données**
  - Architecture générale et objectifs d'un SGBD
  - Modèle relationnel : relation n-aire, algèbre relationnelle, opérateurs de l'algèbre relationnelle
  - Langage SQL : langage de description des données, langage de manipulations des données, intégrité référentielle

### Prérequis

Aucun

### Bibliographie

- J-P.Delahaye, Outils logiques pour l'intelligence artificielle, Eyrolles, 1988
- G. Gardarin, Bases de données, Eyrolles, 1999
- C. Christment, K. Pinel-Sauvagnat, O. Teste, M. Tuffery, Bases de données relationnelles, Hermès-Lavoisier, 2008
- F. Brouard, R. Bruchez, C. Soutou, SQL, Pearson Education, 2008

# STA1202

## Estimation statistique

### Modalités pédagogiques

Cours (20h) et TD (22h) en présentiel. ECTS : 5

### Objectifs

Acquérir les notions importantes d'estimation statistique. Les méthodes présentées seront illustrées sur des exemples concrets dans des domaines variés (biologie, assurance, environnement, marketing...) en utilisant le logiciel de statistique R.

### Contenu

- Concepts de base de la théorie de l'estimation (biais, erreur, exhaustivité)
- Méthodes classiques d'estimation (méthode des moments, maximum de vraisemblance)
- Information de Fisher, borne de Cramer-Rao et efficacité
- Estimation d'une fonction de répartition et d'une densité de probabilité
- Convergence des estimateurs
- Estimation par intervalle de confiance
- Estimation non paramétrique à noyau d'une densité de probabilité
- Application sur des données réelles et simulées en utilisant le logiciel R

### Prérequis

Mathématiques de terminale scientifique

# PHY1205

## Mécanique, Physique 2 et Optique

### Modalités pédagogiques

Cours (20h) et TD (22h) en présentiel. ECTS : 5

### Objectifs

- Compléments en mécanique du point matériel : moment cinétique, forces et champs électrostatique et gravitationnel, énergie ...
- Découverte et compréhension de phénomènes optiques
- Mise en place des outils fondamentaux de l'optique

### Contenu

- **Partie Méca-Physique 2** (10h CM, 12h TD, Total Méca-physique 2 : 22h)
  - Moment cinétique : Théorème du moment cinétique, forces centrales, loi des aires
  - Interactions électrostatique et gravitationnel : forces, champs, principe de superposition ...
  - Énergie : Travail d'une force, forces conservatives, énergie potentiel, conservation de l'énergie mécanique
- **Partie Optique** (10h CM, 10h TD, Total Optique : 20h)
  - Fondements de l'optique géométrique
  - Lois de Descartes
  - Étude des lentilles, miroirs, systèmes optiques

### Prérequis

UE L1-S1 PHY1107 ("Méca-Physique 1")

# INF1201

## Algorithmique et programmation impérative

### Modalités pédagogiques

Cours (16h), TD (11h) et TP (17h) en présentiel. ECTS : 5

### Objectifs

- Acquérir les principes algorithmiques élémentaires, nécessaires à la conception des logiciels
- Être capable d'implanter ses algorithmes dans un langage impératif visé (le langage C)

### Contenu

- Notion d'algorithme, notion d'environnement
- Types élémentaires
- Constantes et variables
- Instructions élémentaires
- Structures de contrôles
- Entrées/sorties de base
- Les tableaux
- Procédures et Fonctions
- Les algorithmes de recherche et de tri

### Prérequis

Aucun

### Bibliographie

- G. Clavel, J. Biondi, Introduction à la programmation, Masson, 1984
- B. Kernighan, D. Ritchie, Le Langage C , Norme ANSI, Dunod

# **UEC1202**

## **Enseignement complémentaire**

### **Modalités pédagogiques**

TD (46h) en présentiel. ECTS : 5

### **Objectifs**

### **Contenu**

- Anglais
- Activité d'ouverture

### **Prérequis**

Aucun

# ECO1203

## Micro-économie élémentaire 1

### Modalités pédagogiques

Cours (22h) et TD (22h) en présentiel. ECTS : 5

### Objectifs

Cours Micro-économie du producteur : poser les bases de l'analyse économique de la firme en situation de concurrence pure et parfaite et en situation de monopole

### Contenu

- Combien vendre et à quel prix ?
  - Les coûts de production (typologie des coûts, forme des courbes de coût)
  - La recette (la recette du monopoleur, la recette du producteur concurrentiel)
  - La maximisation du profit (la recherche de l'équilibre, les caractéristiques de l'équilibre)
  - L'équilibre du producteur concurrentiel (à court terme, à long terme)
  - L'équilibre du monopoleur (maximisation du profit, comparaison du bien-être, le monopoleur discriminant)
- Combien utiliser de facteurs et à quel coût ?
  - La fonction de production (productivité des facteurs, isoquantes, taux marginal de substitution technique)
  - La minimisation de la dépense à niveau de production donné (dépense en facteurs, combinaison optimale)
  - Les relations entre coûts de court et de long terme
  - La demande de facteurs en concurrence et en monopsonie

### Prérequis

Le cours s'inscrit dans la continuité de l'introduction à la microéconomie du premier semestre. Il suppose de l'étudiant une capacité calculatoire.

### Bibliographie

- Begg, Fisher & Dornbush (2002), Microéconomie, Mc Graw-Hill
- Picard (2007), Eléments de microéconomie, Tome 1 – Théorie et applications, Montchrestien
- Samuelson, Nordhaus (2005), Economie, Economica
- Varian (2006), Introduction à la microéconomie, De Boeck

## **CMI 2 Semestre 3**



# MTH1305

## Mathématiques fondamentales 1

### Modalités pédagogiques

Cours (20h) et TD (22h) en présentiel. ECTS : 5

### Objectifs

Développer les outils d'analyse et d'algèbre de base pour les sciences de l'ingénieur : algèbre linéaire.

### Contenu

Le programme se limite au cas où le corps de base  $K$  est  $\mathbb{R}$  ou  $\mathbb{C}$ .

#### — Polynômes

1. Anneau des polynômes à une indéterminée
2. Divisibilité et division euclidienne
3. Dérivation
4. Arithmétique dans  $K[X]$
5. Polynômes irréductibles de  $\mathbb{C}[X]$  et  $\mathbb{R}[X]$
6. Formule d'interpolation de Lagrange

— **Compléments sur les matrices** : Opérations élémentaires sur les lignes et les colonnes d'une matrice. Lien avec la résolution de systèmes. Matrice par blocs. Théorème du produit par blocs.

#### — Espaces vectoriels et applications linéaires

##### A Espaces vectoriels

1. Espaces vectoriels
2. Sous-espaces vectoriels
3. Familles de vecteurs
4. Somme d'un nombre fini de sous-espaces

##### B Espaces vectoriels de dimension finie

1. Existence de bases
2. Dimension d'un espace de dimension finie
3. Sous-espaces et dimension

##### C Applications linéaires

1. Généralités
2. Endomorphismes
3. Détermination d'une application linéaire
4. Théorème du rang

##### D Matrices et applications linéaires

1. Matrice d'une application linéaire dans des bases
2. Application linéaire canoniquement associée à une matrice

### Prérequis

Mathématiques de terminale scientifique

# STA1304

## Tests statistiques

### Modalités pédagogiques

Cours (20h) et TD (22h) en présentiel. ECTS : 5

### Objectifs

Être capable de choisir un test statistique en réponse à un problème appliqué, de mettre le test en œuvre et de conclure. Les problèmes traités sont issus de nombreux domaines (biologie, santé, environnement, industrie, sociologie, actuariat, ...). Les méthodes statistiques seront illustrées en utilisant le logiciel R.

### Contenu

- **Introduction**
  - Rappels de probabilité
  - Principes des tests statistiques
  - Formulation des hypothèses nulle et alternative
  - Risques d'erreur en statistique, règles de décision, puissance et robustesse
  - Conditions d'application des tests
- **Test paramétrique à un et deux échantillons** : Comparaison de moyennes, fréquences, tests d'homogénéité, test d'indépendance
- **Tests non paramétriques** :
  - Tests d'adéquation (Test de Kolmogorov-Smirnov, Test du Chi-deux, test de Shapiro-Wilk),
  - tests d'indépendance (test du chi-deux, tests de Pearson, Spearman et Kendall)
  - Tests des signes et rangs (Tests de Wilcoxon et Mann-Whitney)

### Prérequis

Notions de statistique et de probabilités (niveau terminale scientifique)

### Bibliographie

- P. Sprent, La pratique de la statistique non paramétrique, Ed. INRA., 1997.
- G. Saporta, Probabilités, analyse des données et statistique. Ed. Technip, 2006.

# INF1304

## Bases de données

### Modalités pédagogiques

Cours (20h) et TD (22h) en présentiel. ECTS : 5

### Objectifs

Conduire à la maîtrise des concepts fondamentaux des bases de données relationnelles : dépendances, décomposition et formes normales, intégrité

### Contenu

- Rappels sur le modèle relationnel et les opérateurs de l'algèbre relationnelle
- Dépendances de données
  - Dépendances fonctionnelles
  - Dépendances multi-valuées
  - Dépendances hiérarchiques
  - Couverture minimale d'un ensemble de dépendances, fermeture
  - Clés de relations
- Décomposition de relation
  - Qualités d'une décomposition
  - Formes normales (1NF, 2NF, 3NF, BCNF)
  - Modèle relationnel étendu
- Contraintes
  - Typologie
  - Mise en œuvre (déclencheurs)

### Prérequis

Connaissance du modèle relationnel conseillée

### Bibliographie

- C. Delobel, M. Adiba, Bases de données et systèmes relationnels, Dunod, 1982
- N. Boudjlida, Bases de données et systèmes d'information, Dunod, 2002
- C. Soutou, SQL pour Oracle, Eyrolles, 2008
- C. Christment, K. Pinel-Sauvagnat, O. Teste, M. Tuffery, Bases de données relationnelles, Hermès-Lavoisier, 2008

# INF1301

## Introduction à la programmation objet

### Modalités pédagogiques

Cours : 21h ; TD : 7h ; TP : 14h en présentiel. ECTS : 5

### Objectifs

- Introduire les concepts élémentaires de l'approche objet (classes, méthodes, instances, héritage, polymorphisme).
- Introduire certains aspects du génie logiciel (modularité, abstraction, UML, cohésion...).

### Contenu

Le langage support est le langage Java. L'outil de développement choisi est BlueJ. La progression du cours et les exemples utilisés sont ceux de la méthode BlueJ.

- Fondements et orientation objet.
- Comprendre les définitions de classes.
- Interactions entre objets.
- Groupements d'objets.
- Bibliothèque de classes.
- Fichiers Java.
- Améliorer la structuration avec l'héritage.
- Héritage : approfondissement.
- De nouvelles techniques d'abstraction.
- Gestion des erreurs.

### Prérequis

Programmation impérative (variables, itérations, procédures, tableaux).

### Bibliographie

# MTH1317

## Analyse et Probabilités 1

### Modalités pédagogiques

Cours (20h) et TD (22h) en présentiel. ECTS : 5

### Objectifs

Introduire la théorie de probabilités. - Couvrir le matériel sur lequel s'appuieront les modules de statistiques.

### Contenu

- **Dénombrement** Cardinal d'un ensemble fini. Listes et combinaisons
- **Probabilités** Expérience aléatoire et univers. Espaces probabilisés. Propriétés élémentaires des probabilités. Probabilités conditionnelles et indépendance
- **Variables aléatoires discrètes** Variables aléatoires discrètes. Couples de variables aléatoires, variables aléatoires indépendantes. Lois usuelles. Espérance. Variance, écart-type et covariance. Loi faible des grands nombres
- **Variables aléatoires à densité** Fonctions de répartition et densité. Moyenne, variance, coefficient de corrélation. Exemples de lois à densité. Somme de variables indépendantes, convolution. Inégalité de Bienaymé Tchébycheff, loi faible des grands nombres de Bernoulli, Théorème central limite

### Prérequis

Mathématiques élémentaires de première année, calcul intégral.

### Bibliographie

- S. Ross. Initiation aux probabilités. Presses polytechniques et universitaires, 1999.
- G. Saporta. Probabilités, analyse des données et statistique. TECHNIP, 2006 (2ème ed.)
- N. Bouleau. Probabilités de l'ingénieur. HERMAN, 2002.
- Ph. Tassi et S. Legat. Théorie des probabilités en vu des applications statistiques. TECHNIP, 1990.
- J.P. Delmas. Introduction aux probabilités. Ellipses, 1993.

# UEC1301

## Enseignement complémentaire

### Modalités pédagogiques

TD (38h) en présentiel. ECTS : 5

### Objectifs

- **Anglais :**
  - Consolider ses connaissances en anglais
  - Parfaire l'expression orale ainsi que la compréhension orale
  - Travailler en autonomie sur la plateforme pédagogique
  - Comprendre le contenu essentiel de sujets concrets ou abstraits dans un texte complexe.
  - Communiquer avec spontanéité et aisance
  - S'exprimer de façon claire et détaillée, émettre un avis sur un sujet d'actualité
  - Exposer les avantages et inconvénients de différentes possibilités.
  - Réaliser la synthèse de plusieurs documents
  - Etre capable de traduire certains passages de documents (anglais/français ou français/anglais)
  - Atteindre le niveau B2 du CECRL
  - Certification possible à la fin du L3

### Contenu

Anglais : Anglais général, initiation à l'anglais de spécialité, travail des 5 compétences : compréhension orale / compréhension écrite / production écrite / production orale / interaction orale

### Prérequis

Anglais : NIVEAU B1 DU CECRL

# GES1301

## Comptabilité de gestion

### Modalités pédagogiques

Cours (20h) et TD (22h) en présentiel. ECTS : 5

### Objectifs

Ce cours présente aux étudiants les principaux fondements de la comptabilité de gestion ainsi que ses principales méthodes de calcul de coûts (coûts partiels, coûts complets et imputation rationnelle) et d'analyse (seuil de rentabilité, analyse marginale, ...).

### Contenu

- **Introduction** : le rôle de la comptabilité de gestion et ses principales méthodes
- **Partie 1 : Les méthodes de coûts partiels** :
  - Chapitre 1 : l'analyse des charges
  - Chapitre 2 : la méthode du direct costing et l'analyse du seuil de rentabilité
  - Chapitre 3 : la méthode du coût spécifique
  - Chapitre 4 : le coût marginal
- **Partie 2 : La méthode du coût complet**
  - Chapitre 1 : Les principes de la comptabilité analytique : les charges incorporables, la valorisation des stocks
  - Chapitre 2 : Les différents traitements des charges indirectes et la méthode des centres d'analyse
  - Chapitre 3 : La méthode du coût complet
- Approfondissement : la prise en compte du niveau d'activité : l'imputation rationnelle

### Prérequis

Mathématiques de base (résolution de problèmes d'équations à une inconnue...) Comptabilité générale : savoir ce qu'est un compte de résultat et le construire (le compte de résultat est la « matière brute », le point de départ de la comptabilité de gestion)

### Bibliographie

- Bouquin H., Comptabilité de gestion, Economica
- Bonnier, Bringer, Langlois, Contrôle de gestion, DCG, collection Expertise comptable, Foucher

## **CMI 2 Semestre 4**



# MTH1413

## Mathématiques fondamentales 2

### Modalités pédagogiques

Cours (20h) et TD (22h) en présentiel. ECTS : 5

### Objectifs

Approfondir les outils d'Analyse et d'Algèbre pour les sciences de l'ingénieur

### Contenu

- **Analyse**
  - Relations de comparaison : cas des fonctions
  - Développements limités
  - Exemples de développements asymptotiques
- **Algèbre**
  1. Matrices et endomorphismes
    - Retour sur les endomorphismes
    - Matrice d'une application linéaire dans des bases
    - Application linéaire canoniquement associée à une matrice
    - Changements de bases
    - Déterminant d'un endomorphisme
  2. Réduction des endomorphismes et des matrices carrées. On se limite en pratique au cas où le corps de base  $K$  est  $\mathbb{R}$  ou  $\mathbb{C}$ .
    - Généralités
    - Éléments propres d'un endomorphisme, d'une matrice carrée
    - Polynôme caractéristique
    - Endomorphismes et matrices carrées diagonalisables
    - Applications aux systèmes différentiels et aux suites récurrentes

### Prérequis

MTH 1101, MTH1201 et MTH1305

# MIS1401

## Graphe et algorithmes

### Modalités pédagogiques

Cours (12h) et TD (24h) en présentiel. ECTS : 5

### Objectifs

- Apprendre à modéliser des situations concrètes à l'aide de graphes et connaître les principaux algorithmes de la théorie des graphes.
- Savoir les mettre en œuvre et programmer certains d'entre eux.

### Contenu

- Introduction : généralités, historique, problèmes types, buts et limites.
- Concepts élémentaires.
  - Graphes non orientés, chaîne et cycle.
  - Graphes orientés, chemins et circuits.
  - Graphes eulériens.
  - Utilisation des graphes d'états : modélisation de jeux, problème du loup, de la chèvre et du chou.
- Les structures de données pour l'implémentation de graphes.
  - listes d'adjacence et matrices d'adjacence.
  - Listes d'incidences.
  - Choix de la structure de données la plus adaptée au problème à traiter.
  - Le traitement de ce chapitre peut varier d'une année sur l'autre.
- Connexité.
  - Notion de composantes connexes.
  - Algorithme pour la recherche des CC d'un graphe non orienté.
  - Applications.
- Détection de circuit dans un graphe orienté.
  - Algorithme de détection de circuit dans un graphe orienté.
  - Décomposition en niveaux d'un graphe sans circuit.
  - Applications.
- Arbres- Arbres de poids minimum.
  - Algorithmes de Kruskal et de Prim pour la recherche d'arbre de poids minimum.
  - Exemples d'utilisation (traitement d'images etc.).
- Problème du plus court chemin.
  - Algorithme de recherche de plus court chemin : Ford, Dijkstra, Floyd.
  - Utilisation pour des problèmes d'optimisation, de routage de fiabilité maximale.
- Problèmes d'ordonnements.
  - Méthodes potentiel-tâches et méthode potentiel-étapes (PERT).
  - Utilisation pour la résolution de problème d'ordonnements et de gestion de planning.
- Coloration d'un graphe.
  - Coloration des sommets, des arêtes, nombre chromatique, indice chromatique.
  - Applications (problèmes d'emploi du temps notamment).

### Prérequis

### Bibliographie

# INF1406

## Réseaux et systèmes d'exploitations

### Modalités pédagogiques

Cours (12h) et TD (24h) en présentiel. ECTS : 5

### Objectifs

- Introduire les différentes fonctions d'un système d'exploitation centralisé.
- Être capable d'écrire des scripts en shell tels ceux existant dans le démarrage du système ou ceux par enchaînement de tâches.
- Donner un aperçu du réseau Internet.
- Savoir concevoir et mettre en oeuvre à l'aide du langage Java des programmes communicants s'appuyant sur les mécanismes et protocoles présentés en cours.

### Contenu

- Couches hautes du système, interpréteur de commandes.
- Écriture de scripts en shell sur le système Linux.
- Rôles, structure et constituants du réseau Internet.
- Caractéristiques des protocoles de transport TCP et UDP.
- Conception et mise en oeuvre de programmes Java communicants.

### Prérequis

### Bibliographie

# INF1407

## Structures de données et algorithmes

### Modalités pédagogiques

Cours (15h) et TD (29h) en présentiel.

### Objectifs

- Connaître les principaux types abstraits de données (par exemple les piles, les files, les listes chaînées, les arbres binaires et les tables de hachage), leur mise en œuvre et les algorithmes qui les manipulent.
- Acquérir les notions de complexité des algorithmes.

### Contenu

- Algorithmes et complexité
- Types abstraits de données
- Structures de données simples :
  - Tableaux
  - Listes
  - Piles et files
- Structures de données complexes :
  - Tables de hachage
  - Arbres
  - Algorithmes de tri
  - Algorithmes de recherche de motifs

### Prérequis

Python servira de langage de programmation pour la mise en œuvre des structures de données vues en cours lors des travaux pratiques. Un premier cours de programmation impérative en Python a été donné en L1 [INF1201]. Ce cours est un prérequis.

### Bibliographie

- Michael Goodrich and Roberto Tamassia, Data Structures and Algorithms in Java, John Wiley & Sons, 2006.
- Thomas Cormen, Charles Leiserson, Ronald Rivest, Introduction à l'algorithmique, Dunod, 1994.
- Mark Allen Weiss, Data Structures and Problem Solving Using Java, Addison-Wesley, 1998.
- Michael Goodrich and Roberto Tamassia, Algorithm Design : Foundations, Analysis, and Internet Examples, John Wiley & Sons.
- Robert Sedgewick, Michael Schidlowsky, Algorithmes en Java, Pearson education, 2004.
- David Flanagan, Java in a Nutshell, 5th Edition, O'Reilly Media, 2005.

# STA1401

## Modèles linéaires et applications

### Modalités pédagogiques

Cours (20h) et TD (22h) en présentiel. ECTS : 5

### Objectifs

Acquérir les techniques d'inférence associées au modèle linéaire, modèle central en statistique visant à représenter une variable dépendante caractérisant un phénomène en fonction d'un ensemble de variables explicatives. La régression simple et la régression multiple sont étudiées ainsi que les techniques d'analyse de la variance. Les méthodes présentées sont illustrées sur des exemples d'applications (biologie, santé, environnement, assurance, ...) en utilisant le logiciel de statistique R.

### Contenu

- Généralités
- La régression linéaire simple
- La régression linéaire multiple
- Analyse de la variance à un facteur et deux facteurs
- Validation du modèle, analyse des résidus
- Plan incomplet et traitement des valeurs manquantes
- Exemples d'applications (logiciel R)

### Prérequis

Notions de probabilités et de statistique (niveau terminale scientifique)

### Bibliographie

- Azaïs J.M., Bardet J.M., Le modèle linéaire par l'exemple, 2ème édition, Dunod, 2012.
- Dodge Y., Rousson V., Analyse de la Régression appliquée, 2ème édition, Dunod, 2004.
- Draper N. R., Smith H., Applied Regression Analysis, 3ème édition, Wiley, 1998.

# UEC1401

## Enseignement complémentaire

### Modalités pédagogiques

TD (44h) en présentiel. ECTS : 5

### Objectifs

- Anglais :
  - Consolider ses connaissances en anglais
  - Parfaire l'expression orale ainsi que la compréhension orale
  - Travailler en automatique sur la plateforme pédagogique
  - Comprendre le contenu essentiel de sujets concrets ou abstraits dans un texte complexe.
  - Communiquer avec spontanéité et aisance
  - S'exprimer de façon claire et détaillée, émettre un avis sur un sujet d'actualité
  - Exposer les avantages et inconvénients de différentes possibilités.
  - Réaliser la synthèse de plusieurs documents
  - Etre capable de traduire certains passages de documents (anglais/français ou français/anglais)
  - Atteindre le niveau B2 du CECRL
  - Certification possible à la fin du L3

### Contenu

Anglais : Anglais général, initiation à l'anglais de spécialité, travail des 5 compétences : compréhension orale / compréhension écrite / production écrite / production orale / interaction orale

### Prérequis

Anglais : NIVEAU B1 DU CECRL

# CGS1401

## Contrôle de gestion et Système budgétaire

### Modalités pédagogiques

Contrôle de gestion (18h CM + 12h TD) et Système budgétaire (12h CM + 9h TD) en présentiel. ECTS : 5

### Objectifs

- **Contrôle de gestion** : Cet enseignement rappelle aux étudiants les principaux outils du contrôle de gestion et les concepts du management stratégique et leur permet d'apprécier le pertinence de ces outils au regard des stratégies retenues par les organisations.
- **Système budgétaire** : Appréhender les méthodes et les techniques mises en œuvre pour construire les budgets dans les domaines commerciaux, productifs, des approvisionnements, des investissements et de la trésorerie.

### Contenu

- **Contrôle de gestion** :
  - **Introduction** : le rôle de la comptabilité de gestion et ses principales méthodes
  - **Partie 1 : Le CDG, élément du contrôle organisationnel**
    1. Les missions du CDG
    2. Le processus de CDG
  - **Partie 2 : du pilotage de la stratégie par le CDG**
    1. de la boucle contrôle-stratégie...
    2. à la stratégie par les coûts
  - **Partie 3 : au pilotage stratégique des coûts**
    1. Action sur les produits
    2. Action sur les processus
- **Système budgétaire** :
  - Chapitre 1. La démarche budgétaire
    1. Définition et rôles des budgets dans le fonctionnement de l'entreprise
    2. Méthodologie de construction des budgets
      - Reconstitution du passé ou réexamen systématique de la situation
      - Hiérarchisation des budgets
    3. Typologie des budgets
      - Les budgets des centres de coûts opérationnels
      - Les budgets des centres de coûts discrétionnaires
      - Les budgets des centres de profit
  - Chapitre 2. Le budget des ventes : la prévision des ventes
    1. La décomposition d'un historique des ventes
    2. Estimer la tendance
      - Le procédé de la moyenne mobile
      - Le procédé de la double moyenne
      - Le procédé de la régression linéaire
    3. Estimer la saisonnalité par des coefficients saisonniers
      - Méthodes des moyennes périodiques et méthode des rapports au trend

- 4. La prévision des ventes dans un modèle à plusieurs variables
- 5. La mise en forme des budgets des ventes
- Chapitre 3. Programme et budget de production
  - 1. La programmation de la production
    - Optimiser le programme de production
      - une méthode empirique
      - la programmation linéaire
    - L'Ajustement de la production et des ventes
  - 2. Le budget de production
    - Budget flexible de production
- Chapitre 4. Le budget des approvisionnements
  - 1. Les enjeux de la gestion des approvisionnements.
  - 2. Stock d'alerte et stock de sécurité.
  - 3. Établir le calendrier des approvisionnements
    - Livraison de quantités variables à des dates fixes
    - Livraison de quantités fixes à des dates variables
  - 4. La cadence optimale d'approvisionnement et le modèle de Wilson
- Chapitre 5. Le budget des Investissements : ordonnancement et contrôle
  - 1. Particularités du budget d'investissement
  - 2. La planification d'un projet d'investissement : la méthode MPM
- Chapitre 6. La synthèse budgétaire : le budget de trésorerie
  - 1. Budget des encaissements
  - 2. Budget des décaissements
  - 3. Le budget de trésorerie
  - 4. Compte de résultat et bilan prévisionnels

## Prérequis

- Connaissances des mécanismes et documents de la comptabilité générale et maîtrise des principaux concepts du management stratégique
- Comptabilité de gestion : calculer coût de revient ; distinguer coût variable et coût fixe ; analyse financière d'un bilan et d'un compte de résultat

## Bibliographie

- Bouquin H. (2005), Contrôle de Gestion, PUF, Paris
- Gervais M. « Stratégie de l'entreprise », Economica, Paris
- Gervais M., Contrôle de gestion, Economica, 8ème édition
- Jack Forget, Gestion budgétaire : Prévoir et contrôler les activités de l'entreprise, Éditions d'Organisation (2005)



# **CMI 3 Semestre 5**

# STA1518

## Analyse discriminante et Régression logistique

### Modalités pédagogiques

Cours (20h) et TD (22h) en présentiel. ECTS : 5

### Objectifs

Etudier les techniques permettant à un ordinateur d'identifier des structures ou des configurations dans les données.

### Contenu

- Rappel des outils de probabilités. Analyse discriminante. Classification optimale de deux catégories. Règle de Bayes. Exemples.
- Classification optimale des plusieurs catégories.
- Fonctions discriminantes pour des observations normales.
- Méthodes non paramétriques. Estimateur à noyau de la densité. Le dilemme biais-variance. Cas des données multidimensionnelles. Régression non paramétrique. Applications pour la discrimination.
- Régression logistique simple. Régression logistique multiple. Régression logistique avec des classes multiples.
- Analyse factorielle discriminante. Variances intraclasse et interclasse. Choix des axes discriminants et variables discriminantes.
- Techniques de réduction de dimension et applications à la classification en deux catégories. Discrimination de plusieurs catégories. Exemples. Validation croisée.

### Prérequis

Algèbre et analyse matricielle. Analyse. Probabilités. Modèle linéaire.

### Bibliographie

- R. Duda, P. Hart, D. Stork. Pattern Classification. Wiley, 2001.
- A. Webb. Statistical pattern recognition. Wiley 2002.
- L. Wasserman. All of Statistics. Springer 2004.
- T. Hastie, R. Tibshirani, J. Friedman. The elements of statistical learning.

# STA1516

## Programmation et Logiciels statistiques

### Modalités pédagogiques

Cours (20h) et TD (22h) en présentiel. ECTS : 5

### Objectifs

Ce cours doit permettre aux étudiants d'acquérir une certaine aisance dans la manipulation de deux logiciels de Statistique : SAS et R.

### Contenu

- Logiciel SAS
  1. Introduction à SAS
  2. Entrées/sorties, organisation des données sous SAS
  3. mise en forme des données
  4. Fonctionnalités des procédures SAS BASE
  5. Fonctionnalités des procédures SAS GRAPH
  6. Programmation sous SAS
  7. Macro-programmation
  8. Introduction à SAS/IML
- Logiciel R
  1. Introduction à R
  2. Entrées/sorties, organisation des données sous R, notion d'objet
  3. Rappels de programmation, programmation vectorielle
  4. Fonction R de base
  5. Graphiques

### Prérequis

Bases de programmation et d'algorithmique.

### Bibliographie

- Decourt O., H. Kontchou Kouomegni SAS - Maitriser SAS Base et SAS MAcro, DUNOD 2007.

# INF1508

## Programmation en C et C++

### Modalités pédagogiques

Cours (20h) et TD (22h) en présentiel. ECTS : 5

### Objectifs

- Maîtriser les concepts avancés de la programmation en C (gestion de la mémoire, pointeur)
- Savoir programmer en C++ moderne (héritage, polymorphisme, utilisation de la STL, template, exceptions)

### Contenu

- Rappels de programmation en C et C++
- Gestion de la mémoire en C (Pointeurs)
- Programmation Orientée Objet en C++
- Implémentation des concepts objet en C++ : surcharges, héritages, polymorphismes, généricité
- Différences avec Java
- Méthodologie Logicielle et utilisation d'environnements de programmation spécifiques (Makefile, .NET, etc.)
- STL
- Meta programmation
- Quelques Design Pattern simples en C++

### Prérequis

- INF1201
- INF1301
- Programmation impérative, base des langages à objet

### Bibliographie

- Kernighan et Ritchie, Le langage C, 1990
- Bjarne Stroustrup, Le langage C++ - 4e édition, Édition PEARSON EDUCATION
- Claude Delannoy, Programmer en C++ - 5e édition, Édition EYROLLES

# INF1503

## Génie logiciel objet

### Modalités pédagogiques

Cours (20h) et TD (22h) en présentiel. ECTS : 5

### Objectifs

Comprendre l'importance des techniques de Génie Logiciel, Maitriser les concepts et notations UML, Savoir concevoir un système d'information, Elaborer la structure d'une base de données conforme à un diagramme de classe, Produire du code objet conforme à un diagramme de classe, Retrouver les diagrammes de classe sous-jacents dans du code (BD ou objet).

### Contenu

- notion de méthode pour le Génie Logiciel,
- démarche de développement.
- fondements et apports du paradigme objet.
- la modélisation utilisant le langage UML : description de l'aspect statique d'un système, description de la dynamique d'un système.
- modèle et code : traduction d'un modèle dans un environnement de développement, retro conception recherche d'un modèle sous-jacent.
- expression de contraintes : utilisation du langage OCL.
- qualité et architecture des logiciels : critères d'évaluation d'une architecture, design patterns.

### Prérequis

Notions sur la modélisation et la démarche de développement, Compréhension des concepts de la programmation objet, Pratique antérieure de la programmation objet, Connaissance des concepts du relationnel, Pratique des bases de données relationnelles.

### Bibliographie

- P-A.Muller, Modélisation objet avec UML, Eyrolles 2000.
- J.Rumbaugh and Al., Modélisation et conception orientée objet, Masson 1996.
- C.Larman, Applying UML and Patterns : an introduction to OO Analysis and Design, Prentice Hall 1997.
- J.Warner, A.Kleppe, The Object Constraint Language : Precise modelling with UML, Addison Wesley 1999.

# MTH1504

## Analyse numérique matricielle

### Modalités pédagogiques

Cours (20h) et TD (22h) en présentiel. ECTS : 5

### Objectifs

Etudier les méthodes d'analyse numérique pour les problèmes matriciels, maîtriser les outils algébriques nécessaire en statistique. Implémenter les algorithmes les plus simples dans un langage scientifique type  $C/C++$ ; expérimenter les méthodes plus élaborées sous un logiciel comme Scilab ou Matlab.

### Contenu

- Pseudo-inverses de matrices, valeurs singulières et moindres carrés Produit matriciel par blocs. Décomposition en valeurs singulières d'une matrice. Inverses de Moore-Penrose et pseudo-inverses. Application aux problèmes de moindres carrés. Utilisation en statistiques.
- Résolution numérique des systèmes Notion de complexité algorithmique. Précision d'une méthode numérique, stabilité. Conditionnement. Différentes méthodes pour la résolution numérique des systèmes. Méthodes directes, méthodes itératives. Application à la résolution de problème de régression linéaire...
- Recherche des éléments propres d'une matrice Algorithmes classiques pour la recherche des éléments propres d'une matrice (valeurs propres et vecteurs propres). Programmation des algorithmes et utilisation en analyse de données. Des travaux pratiques en langage  $C, C++$  ou sous Scilab / Matlab permettront de mettre en œuvre les différentes méthodes numériques.

### Prérequis

Matrices, algèbre bilinéaire de base, applications linéaires.

### Bibliographie

- Introduction à l'analyse numérique matricielle et à l'optimisation, P.G. Ciarlet, Masson.

# STA1517

## Statistique mathématique

### Modalités pédagogiques

Cours (20h) et TD (22h) en présentiel. ECTS : 5

### Objectifs

Acquérir les outils nécessaires à la compréhension et à la mise en oeuvre des techniques statistiques

### Contenu

- **Estimation**
  - Notion de modèle statistique. Identifiabilité. Famille exponentielle.
  - Notion de statistique. Exhaustivité. Critère de factorisation de Neyman.
  - Estimateurs : Estimateur ponctuel. Estimateur de la fonction de répartition.
  - Méthodes de construction des estimateurs : la méthode de moments, Z-estimateurs ; M-estimateurs. Exemples. La méthode delta.
  - Estimation basée sur la vraisemblance. L'information de Kullback-Leibler. Consistance. Information de Fisher. Normalité asymptotique : le cas univarié et le cas multivarié.
  - Notion sur l'estimation Bayésienne
  - Optimalité des estimateurs. La borne de Cramér-Rao. Efficacité asymptotique.
  - Estimation sans biais de variance minimale. Théorème de Rao-Blackwell. Théorème de Lehmann-Scheffé. Exemples d'application.
  - Eléments de bootstrap. Exemples d'applications sur ordinateur TD
- **Intervalles de confiance et la vérification d'hypothèses**
  - Intervalles de confiance. La méthode de pivot (exact et asymptotique). Exemples.
  - Le test optimal de Neyman-Pearson. Le test du rapport de vraisemblance. Exemples.
  - Loi asymptotique du rapport de vraisemblance : cas univarié et multivarié. Exemples d'application. Le test de Wald. Le test de score. Exemples.

### Prérequis

Analyse mathématique. Intégration. Algèbre.

### Bibliographie

- Saporta, G. Probabilités, analyse des données et statistique. TECHNIP, 1990.
- K. Knight. Mathematical statistics. Chapman and Hall 2000.
- Ph. Tassi. Methodes statistiques. Economica 1992.
- A.A. Borovkov. Mathematical Statistics. Gordon and Breach Press 1998.

# STA1520

## Séries Temporelles et Processus Stochastiques

### Modalités pédagogiques

Cours (20h) et TD (22h) en présentiel. ECTS : 5

### Objectifs

L'analyse des séries temporelles occupe, dans le domaine de la statistique, une place importante. Il est peu de discipline qui ne soient confrontées à l'étude de phénomènes évoluant dans le temps et qu'on désire décrire, expliquer, contrôler ou prévoir. L'économie, la gestion des entreprises, la météorologie, la démographie, la santé, les sciences expérimentales, constituent autant d'exemples de domaines intéressés par ce type de problème.

### Contenu

1. Séries Temporelles :
  - Présentation des séries temporelles - Logiciels SAS et S-plus et langage de programmation.
  - Tendances des séries - Tests de la tendance linéaire de Student et Fisher - Prévision et fourchettes de prévision - Tendances linéaire multiple avec variables binaires sur les observations aberrantes, Prévisions - Régression glissante, rupture de tendance.
  - Tendances exponentielle et logarithmique - Taux d'accroissement des séries – Tendances polynomiales - Tendances logistique et Gompertz ; Prévisions
  - Saisonnalité ; Description ; coefficients saisonniers - Tests de saisonnalité de W-R et de Schuster - Périodogramme - Ajustements périodiques.
  - Décompositions saisonnières par la méthode des moyennes mobiles ; par régression – Séries CVS
  - Contrôle continu
  - Le programme Census-X11
  - Le LES ; Fourchettes de prévision ; Constante de lissage obtenue par prévision arrière
  - Modèles autorégressifs et modèles ARX autorégressifs avec variables exogènes
  - Autocorrélogrammes ; Estimation des paramètres du modèle autorégressif
  - Applications
2. Processus Stochastiques :
  - Généralités sur les processus stochastiques
  - Espaces des états d'une chaîne de Markov et Matrice de transition
  - Classes d'équivalence de l'espace des états
  - Périodicité – Récurrence – Transience
  - Mesure invariante – Mesure réversible
  - Comportement asymptotique – Lois stationnaires
  - Calcul de lois limites

### Prérequis

Modèles linéaires ; Analyse de variance ; Tests ; Intervalles de confiance ; Calcul des probabilités ; Calcul Matriciel ; Equations différentielles.

### Bibliographie

- Tenenhaus, M. (2007), Statistique ; Méthodes pour décrire, expliquer et prévoir, Dunod, Paris.
- Vaté, M. (1993), Statistique Chronologique et Prévision, Economica, Paris.



— Taylor,H.M., Karlin, S. (1984), An introduction to Stochastic Modeling, Wiley, 3ème Edition.

# INF1505

## Codage et cryptologie

### Modalités pédagogiques

Cours (20h) et TD (22h) en présentiel. ECTS : 5

### Objectifs

- Etude des techniques permettant le chiffrement de message afin d'assurer la transmission d'informations secrètes (**Cryptographie**)
- Etude des processus permettant de casser les méthodes de chiffrement (**Cryptanalyse**)
- Ces deux aspects combinés constituent les bases de la **Cryptologie**.

### Contenu

- Mesure des possibilités d'erreurs sur les transferts de données
- Codes correcteurs d'erreurs : optimiser la redondance des l'information pour permettre une correction d'erreurs de transmissions

### Prérequis

Bases mathématiques sur les polynômes.

### Bibliographie

# **UCG1505**

## **Enseignement complémentaire**

### **Modalités pédagogiques**

Cours (20h) et TD (22h) en présentiel. ECTS : 5

### **Objectifs**

### **Contenu**

- Anglais
- Techniques d'expression
- Français pour étranger

### **Prérequis**

Aucun

# **CMI 3 Semestre 6**

# INF1604

## Logique

### Modalités pédagogiques

Cours (20h), TD (16h) et TP (6h) en présentiel. ECTS : 5

### Objectifs

- Introduire les logiques formelles propositionnelles et du 1er ordre.
- Apprendre à raisonner.
- Apprendre les bases de la programmation logique en Prolog.

### Contenu

- Introduction.
- Logique propositionnelle : syntaxe (connecteurs, variables propositionnelles), propriétés importantes, équivalences utiles, forme normale conjonctive (FNC) / disjonctive (FND).
- Vérification des raisonnements complexes.
- Méthodes déductives.
- Logique des prédicats du premier ordre : syntaxe (variables d'individu, substitution de variables), théorie des modèles (sémantique), théorie de la preuve (axiomatique), propriétés importantes (complétude, équivalences utiles), formes normales (prénexe, de Skolem, clausale), algorithmes d'unification, résolution.
- Prolog

### Prérequis

Bases en mathématiques et informatique (niveau L1/L2)

### Bibliographie

- R.David, K.Nour, C.Raffalli, Introduction à la logique - théorie de la démonstration, Dunod, 2001
- Prolog Programming for Artificial Intelligence Ivan Bratko, Addison Wesley 2000 Prover9 and Mace4 : <http://www.cs.unm.edu/~mccune/mace4/>

# STA1616

## Introduction au Data Mining, Apprentissage statistique

### Modalités pédagogiques

Cours (20h) et TD (22h) en présentiel. ECTS : 5

### Objectifs

Savoir mettre en œuvre une classification et une analyse factorielle sur des données

### Contenu

- Introduction
  - Data mining
  - Quelques rappels : algèbre, géométrie utiles à l'analyse de données, analyse factorielle (analyse en composante principale et analyse des correspondances)
  - Définitions (distances, partition, hiérarchie)
- Distances et dissimilarités
- Classification ascendante hiérarchique (méthodes du lien simple, du lien maximum, du lien moyen, de Ward, etc)
  - Décomposition de la variance
  - Algorithmes
  - Règles de sélection du nombre de classes
  - Interprétation des classes
- Classification non hiérarchique ou partitionnement
  - Principe (méthode k-means)
  - Méthode des centres mobiles
  - Méthode des nuées dynamiques
- Classification basée sur une approche modèle de mélange
  - estimateur du maximum de vraisemblance
  - algorithmes EM (E-Estimation, M-Maximisation, CEM, SEM)
  - sélection de modèles, critères de sélection de modèles (critères AIC et BIC)
  - Combinaison analyse factorielle et classification
  - Classification mixte autour des formes fortes
- Application sur logiciels avec R.

### Prérequis

Algèbre linéaire : espaces vectoriels, matrices, valeurs propres et vecteurs propres, réduction de matrices.

### Bibliographie

- Lebart L., Morineau A., Piron M. (1995), Statistique exploratoire multidimensionnelle, Dunod, Paris
- Tufféry S. (2005) Data mining et statistique décisionnelle, Editions Technip

# INF1610

## Interfaces graphiques

### Modalités pédagogiques

Cours (20h), TD (22h) en présentiel. ECTS : 5

### Objectifs

- Apprendre les bases de l'interaction homme-machine (IHM)..
- Faire prendre conscience à l'informaticien l'importance des facteurs humains.
- Montrer comment intégrer un savoir pluridisciplinaire dans les pratiques du génie logiciel.

### Contenu

Ce cours est consacré aux bases de l'interaction homme-machine (IHM). Il présente les notions d'utilisabilité, de conception centrée sur l'utilisateur et de conception participative, les composants d'une interface graphique, les principes de l'ergonomie des interfaces graphiques et web et les méthodes d'évaluation des interfaces.

- C'est quoi l'IHM ?
- Typologies et modèles de l'utilisateur.
- Conception centrée sur l'utilisateur.
- Conception participative et prototypage.
- Modélisation de la tâche.
- Interfaces graphiques.
- Ergonomie des interfaces graphiques.
- Ergonomie des interfaces web.
- Évaluation des interfaces.

### Prérequis

### Bibliographie

# STA1625

## Python et Machine learning

### Modalités pédagogiques

Cours (20h), TD (22h) en présentiel. ECTS : 5

### Objectifs

S'initier aux techniques de Machine Learning (Apprentissage Statistique) à l'aide du langage de programmation Python.

### Contenu

- Introduction à Python
- Introduction aux réseaux de neurones et à la discrimination linéaire
- Perceptrons multicouches
- Fonctions radiales de base et splines
- Réduction de dimension
- Apprentissage probabiliste
- Introduction aux SVM
- Optimisation et recherche
- Apprentissage par algorithmes génétiques
- Apprentissage par renforcement
- Arbres de décision
- Apprentissage non supervisé
- MCMC avec Python
- Processus gaussiens

### Prérequis

Bases de programmation et algorithmique.

### Bibliographie

Marsland S., Machine Learning : An Algorithmic Perspective, 2ème édition, CRC Press 2015.



# INF1611

## Gestion des bases de données

### Modalités pédagogiques

Cours (20h) et TD (22h) en présentiel. ECTS : 5

### Objectifs

L'objectif de ce cours est d'amener à une bonne compréhension et maîtrise des problèmes liés à l'administration et le tuning d'un SGBD. Le cours présente les composants d'un SGBD, son organisation et sa mise en œuvre dans un environnement centralisé ou réparti. Les aspects liés à l'optimisation des performances sont ensuite étudiés.

### Contenu

- Architecture d'une base de données : Structure physique, Structure logique, Création, démarrage et arrêt d'une base
- Gestion des accès concurrents : Mécanisme transactionnel, Sérialisation, verrouillage, Mécanisme de lecture consistante
- Répartition : Bases de données réparties, Fragmentation, Réplication, Transaction répartie
- Optimisation des performances : Optimisation des applications (Optimisation des requêtes, Différents types d'indexation, Stockage des objets, Partitionnement), Optimisation de la mémoire, Gestion des contentions

### Prérequis

Connaissance du modèle relationnel

### Bibliographie

- Optimisation des bases de données, mise en œuvre sous Oracle, Laurent Navarro, Pearson Education, 2010
- Oracle 11g – Administration, Razvan Bizoï, Eyrolles, 2011
- Oracle 10g, Guide du DBA, Kevin Loney, Bob Bryla, Oracle Press, 2005
- E. Whalen, Oracle performance tuning and optimization, SAMS Publishing, 1996

# MTH1603

## Probabilités

### Modalités pédagogiques

Cours (20h) et TD (22h) en présentiel. ECTS : 5

### Objectifs

Introduire les théorèmes limites du calcul des probabilités.

### Contenu

- Fondements : espaces de probabilité, variables aléatoires, espérance, lois classiques, fonction de répartition, tribu engendrée par une variable aléatoire, moments, variance, fonction caractéristique, fonction génératrice.
- Indépendance, convolution, lemme de Borel-Cantelli.
- Convergence de variables aléatoires, loi forte des grands nombres, convergence en loi et théorème limite central.

### Prérequis

Il est préférable d'avoir suivi un cours sur l'intégrale de Lebesgue.

### Bibliographie

- Poly en ligne de Jean-François Le Gall "Intégration, probabilités et processus aléatoires" <http://www.math.u-psud.fr/~jfllegall/IPPA2.pdf>
- D. Foata, J. Franchi, A. Fuchs "Calcul des probabilités", Dunod
- M. Cottrell, V. Genon-Catalot, C. Duhamel, T. Meyre "Exercices de probabilités", Cassini
- O. Garet, A. Kurtzmann "De l'intégration aux probabilités", Ellipses 2011 « Mathématiques appliquées L3 », Pearson 2009

# STA1627

## Inférence dans les Modèles à espace d'états

### Modalités pédagogiques

Cours (20h) et TD (22h) en présentiel. ECTS : 5

### Objectifs

Dans de nombreuses applications telles que les télécommunications, la télédétection, la géolocalisation, le traitement d'images ou de séquences vidéo, l'information que l'on souhaite obtenir n'est pas directement accessible mais est noyée dans un signal observable. La problématique qui se pose alors, au vu des observations et au regard d'hypothèses sur le système, est de savoir comment estimer au mieux le signal utile et/ou les paramètres du modèle. Le développement de méthodes permettant de reconstituer cette information « cachée » est en conséquence un enjeu important pour de très nombreuses applications. L'objectif de ce cours est de permettre aux étudiants d'acquérir les notions de lissage, filtrage et prédiction dans ces modèles et de maîtriser les techniques d'inférence Bayésienne associées.

### Contenu

- Rappel en probabilités. Lois multivariées. Propriétés de la loi normale multivariée.
- Modèles de Markov cachés. Propriétés principales. Notion de filtrage, lissage et prédiction. Formules forward-backward.
- Cas discret – algorithme de Baum-Welch.
- Cas linéaire et Gaussien – algorithme de Kalman
- Applications

### Prérequis

Probabilités. Algèbre et analyse matricielle.

### Bibliographie

- Särkkä, S., 2013. Bayesian Filtering and Smoothing, Cambridge University Press.
- Cappé, O., Moulines, E. & Ryden, T., 2005. Inference in Hidden Markov Models, Springer.
- Anderson, B.D.O. & Moore, J.B., 2005. Optimal Filtering, Dover Publications.
- Brown, R.G. & Hwang, P.Y.C., 2012. Introduction to Random Signals and Applied Kalman Filtering with Matlab Exercises, John Wiley & Sons.
- Grewal, M.S. & Andrews, A.P., 2008. Kalman Filtering, Wiley-IEEE Press.

# INF1601

## Théorie des langages et applications

### Modalités pédagogiques

Cours (20h) et TD (22h) en présentiel. ECTS : 5

### Objectifs

- Apporter aux étudiants les notions théoriques leur permettant d'aborder la problématique de l'analyse syntaxique des informations et de leur traduction dans d'autres formats.
- Etudier les formalismes utilisés pour définir la syntaxe des langages artificiels de l'informatique.
- Comprendre les concepts et les techniques élémentaires employés dans la représentation et la traduction des langages informatiques.
- Réaliser un compilateur complet pour une machine à pile

### Contenu

- Langages et traducteurs
  - Un peu d'histoire - Les langages formels
  - Traduction des langages de programmation
  - Conception d'un compilateur
  - Auto-amorçage
  - Les étapes de la compilation
- Support d'exécution
  - Abstraction d'un ordinateur
  - Machine à pile
- Grammaires et automates
  - Définitions et notations
  - Expressions régulières
  - Automates d'états finis
  - Grammaires hors-contexte
  - Analyse descendante
  - Automates à pile
  - Grammaires LL(k)
- Compilation
  - L'analyse lexicale
  - L'analyse syntaxique - L'analyse sémantique
  - Traduction des langages impératifs
  - La génération de code intermédiaire - L'optimisation du code intermédiaire
  - La production de code cible - L'optimisation du code cible

### Prérequis

- Bases de la programmation impérative
- Notions élémentaires d'architecture des ordinateurs
- Maîtrise de la programmation objet

### Bibliographie

- Compilateurs : principes techniques et outils, cours et exercices, Aho, Sethi, Ullman, Dunod, 2000

- Les compilateurs : Théorie, construction, génération, R Wilhelm, Dunod, 1997
- Compilateurs : Cours et exercices corrigés, Grune, Dunod, 2002
- Modern compiler implementation in Java, Appel, Cambridge university, 1998
- Programming language pragmatics, Scott, Kaufmann, 2000

# INF1604

## Étude de cas

### Modalités pédagogiques

Cours (20h) et TD (22h) en présentiel. ECTS : 5

### Objectifs

Permettre aux étudiants de consolider ou de découvrir des techniques statistiques en les appliquant sur un cas concret.

### Contenu

Dans le cadre de cette UE, il est proposé aux étudiants un jeu de données qu'ils devront traiter, analyser, interpréter en appliquant les méthodes statistiques adaptées. Les travaux sont menés en groupe et supervisés par les intervenants.

### Prérequis

- Modèle linéaire.
- Régression.
- Techniques d'estimation et de tests d'hypothèses.
- Analyse Multidimensionnelle.

### Bibliographie

# **UCG1605**

## **Enseignement complémentaire**

### **Modalités pédagogiques**

Cours (20h) et TD (22h) en présentiel. ECTS : 5

### **Objectifs**

### **Contenu**

- Anglais,
- Économie - Gestion
- Français pour étranger

### **Prérequis**

Aucun

# **CMI 4 Semestre 7**



# STA2122

## Programmation et traitement statistique des données

### Modalités pédagogiques

Cours (20h) et TD (22h) en présentiel. ECTS : 5

### Objectifs

L'objectif de ce cours est de permettre aux étudiants de maîtriser les concepts de programmation R et SAS tout en approfondissant un ensemble de techniques statistiques.

### Contenu

1. Introduction aux logiciels R, Python et SAS
2. Programmation statistique sous R, Python et SAS
3. La proc SQL (SAS)
4. Le langage MACRO (SAS)
5. SAS IML Studio (SAS)
6. Simulation, modélisation et analyse de données sous R, Python et SAS
7. Exemples d'applications sur des données réelles (R, Python et SAS)

### Prérequis

Eléments de programmation, Algorithmique.

### Bibliographie

- H. Kontchou-Kouomegni, O. Decourt. SAS : Maîtriser SAS Base et SAS Macro, Dunod, 2006
- S. Ringuedé. SAS : Introduction au décisionnel - Méthode et maîtrise du langage, Pearson Education, 2008
- E. Duguet. Introduction à SAS, Economica, 2004
- F. Husson, S. Lê, J. Pagès (2009) Analyse de données avec R, Presse Universitaires de Rennes
- G. Sawitzki (2009) Computational Statistics : an introduction to R ; Chapman & Hall

# **INF2166/2167**

## **Codage et traitement numérique de l'information**

### **Modalités pédagogiques**

Cours (20h) et TD (22h) en présentiel. ECTS : 5

### **Objectifs**

Cette unité d'enseignement s'intéresse à la représentation et au traitement des données numériques.

### **Contenu**

Elle est décomposée en deux parties :

- Partie "Codage de l'information numérique" Cette partie s'intéresse à la représentation informatique de l'information et à sa compression (bases de la théorie de l'information). Elle adresse les aspects généraux de la compression de données (codage de Huffman, entropie, méthodes LZ) et propose un focus particulier sur des données multimédia (images, sons, vidéos, 3D).
- "Traitement numérique de l'information" Cette partie comprend une initiation au traitement du signal (théorie de l'échantillonnage, analyse de Fourier) et une initiation aux techniques de machine learning en passant par l'exploration interactive de données. Elle est illustrée par des travaux pratiques en Python.

### **Prérequis**

### **Bibliographie**

# STA2105

## Modèles linéaires généralisés (estimations et prédictions)

### Modalités pédagogiques

Cours (20h) et TD (22h) en présentiel. ECTS : 5

### Objectifs

L'objectif de ce cours est de montrer comment on peut généraliser le modèle linéaire dans des situations où il ne donne pas des résultats satisfaisants. Nous analysons en détails la régression logistique, les données de comptage et les tableaux de contingence.

### Contenu

- Modèle linéaire. Condition d'utilisation. Les types des variables. Exemples.
- Famille exponentielle et modèles linéaires généralisés. Information de Fisher. Exemples.
- Estimation dans les modèles linéaires généralisés. Exemples.
- Inférence statistique pour les modèles linéaires généralisés. EMV et sa loi limite. Déviance. Exemples.
- Réponses binaires et régression logistique. Exemples.
- Régression logistique nominale et ordinale. Exemples.
- Données de comptage et modèle log - linéaire. Exemples.
- Tables de contingence. Exemples.
- Réduction de la dimension de l'espace des variables explicatives. Exemples.

### Prérequis

Probabilités MTH1303. Statistique mathématique STA1512.

### Bibliographie

- A. Doobson. An introduction to generalised linear models. Chapman and Hall 2002.
- P. McCullagh and J.A. Nelder. Generalized linear models. Chapman and Hall 1989.
- A. Antoniadis, J. Berruyer, R. Carmona. Régression non linéaire et applications. Economica 1992.
- P.A. Cornillon, E.Matzner-Lober. Régression. Théorie et applications. Springer 2005.

# MTH2322

## Optimisation (Optimisation Différentiable et Convexe)

### Modalités pédagogiques

Cours (22h) et TD (22h) en FOAD.

### Objectifs

Maîtriser les méthodes d'optimisation les plus utilisées (essentiellement dans le cas différentiable) et les algorithmes numériques associés.

### Contenu

- Quelques rappels de calcul différentiel ;
- Méthode de descente ;
- Conditions nécessaires et suffisantes du 1<sup>er</sup> et du 2<sup>nd</sup> ordre ;
- Optimalité dans le cas convexe ;
- Algorithmes du gradient, du gradient conjugué, du gradient à pas optimal ;
- Méthode de relaxation ou *coordinate descent* ;
- Recherche linéaire ;
- Optimisation sous contraintes d'égalité et d'inégalité, multiplicateur de Lagrange, relations de Kuhn et Tucker

### Prérequis

Licence de mathématiques et notamment cours de Calcul différentiel.

### Bibliographie

- P.G. Ciarlet : Introduction à l'analyse numérique matricielle et à l'optimisation. Masson, 1994.
- J. Frédéric Bonnans, Jean Charles Gilbert, Claudes Lemaréchal, Claudia Sagastizabal : Optimisation numérique - Aspects théoriques et pratiques. Mathématiques et Applications 27. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1997.

# INF1612

## Systemes d'information operationnels : bases de donnees

### Modalites pedagogiques

Cours (20h) et TD (22h) en presentiel. ECTS : 5

### Objectifs

Dans le cadre de la conception de systemes d'information, l'etudiant sera capable d'intervenir sur les differentes etapes du projet, depuis la re-documentation du cahier des charges jusqu'a la mise en production des bases de donnees, quelles qu'elles soient.

### Contenu

- Modeles conceptuels des systemes d'information
  - Merise
  - UML (cas d'utilisation, diagramme de classes et des sequences, diagramme d'activite, profiles)
  - modele logique, modele physique
- Modele logique, modele physique
- Programmation avancee des bases de donnees
  - PL/SQL ou Transact SQL
- Performance d'accès aux BD
  - indexation
  - optimisation de requetes
  - tuning de bases de donnees
  - repartition

### Prerequis

Bases de donnees relationnelles et langages associes.

### Bibliographie

- Merise et UML pour la modelisation des systemes d'information, Joseph Gabay. Dunod, 2004
- ORACLE 10g, guide du DBA, Kevin Loney, Bob Bryla. Oracle Press. 2005.
- Oracle Performance Tuning for 10g, Gavin Powell. Elsevier, 2005
- Oracle 10g, optimisation d'une base de donnees, Claire Noiraud, ENI, 2006
- UML2 pour l'analyse d'un systeme d'information, Chantal Morley, Jean Hugues, Bernard Leblanc. Dunod, 2006.
- Microsoft SQL Server 2005, guide de l'administrateur, William Stanck, Microsoft Press, 2006
- SQL Server 2008, SQL, Transact SQL, Jérôme Gabillaud, ENI, 2008

# STA2121

## Statistique Bayésienne et MCMC

### Modalités pédagogiques

Cours (20h) et TD (22h) en présentiel. ECTS : 5

### Objectifs

Découvrir les bases de l'approche bayésienne des problèmes statistiques et s'initier aux outils de l'analyse bayésienne.

### Contenu

- Introduction : Généralités : Fréquentistes / Bayésiens
- Eléments de Théorie de la Décision - Modèle de décision - Règles de décision - Relation de préférence - Fonction de coût - Fonction de risque - Optimalité : minimaxité et admissibilité.
- Analyse Bayésienne - Lois a priori - Lois conjuguées - Lois non informatives - Estimateur de Bayes - Tests et régions de confiance.

### Prérequis

Statistique inférentielle, régression

### Bibliographie

- Lehmann E. L., Theory of Point Estimation, Wiley, 1983.
- Robert C., L'analyse statistique bayésienne, Economica, 1992.

# Projets courts

## Modalités pédagogiques

Projets réalisés pendant les UE(s)

## Objectifs

Donner aux étudiants une ouverture à la recherche et au travail collaboratif.

## Contenu

Plusieurs projets courts seront données aux étudiants au sein des UE.

## Prérequis

UE(s) enseignés en semestre 7 ou semestres précédents.

## Bibliographie

# SUCG401

## Enseignement complémentaire

### Modalités pédagogiques

Cours (20h) et TD (22h) en présentiel. ECTS : 5

### Objectifs

- **Droit du travail** : Expliquer la situation du salarié dans l'entreprise et celle de l'employeur en apportant le cadre juridique de la relation : droits et obligations des uns et des autres, la représentation des salariés dans l'entreprise - le déroulement du contrat de travail.
- **Droit de l'information** : Donner les bases du droit de l'information et des créations informatiques.
- **Anglais**

### Contenu

- **Droit du travail**
  - L'environnement juridique du droit du travail (sources et structures)
  - Le contrat de travail (les opérations d'embauche, les caractéristiques spécifiques, le déroulement du contrat - durée, rémunération)
  - La rupture du contrat de travail
  - La représentation des salariés dans l'entreprise
- **Droit de l'information**
  - Créations informatiques et acteurs
  - Montages contractuels et responsabilités
  - Montages contractuels spécifiques
  - Les licences logicielles
  - Création administration de sites web

### Prérequis

Aucun

### Bibliographie

Code du travail



# ECN2102

## Droit

### Modalités pédagogiques

Matière de l'UE d'Enseignement Complémentaire / Culture Générale. TD (24h) en présentiel.

### Objectifs

**Droit du travail** Expliquer la situation du salarié dans l'entreprise et celle de l'employeur en apportant le cadre juridique de la relation : droits et obligations des uns et des autres, la représentation des salariés dans l'entreprise - le déroulement du contrat de travail.

**Droit de l'information** Donner les bases du droit de l'information et des créations informatiques.

### Contenu

- Droit du travail
  - L'environnement juridique du droit du travail (sources et structures)
  - Le contrat de travail (les opérations d'embauche, les caractéristiques spécifiques, le déroulement du contrat - durée, rémunération)
  - La rupture du contrat de travail
  - La représentation des salariés dans l'entreprise
- Droit de l'information
  - Créations informatiques et acteurs
  - Montages contractuels et responsabilités
  - Montages contractuels spécifiques
  - Les licences logicielles
  - Création administration de sites web

### Prérequis

Aucun.

### Bibliographie

Code du travail.

# **CMI 4 Semestre 8**

# STA2215

## Machine learning et Big Data

### Modalités pédagogiques

Cours (20h) et TD (22h) en présentiel. ECTS : 5

### Objectifs

- comprendre les enjeux de l'approche statistique de l'apprentissage,
- acquérir les compétences pour analyser de manière efficace des données de grande taille,
- s'initier aux outils spécifiques : Hadoop MapReduce et Spark.

### Contenu

- Première partie :
  - Introduction : généralités sur l'apprentissage statistique.
  - Régression
  - Quelques machines pour la classification :
    - la régression logistique,
    - l'analyse discriminante linéaire,
    - k-plus proche voisin.
  - Évaluation des machines.
  - Arbres de décisions : bagging, boosting, forêts aléatoires.
- Seconde partie :
  1. Linux, 4V of big data, Evaluation method for this course, bottleneck with typical system for big data, parallel computing, limitations and solutions.
  2. Hadoop Mapreduce.
  3. Descente de gradient stochastique
  4. Dplyr, Spark.
  5. Big data and Python, Eléments de cloud computing.
- Outils : R, RStudio, Linux, Spark, Hadoop.

### Prérequis

- Algèbre/Analyse/Statistique,
- Connaissances basiques en apprentissage machine (régression linéaire, classification), • Bonne connaissance de R,
- Connaissances de base en programmation sont un plus.

### Bibliographie

- James G., Witten D., Hastie T., Tibshiran R., An Introduction to Statistical Learning with Applications in R, Springer, 2015.
- Bottou, Léon, Stochastic learning, Advanced lectures on machine learning, Springer Berlin Heidelberg, 2004. 146-168.
- Package parallel documentation
- Dean, Jeffrey, and Sanjay Ghemawat, MapReduce : simplified data processing on large clusters, Communications of the ACM 51.1 (2008) : 107-113.
- White, Tom. Hadoop : The definitive guide. 4th edition, O'Reilly Media, Inc., 2012.

- Package rmr2 documentation.
- Stochastic Gradient Methods for Large-Scale Machine Learning, L. Bottou, F. E. Curtis, and J. Nocedal, ICML 2016 tutorial.
- Stochastic Optimization for Big Data Analytics : Algorithms and Library, Tianbao Yang, Rong Jin and Shenghuo Zhu, SIAM-SDM 2014 Tutorial.
- Learning With Large Datasets, Andrew Ng - Coursera, online : <https://www.coursera.org/learn/machine-learning/lecture/CipHf/learning-with-large-datasets>.
- Package parklyr documentation.
- Karau, Holden, et al. Learning spark : lightning-fast big data analysis, O'Reilly Media, Inc., 2015.
- Spark documentation : <http://spark.apache.org/docs/latest/index.html>
- rstudio/spark documentation : <http://spark.rstudio.com/>
- Apache Spark Tutorial, Future Cloud Summer School, Paco Nathan, 2015.  
[http://cdn.liber118.com/workshop/fcss\\_spark.pdf](http://cdn.liber118.com/workshop/fcss_spark.pdf)

# **INF2245**

## **Calcul haute performance pour le Big Data**

### **Modalités pédagogiques**

Cours (20h) et TD (22h) en présentiel. ECTS : 5

### **Objectifs**

Ce cours aborde la problématique du traitement des masses de données d'un point de vue matériel, algorithmique et programmation.

### **Contenu**

Après une présentation des métriques pertinentes pour les applications Big Data, en terme de quantité de calculs, de mémoire et d'entrées/sortie, plusieurs techniques de parallélisation sont étudiées. Les principaux paradigmes de calcul haute performance sont ensuite comparés à travers leurs mise en œuvre avec les outils de programmation phares du domaine : Hadoop et sa galaxie (HDFS, HBase, Hive, Spark, Pig), Cuda, OpenCL...

Trois supports matériels du parallélisme sont expérimentés en TP : les instructions SSE des micro-processeurs, les cartes graphiques et les clusters de serveurs.

### **Prérequis**

### **Bibliographie**

# INF2204

## Syst. d'information décisionnels et entrepôt de données

### Modalités pédagogiques

Cours (20h) et TD (22h) en présentiel. ECTS : 5

### Objectifs

En informatique décisionnelle, on est amené à traiter de grands ensembles de données, provenant de sources hétérogènes diffuses internes ou externes à l'entreprise. Ces données sont stockées dans des entrepôts, organisées par 'métiers' et décrites suivant des dimensions ou axes d'analyse. Cet enseignement a pour but d'apporter les éléments pour :

- connaître les principaux composants d'un système décisionnel
- savoir concevoir et modéliser un entrepôt de données
- appréhender les différents outils de l'informatique décisionnelle

### Contenu

- Architecture et composants d'un système décisionnel
- Modélisation dimensionnelle des données : faits, dimensions, schémas en étoile et extensions
- Administration des données de l'entrepôt
  - Alimentation de l'entrepôt : outils ETL
  - Qualité des données
  - Métadonnées et référentiel de données
- Organisation et stockage des données dans l'entrepôt
  - Socle, historisation, agrégats, magasins de données (datamarts)
  - Optimisation : gestion des agrégats, parallélisme, fragmentation
  - Structures multidimensionnelles et OLAP

### Prérequis

Connaissance en système d'information et d'un SGBD [INF2105].

### Bibliographie

- Le système d'information décisionnel. Pascal Muckenhirn. Hermès – Lavoisier, 2003
- Building the data warehouse, William H. Inmon, Wiley Editions, 2005
- Le data warehouse, guide de conduite de projet, Ralph Kimball, Laura Reeves, Margy Ross, Warren Thornthwaite, Eyrolles, 2005
- Oracle Data Warehouse Tuning for 10g, Gavin Powell. Elsevier, 2005
- Business Intelligence avec SQL Server 2005, Bertrand Burquie, Dunod, 2007

# STA2124

## Optimisation statistique et Business Intelligence

### Modalités pédagogiques

Cours (20h) et TD (22h) en présentiel. ECTS : 5

### Objectifs

- Acquérir une vision d'ensemble des méthodes d'optimisation différentielle utilisées en Statistique et les mettre en oeuvre sur des exemples concrets à l'aide de R, SAS et Python.
- Avoir un premier aperçu des méthodes d'optimisation combinatoire et de leurs applications en Business Intelligence.

### Contenu

- Introduction générale
- Le problème d'optimisation
- Quelques exemples statistiques
- Principe des algorithmes de minimisation
- Définition de la Business Intelligence
- Modélisation en Business Intelligence
- Optimisation en Business Intelligence

### Prérequis

Statistique inférentielle, Méthode du Maximum de Vraisemblance, Programmation R, Programmation SAS.

### Bibliographie

- Optimization Techniques in Statistics. J. Rustagi, Academic Press 1994.
- Introduction to Optimization Methods and Their Application in Statistics. B. S. Everitt, Chapman and Hall 1987.
- Introduction à l'Analyse Matricielle et à l'Optimisation. P. G. Ciarlet, Dunod 1982.
- Fundamentals of Business Intelligence, W. Grossmann, S. Rinder-Ma. Springer 2015.

# **INF2244**

## **Programmation Web**

### **Modalités pédagogiques**

Cours (20h) et TD (22h) en présentiel. ECTS : 5

### **Objectifs**

Ce cours concerne l'étude et la pratique de la pile Javascript en développement Web Client et Serveur (full stack) : Javascript, node.js, jQuery, Ajax, HTML 5, express, Pug (Jade), Angular ainsi que les bases de données noSQL MongoDB.

### **Contenu**

### **Prérequis**

### **Bibliographie**



# STA2123

## Modèles de durées et Analyse de Survie

### Modalités pédagogiques

Cours (20h) et TD (22h) en présentiel. ECTS : 5

### Objectifs

Le cadre de l'épidémiologie est succinctement abordé d'un point de vue analytique dans des populations exposées à certains types de maladie sur des zones géographiques. La modélisation intervient ensuite plus spécifiquement sur la variable durée de vie. Les modèles permettent à la fois de comparer des comportements avec ou sans facteurs d'exposition et de faire des prédictions en termes de probabilités de survie.

### Contenu

- Eléments d'épidémiologie
- Les concepts de base sur les durées de vie
- Les modèles de base : exponentiel, Weibull, le modèles de valeurs extrêmes, le model Gamma et log-Gamma.
- Modèles de mélange.
- La censure et les modèles statistiques. Types de censure. Censure aléatoire. L'inférence statistique pour les modèles de censure.
- Méthodes non paramétriques
- Comparaisons de groupes de Survie
- Modèles de Survie paramétriques
- Le modèle de Cox
- Adéquation des modèles de Survie
- Généralisation

### Prérequis

Optimisation, Inférence statistique.

### Bibliographie

- Hill C., Com Nougé C., Kramar A., Moreau T. et al., Analyse Statistique des Données de Survie, Médecine-Sciences Flammarion, 1996.
- Klein J. & Moeschberger M., Survival Analysis, Springer, 2003.

# MIS2251

## Projet tutoré

### Modalités pédagogiques

Projet personnel sous la direction d'un enseignant du master. Durée 20 semaines minimum.

### Objectifs

Le projet tuteuré consiste en un travail scientifique personnel à effectuer sous la responsabilité d'un enseignant-tuteur qui a proposé le sujet choisi par l'étudiant. Le sujet et les modalités d'exécution du projet peuvent être variables ; ils sont définis par l'enseignant-tuteur en accord avec l'étudiant et le directeur des études en prenant notamment en compte les souhaits de poursuite d'études de l'étudiant ainsi que son projet professionnel.

### Contenu

Face à un besoin exprimé par l'entreprise, le groupe projet doit, dans un premier temps, proposer une solution et l'organisation à mettre en oeuvre pour la réaliser puis, une fois la proposition validée par l'entreprise, la réaliser. Un soin particulier est apporté pour former les étudiants aux meilleures pratiques du monde de l'entreprise en particulier sur la communication maîtrise d'oeuvre - maîtrise d'ouvrage ainsi que sur le respect des engagements pris. Les projets sont en général l'occasion pour les étudiants de réaliser un projet de sa phase d'analyse à sa réception d'approfondir ou découvrir les méthodes et technologies nécessaires à la réalisation du projet. L'évaluation est faite sur la qualité des livrables et la gestion du projet.

Au début du Semestre 2, les étudiants doivent contacter leur directeur des études ou un enseignant du master afin de choisir leur sujet. Des réunions régulières entre l'étudiant et son tuteur permettent la bonne avancée du projet. A la fin du Semestre 2, les étudiants rendent un rapport scientifique et soutiennent publiquement leur travail.

### Prérequis

Licence de mathématiques et premier semestre du M1.

### Bibliographie

La bibliographie adaptée au projet sera communiquée par le tuteur.

# SUCG402

## Enseignement complémentaire

### Modalités pédagogiques

Matière de l'UE d'Enseignement Complémentaire / Culture Générale. Cours : 6 h, TD : 10 h en présentiel.

### Objectifs

- Connaître les entreprises qui emploient dans les disciplines des étudiants (mathématique, informatique, statistique)
- Cibler un projet professionnel et mettre au point des stratégies de recherche d'emploi : CV, lettre, entretiens, questionnaires
- Aborder l'actualité et des questions pratiques pour les jeunes diplômés en milieu professionnel

### Contenu

- Présentation des méthodes de recrutement, du marché du travail, de la recherche d'emploi, des ressources
- Ateliers de ré écriture de CV et lettres de motivation
- Exposés étudiants sur des thèmes d'actualité en RH (harcèlement, gestion du stress, donner sa démission...)
- Simulation d'entretiens d'embauche

### Prérequis

Aucun.

### Bibliographie

Webographie de sites d'emploi et de conseils donnée en cours.

# **CMI 5 Semestre 9**

# STA2328

## Introduction à l'apprentissage profond (Deep Learning)

### Modalités pédagogiques

Cours (20h) et TD (22h) en présentiel. ECTS : 5

### Objectifs

Assimiler et appliquer les fondamentaux associés aux méthodes d'apprentissage profond, et application à des problèmes de classification sur des bases de données de taille importante. L'accent est mis à la fois sur les aspects théoriques (modèles, optimisation) et pratiques (développement d'architectures de réseaux de neurones en python).

### Contenu

1. Bref historique sur les réseaux de neurones (McCulloch's neurons, Hebb, Hopfield, perceptrons, etc.)
2. Principes fondamentaux de l'apprentissage profond (minimisation du risque empirique, fonctions de coût et d'activation, rétro-propagation, algorithmes du gradient stochastique, etc.)
3. Stratégies pour l'optimisation de modèles (dimensionnement des architectures, validation croisée)
4. Autoencoder
5. Applications en vision par ordinateur : réseaux convolutionnels
6. Applications en traitement du langage naturel
7. Ouvertures sur l'apprentissage non-supervisé, par renforcement

### Prérequis

Bases de l'apprentissage par ordinateur (classification supervisée et non-supervisée), langage de programmation scientifique (R, python).

### Bibliographie

- Cours de Hugo Larochelle : [http://info.usherbrooke.ca/hlarochelle/neural\\_networks/content.html](http://info.usherbrooke.ca/hlarochelle/neural_networks/content.html).
- Cours de Nando de Freitas (Oxford) : <https://www.cs.ox.ac.uk/people/nando.defreitas/machinelearning/>.
- Cours de computer vision (Stanford) : <http://cs231n.stanford.edu/>.
- Cours de traitement du langage naturel (Stanford) : <http://web.stanford.edu/class/cs224n/>.
- Micheal Nielsen : <http://neuralnetworksanddeeplearning.com/>.
- Ian Goodfellow, Yoshua Bengio and Aaron Courville (MIT Press) : <http://www.deeplearningbook.org/STA23230>.

# INF3004

## Science des données et fouille du Web

### Modalités pédagogiques

Cours (20h) et TD (22h) en présentiel. ECTS : 5

### Objectifs

- Appréhender les méthodes et outils informatiques avancés (algorithmes, machine learning, search engine) pour la recherche, le filtrage et la classification d'information dans les "masses d'information" non-structurées multi média (philosophie No SQL)
- Application au web-mining dans le cadre d'une pédagogie orientée projet

### Contenu

- structures de données pour l'indexation et la recherche d'information
- algorithmes de recherche par similarité, moteurs de recherche dans les bases No SQL
- algorithmes de classification supervisés (Naïve Bayes, Random Forest, SVM, Neural Nets) semi supervisés (1 class SVM, Isolation Forest, Gaussian Mixtures) et non supervisés (K-means, Mean Shift, Spectral clustering) appliqués à la fouille de donnée
- approche deep learning pour la fouille de texte
- Rudiments de traitement automatique des langues
- structure du web et analyse des liens (algorithme du PageRank)

### Prérequis

- Mathématiques et informatique de niveau L3, M1 informatique.
- Python3

### Bibliographie

- "Information Retrieval", C.J. Van Rijsbergen (1979), (2nd edition), <http://www.dcs.gla.ac.uk/Keith/Preface.html>
- "A Course in Machine Learning", Hal Daumé III, , <https://github.com/hal3/ciml/>
- "The Anatomy of a Large-Scale Hypertextual Web Search Engine", <http://infolab.stanford.edu/~backrub/google.html>

# CON2302

## Conférences

### Modalités pédagogiques

Une dizaine de conférences en présentiel.

### Objectifs

Le premier objectif est qu'à travers des présentations faites par des conférenciers - anciens élèves, chercheurs spécialistes des applications des statistiques, acteurs du monde de l'entreprise - l'étudiant découvre comment les statistiques enseignées dans les autres cours du Master interviennent dans des applications concrètes. L'autre aspect important est de faire connaître aux étudiants les différents métiers des statistiques, et les poursuites d'études possibles (thèse et notamment dispositif CIFRE, ingénieur en mathématique, chercheur, etc.) ainsi que de l'aider dans sa recherche de stage, puis d'emploi à l'issue du Master.

### Contenu

Une dizaine de conférences de deux heures. Intervenants prévus chaque année.

# STA2329

## Challenge Kaggle & Big Data (Hadoop, Spark)

### Modalités pédagogiques

Cours (20h) et TD (22h) en présentiel. ECTS : 5

### Objectifs

L'objectif de cette UE est d'initier les étudiants aux problématiques liées à l'analyse de grande masse de données (Big data) avec la présentation des bases NoSQL (Cassandra, Neo4j, Redis, MongoDB, HBase), des plateformes BigData (Hadoop, Spark) et du Cloud Computing (Azure, Google, Amazon). La moitié de l'UE est dédiée à une mise en situation concrète d'analyse de données réelles sous la forme d'un challenge de type Kaggle.

### Contenu

1. analyse de données
2. nettoyage des données
3. sélection des features et des modèles
4. les bases NoSQL (Cassandra, Neo4j, Redis, MongoDB, HBase),
5. le BigData (Hadoop, Spark)
6. le Cloud Computing (Azure, Google, Amazon)

### Prérequis

Analyse de données, machine learning, Modèle linéaire généralisé.

### Bibliographie

- Bruce, P., & Bruce, A. (2017). Practical Statistics for Data Scientists : 50 Essential Concepts (pp. 1-562). O'Reilly Media.
- Géron, A. (2019). Hands-on Machine Learning with Scikit-Learn, Keras & TensorFlow (2nd ed., pp. 1-510). O'Reilly.
- Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). Deep Learning (pp. 1-802). The MIT Press.
- Marr, B. (2015). Big Data : Using smart Big Data, Analytics and metrics to make better decisions and Improve Performance. Wiley.
- Marz, N & Warren, J. (2015) Big Data : Principles and best practices of scalable realtime data systems. Manning Publications.
- McKinney, W. (2012). Python for Data Analysis (1st ed., pp. 1-470). O'Reilly Media.



# STA2326

## Modélisation de données complexes

### Modalités pédagogiques

Cours (20h) et TD (22h) en présentiel. ECTS : 5

### Objectifs

L'objectif de cette UE est de faire découvrir aux étudiants les problèmes posés par l'analyse de données «non standard» (modélisation et statistique) et de fournir des éléments de réponse méthodologiques pour certains cas particulier de ce genre de données : données “non rectangulaires”, données manquantes, données structurées (en groupe), données semi-structurées, données “ $p \gg n$ ”, données de préférence, données génomiques, données de réseaux, texte, images, etc.

### Contenu

1. Données standard et données complexes,
2. Prise en compte de la structure des données
3. Analyse de données semi-structurées et non structurées
4. Données incomplètes ou manquantes
5. Étude de réseau
6. Analyse de données génomiques

### Prérequis

Statistique mathématique, processus stochastique, Modèle linéaire généralisé.

### Bibliographie

- Gondro C., Primer to Analysis of Genomic Data Using R, Springer, 2015.
- Hastie T., Tibshirani R. and Wainwright M., Statistical Learning with Sparsity : The Lasso and Generalizations, Chapman & Hall, 2015.
- Kolaczyk E.D., Statistical Analysis of Network Data : Methods and Models, Springer, 2009.
- Little J.A. and Rubin D.B., Statistical Analysis with Missing Data, Wiley, 2002.
- Van Buuren S., Flexible Imputation of Missing Data, Chapman & Hall, 2012.

# STA2321

## Méthodes à noyaux et reconnaissance des formes, SVM

### Modalités pédagogiques

Cours (20h) et TD (22h) en présentiel.

### Objectifs

En statistique la reconnaissance des formes a pour but de détecter et de caractériser les relations entre les données. Les méthodes à noyaux qui sont apparues sous la forme de «machine à vecteur support» (SVM) pour les problèmes de classification, se sont rapidement étendues à d'autres problèmes de la statistique. Il s'agit d'un progrès important dans l'étude des problèmes liés à tous les types de traitement de données, en particulier à des données hautement multivariées, géoréférencées et souvent longitudinales. L'objectif de ce cours est de proposer des outils de modélisation pour ces données qui permettront de réaliser des simulations et/ou des prévisions.

### Contenu

- Rappel en optimisation convexe sous contraintes. Machine à vecteur support pour la classification : données séparables et non séparables
- L'astuce du noyaux. Machine à vecteur support dans l'espace des traits
- Machine à vecteur support pour la régression
- Analyse des formes par décompositions propres. Décomposition en valeurs singulières (SVD). Méthode à noyaux pour la régression linéaire et la régression PLS. Analyse discriminante de Fisher, ACP avec la méthode à noyaux
- Quelques problèmes de données spatiales
- Données référencées ponctuellement. Données référencées par des régions
- Modèles hiérarchiques pour les données spatiales univariées. Données spatiales multivariées
- Modèles spatiaux pour la survie

### Prérequis

Modèles linéaires généralisé, Analyse discriminante, Survie.

### Bibliographie

- J. Shawe Taylor & N. Cristianini, (2004), Kernel methods for pattern analysis, Cambridge University Press.
- R. Duda, P. Hart & D. Stork, (2001), Pattern classification, Wiley. S. Banerjee, A. Gelfand, B.P. Carlin, Hierarchical Modeling and Analysis for Spatial Data (Chapman & Hall/CRC Monographs on Statistics & Applied Probability).
- L. Rabiner. A tutorial on hidden markov model and selected applications in speech. Proceedings of the IEEE, 77(2) :257– 285, 1989.

# **COM2326**

## **Enseignement complémentaire**

### **Modalités pédagogiques**

Matière de l'UE d'Enseignement Complémentaire / Culture Générale. Cours : 6 h, TD : 10 h en présentiel.

### **Objectifs**

Anglais

### **Contenu**

Anglais

### **Prérequis**

### **Bibliographie**

# **CMI 5 Semestre 10**

# **STA2324/INF2402**

## **Stage M2**

### **Modalités pédagogiques**

Stage de 20 semaines à 6 mois, en entreprise ou en laboratoire de recherche.

### **Objectifs**

Le stage en entreprise est l'occasion de se confronter à la vie professionnelle et de mettre en pratiques les connaissances et savoir-faire théoriques acquis. Le stage en laboratoire est l'opportunité d'approfondir un sujet actuel de recherche.

### **Contenu**

Le stage se déroule entre mi-janvier et le mois de juin et doit avoir une durée effective minimum de 20 semaines. Chaque stage est suivi par un tuteur enseignant qui effectue si possible une visite en cours de stage. Il est évalué sur plusieurs livrables, une proposition de projet, due un mois après le début du stage, un pré-rapport à mi-stage et un rapport final, et une soutenance orale publique. La recherche des stages est sous la responsabilité des étudiants ; une commission du Master évalue l'intérêt pédagogique des stages proposés avant leur affectation définitive.