

**Mention et/ou parcours dont relève cette UE :** S&T\_Master Mathématiques et applications

**Code Apogee de l'UE :** 7WU63M01

**Nom complet de l'UE :** Analyse

Composante de rattachement : FB0 - UFR MATHÉMATIQUES INFORMATIQUE  
MECANIQUE

Nom du responsable de l'UE et adresse électronique : Hervé Oyono-Oyono herve.oyono-oyono@univ-lorraine.fr

Semestre : 7

Volume horaire enseigné : 80h,      Nombre de crédits ECTS : 8

Volume horaire travail personnel de l'étudiant : 80h

Langue d'enseignement de l'UE : Français

Enseignements composant l'UE	CNU	CM	TD	EqTD
Analyse	2500	30	50	95

## Descriptif

Chapitre I. Espaces de Banach

1. Rappels de topologie métrique, théorème du point fixe, théorème des fermés emboîtés, théorème de Baire, notions de topologie générale.

2. Espaces vectoriels normés : normes sur un espace vectoriel, parties totales, séparabilité, parties compactes, fonctions continues sur un compact, espaces localement compacts, homéomorphismes, propriétés topologiques des espaces complets

3. Applications linéaires continues : norme d'un opérateur, sous-espaces vectoriels des espaces vectoriels normés, théorèmes de l'isomorphisme et du graphe fermé, supplémentaires topologiques, projecteurs, topologie de l'ensemble des isomorphismes entre espaces de Banach, spectre d'un opérateur, théorème de Banach-Steinhaus

Chapitre II. Espaces de Hilbert

Espaces préhilbertiens, espaces préhilbertiens séparés, espaces de Hilbert, topologies forte et faible sur un espace de Hilbert, familles orthonormales et bases hilbertiennes, formes sesquilinéaires continues, adjoint d'un opérateur, opérateurs normaux, opérateurs compacts.

Chapitre III. Convolution et transformation de Fourier

Convolution, transformation de Fourier, formules d'inversion, transformation de Fourier dans  $L^2(\mathbb{R})$

Chapitre IV. Introduction aux distributions sur  $\mathbb{R}$

Classe de Schwarz, distributions tempérées

## Pré-requis

Licence de mathématiques ou niveau équivalent

## Acquis d'apprentissage

L'étudiant devra maîtriser et savoir utiliser les notions d'analyse de base

### **Compétences visées**

Comprendre les concepts de base qui seront approfondis et utilisés dans les UE d'Analyse fonctionnelle et de Calcul scientifique

**Mention et/ou parcours dont relève cette UE :** S&T\_Master Mathématiques et applications

**Code Apogee de l'UE :** 7WU63M02

**Nom complet de l'UE :** Statistique et probabilités

Composante de rattachement : FB0 - UFR MATHÉMATIQUES INFORMATIQUE  
MECANIQUE

Nom du responsable de l'UE et adresse électronique : Hervé Oyono-Oyono herve.oyono-oyono@univ-lorraine.fr

Semestre : 7

Volume horaire enseigné : 80h,      Nombre de crédits ECTS : 8

Volume horaire travail personnel de l'étudiant : 80h

Langue d'enseignement de l'UE : Français

Enseignements composant l'UE	CNU	CM	TD	EqTD
Statistique et probabilités	2600	30	50	95

## Descriptif

- Estimation : propriétés d'un estimateur, méthode des moments et du maximum de vraisemblance.
- TCL dans  $\mathbb{R}^d$ , vecteurs gaussiens. Lois du khi-deux, de Student et de Fisher.
- Tests usuels du modèle gaussien ou asymptotiques : test sur les moyennes, test du khi-deux.
- Modèle linéaire gaussien.
- Etude des chaînes de Markov à espace d'états finis : classification des états, théorème de convergence en loi des chaînes de Markov irréductibles apériodiques. (Pas de propriété de Markov forte ni de loi des grands nombres des chaînes de Markov.)
- Espérance conditionnelle, loi conditionnelle, simulation par rejet, simulation de vecteurs aléatoires, méthode de l'échantillonneur de Gibbs.
- Lois conditionnelles : le cas des lois gaussiennes.

## Pré-requis

Licence de mathématiques ou niveau équivalent

## Acquis d'apprentissage

Outils de base en probabilités et statistiques pour la modélisation des phénomènes aléatoires.

## Compétences visées

Culture en probabilités et statistiques pour la recherche et l'enseignement  
Modélisation des phénomènes aléatoires  
Modélisation statistique

**Mention et/ou parcours dont relève cette UE :** S&T\_Master Mathématiques et applications

**Code Apogee de l'UE :** 7WU63M03

**Nom complet de l'UE :** Algèbre et théorie des représentations

Composante de rattachement : FB0 - UFR MATHÉMATIQUES INFORMATIQUE  
MECANIQUE

Nom du responsable de l'UE et adresse électronique : Hervé Oyono-Oyono herve.oyono-oyono@univ-lorraine.fr

Semestre : 7

Volume horaire enseigné : 60h,      Nombre de crédits ECTS : 7

Volume horaire travail personnel de l'étudiant : 60h

Langue d'enseignement de l'UE : Français

Enseignements composant l'UE	CNU	CM	TD	EqTD
Algèbre et théorie des représentations	2500	30	30	75

## Descriptif

- a) Groupes finis : actions de groupes, groupes symétriques, alternés et diédraux, groupes finis simples
- b) Théorèmes de Sylow : divers énoncés, produits semi-directs, classification des groupes finis de petit ordre.
- c) Représentations des groupes finis : complète réductibilité, représentations induites (TD), produit tensoriel, alterné et symétrique, lemme de Schur, relations d'orthogonalité des coefficients matriciels, caractères, transformation de Fourier non commutative, fonctions centrales, tables des caractères.

Références possibles :

- Jean-Pierre Serre, Théorie des représentations et groupes finis (premier chapitre)
- Daniel Perrin, Algèbre

## Pré-requis

Licence de mathématiques ou niveau équivalent

## Acquis d'apprentissage

Maîtriser les principaux concepts en algèbre et théorie des représentations

## Compétences visées

Culture en algèbre et théorie des représentations pour la recherche et l'enseignement

**Mention et/ou parcours dont relève cette UE :** S&T\_Master Mathématiques et applications

**Code Apogee de l'UE :** 7WU63M04

**Nom complet de l'UE :** Géométrie et topologie

Composante de rattachement : FB0 - UFR MATHÉMATIQUES INFORMATIQUE  
MECANIQUE

Nom du responsable de l'UE et adresse électronique : Hervé Oyono-Oyono herve.oyono-oyono@univ-lorraine.fr

Semestre : 7

Volume horaire enseigné : 60h,      Nombre de crédits ECTS : 7

Volume horaire travail personnel de l'étudiant : 60h

Langue d'enseignement de l'UE : Français

Enseignements composant l'UE	CNU	CM	TD	EqTD
Géométrie et topologie	2500	30	30	75

## Descriptif

### 1. Géométrie projective (30h)

Définition de l'espace projectif, homographies, birapport, théorème fondamental de la géométrie projective (caractérisation des transformations d'un espace projectif préservant l'alignement), topologie quotient, structure de variété différentielle et notion générale de variété différentielle (ex. : sphère et  $SO_3$ )

### 2. Géométrie hyperbolique (10h)

Demi-plan de Poincaré, vérification des axiomes, isomorphisme avec le disque, caractérisation des automorphismes conformes préservant l'alignement ( $SL_2(\mathbb{R})$ )

### 3. Topologie (20h)

Groupe fondamental, homotopie, formes différentielles dans  $\mathbb{R}^2$

## Pré-requis

Licence mathématiques ou niveau équivalent

## Acquis d'apprentissage

Maîtrise des concepts de base de géométrie projective et hyperbolique, introduction à la topologie algébrique

## Compétences visées

Culture en géométrie et topologie pour la recherche et l'enseignement

**Mention et/ou parcours dont relève cette UE :** S&T\_Master Mathématiques et applications

**Code Apogee de l'UE :** 7WU63M05

**Nom complet de l'UE :** Optimisation

Composante de rattachement : FB0 - UFR MATHÉMATIQUES INFORMATIQUE  
MECANIQUE

Nom du responsable de l'UE et adresse électronique : Hervé Oyono-Oyono herve.oyono-oyono@univ-lorraine.fr

Semestre : 7

Volume horaire enseigné : 60h,      Nombre de crédits ECTS : 7

Volume horaire travail personnel de l'étudiant : 60h

Langue d'enseignement de l'UE : Français

Enseignements composant l'UE	CNU	CM	TD	TP	EqTD
Optimisation	2600	28	20	12	74

## Descriptif

Ce module se consacrera aux méthodes de programmation linéaire/non-linéaire.

L'organisation suivante sera adoptée :

1. Introduction aux problèmes d'optimisation,
2. Programmation linéaire – aspects théoriques, méthodes du simplexe, dualité en programmation linéaire,
3. Programmation non-linéaire sans contraintes – aspects théoriques, méthodes de gradient, méthodes de quasi-Newton,
4. Programmation non-linéaire avec contraintes – aspects théoriques, relations de Kuhn et Tucker, introduction à la dualité, méthode d'Uzawa.

Divers exemples, y compris ceux du domaine de l'apprentissage statistique, seront traités en Travaux Pratiques.

## Pré-requis

Algèbre linéaire et calcul différentiel (niveau Licence de mathématiques ou équivalent)

## Acquis d'apprentissage

Outils mathématiques et algorithmes pour la résolution de problèmes d'optimisation

## Compétences visées

Maîtrise de méthodes mathématiques pour l'optimisation

**Mention et/ou parcours dont relève cette UE :** S&T\_Master Mathématiques et applications

**Code Apogee de l'UE :** 7WU63M06

**Nom complet de l'UE :** Algorithmique et algèbre linéaire appliquée

Composante de rattachement : FB0 - UFR MATHÉMATIQUES INFORMATIQUE  
MECANIQUE

Nom du responsable de l'UE et adresse électronique : Hervé Oyono-Oyono herve.oyono-oyono@univ-lorraine.fr

Semestre : 7

Volume horaire enseigné : 60h,      Nombre de crédits ECTS : 7

Volume horaire travail personnel de l'étudiant : 60h

Langue d'enseignement de l'UE : Français

Enseignements composant l'UE	CNU	CM	TD	TP	EqTD
Algorithmique et programmation	2700	12	12	12	42
Algèbre linéaire appliquée	2600	8	8	8	28

## Descriptif

Algorithmique :

Algorithmique et Programmation

Structures de données, algorithmes de base

Algorithmes sur les graphes

Algorithmes gloutons (sac à dos, plus courts chemins, arbre couvrant minimum)

Algèbre linéaire appliquée :

Calcul matriciel rapide: produit matrice vecteur. Applications a des algorithmes classiques en calcul scientifique.

Approximation matricielle de type SVD, application à l'ACP, moindres carrés, inverse de Moore-Penrose.

Calcul spectral numérique : valeurs propres, vecteurs propres. Implémentation sur des problèmes de grande taille. Approximation spectrale de matrice de faible rang (méthode de Nystrom)

Equations matricielles. Approximation matricielle de type Kronecker

## Pré-requis

Licence de mathématiques ou niveau équivalent

## Acquis d'apprentissage

Outils d'algorithmique et d'algèbre linéaire

## **Compétences visées**

- Choisir quel type d'algorithme est pertinent dans une situation concrète
- Implémenter un algorithme classique
- Implémenter des algorithmes matriciels pour l'analyse des données

**Mention et/ou parcours dont relève cette UE :** S&T\_Master Mathématiques et applications

**Code Apogee de l'UE :** 8WU63M01

**Nom complet de l'UE :** Travaux encadrés de recherche

Composante de rattachement : FB0 - UFR MATHÉMATIQUES INFORMATIQUE  
MECANIQUE

Nom du responsable de l'UE et adresse électronique : Hervé Oyono-Oyono herve.oyono-oyono@univ-lorraine.fr

Semestre : 8

Volume horaire enseigné : 60h,      Nombre de crédits ECTS : 3

Volume horaire travail personnel de l'étudiant : 40h

Langue d'enseignement de l'UE : Français

Enseignements composant l'UE	CNU	PRJ	EqTD
Travaux encadrés de recherche	2500	60	

## Descriptif

Encadré par un enseignant-chercheur, l'étudiant étudie en profondeur un texte mathématique et en détaille tous les points. Il pourra s'agir d'un extrait de livre, voire d'un article de recherche accessible à ce niveau. Un travail de modélisation avec outils informatiques pourra éventuellement être demandé.

Ce travail fera l'objet d'un mémoire écrit et d'une soutenance devant un jury.

## Pré-requis

Licence et premier semestre de M1 mathématiques ou niveau équivalent

## Acquis d'apprentissage

Mener à bien un projet sur une durée d'un semestre

Approfondissement sur un sujet donné

Mobiliser les connaissances acquises dans les autres enseignements

## Compétences visées

Initiation à la recherche

Rédiger un rapport de synthèse

Communiquer sur un travail effectué

**Mention et/ou parcours dont relève cette UE :** S&T\_Master Mathématiques et applications

**Code Apogee de l'UE :** 8WU63M02

**Nom complet de l'UE :** Anglais

Composante de rattachement : FB0 - UFR MATHEMATIQUES INFORMATIQUE  
MECANIQUE

Nom du responsable de l'UE et adresse électronique : Jean-Pierre Croisille jean-  
pierre.croisille@univ-lorraine.fr

Semestre : 8

Volume horaire enseigné : 30h,      Nombre de crédits ECTS : 3

Volume horaire travail personnel de l'étudiant : 30h

Langue d'enseignement de l'UE : Français

Enseignements composant l'UE	CNU	TPL	EqTD
Anglais	1100	30	30

## Descriptif

Anglais littéraire et scientifique. Communication écrite et orale. Compétences du CLES 2 (ou d'une certification équivalente) ou du TOEIC qui pourront être présentés dans l'année.

## Pré-requis

Anglais de licence

## Acquis d'apprentissage

Communication écrite  
Communication orale  
Anglais scientifique

## Compétences visées

Communiquer en anglais dans un cadre professionnel

**Mention et/ou parcours dont relève cette UE :** S&T\_Master Mathématiques et applications

**Code Apogee de l'UE :** 8WU63M03

**Nom complet de l'UE :** Probabilités

Composante de rattachement : FB0 - UFR MATHÉMATIQUES INFORMATIQUE  
MECANIQUE

Nom du responsable de l'UE et adresse électronique : Hervé Oyono-Oyono herve.oyono-oyono@univ-lorraine.fr

Semestre : 8

Volume horaire enseigné : 60h,      Nombre de crédits ECTS : 6

Volume horaire travail personnel de l'étudiant : 60h

Langue d'enseignement de l'UE : Français

Enseignements composant l'UE	CNU	CM	TD	EqTD
Probabilités	2600	30	30	75

## Descriptif

- Equi-intégrabilité.
- Sommes de variables aléatoires indépendantes. Inégalités. Théorème des trois séries.
- Théorie classique des martingales à temps discret : sous et sur-martingales, théorème d'arrêt et théorème de Hunt, théorèmes de convergence (en particulier : théorème de Doob pour les martingales bornées dans  $L^1$ ).
- Notion de loi d'un processus à temps discret. Théorème de prolongement de Kolmogorov (admis).
- Théorie des chaînes de Markov à espace d'états dénombrable. Propriété de Markov forte. Etude asymptotique : lois invariantes, réversibles, états transients, récurrents, récurrents positifs. Théorème de convergence en loi, théorème de convergence des moyennes ergodiques.
- Simulation de processus aléatoires (TP).

## Pré-requis

Licence et premier semestre de M1 mathématiques ou niveau équivalent

## Acquis d'apprentissage

Outils de base en probabilités et statistiques pour la modélisation des phénomènes aléatoires.

## Compétences visées

Culture en probabilités pour la recherche et l'enseignement  
Modélisation des phénomènes aléatoires

**Mention et/ou parcours dont relève cette UE :** S&T\_Master Mathématiques et applications

**Code Apogee de l'UE :** 8WU63M04

**Nom complet de l'UE :** Calcul différentiel

Composante de rattachement : FB0 - UFR MATHÉMATIQUES INFORMATIQUE  
MECANIQUE

Nom du responsable de l'UE et adresse électronique : Hervé Oyono-Oyono herve.oyono-oyono@univ-lorraine.fr

Semestre : 8

Volume horaire enseigné : 40h,      Nombre de crédits ECTS : 4

Volume horaire travail personnel de l'étudiant : 40h

Langue d'enseignement de l'UE : Français

Enseignements composant l'UE	CNU	CM	TD	EqTD
Calcul différentiel	2500	20	20	50

## Descriptif

Equations différentielles ordinaires (rappels et compléments) :

- Théorème de Cauchy-Lipschitz : preuve dans le cas linéaire, indications ou devoir pour le cas général.
- Solutions maximales
- Comportement au bord de l'intervalle maximal
- Etudes qualitatives 1: utilisation d'une intégrale première ( $y'' = \pm y^3$ , pendule, etc.)
- Etudes qualitatives 2 : stabilité pour  $y'=f(y)$  (avec  $f(0)=0$ )
- Intégration simultanée de champs de vecteurs et flots

Systèmes d'équations différentielles ordinaires

Sous-variétés de  $\mathbb{R}^n$

Domaines de  $\mathbb{R}^n$  à bord  $C^1$  par morceaux

Formule de Stokes

## Pré-requis

Licence de mathématiques ou niveau équivalent, en particulier le calcul différentiel

## Acquis d'apprentissage

Analyse des équations différentielles ordinaires

Outils du calcul différentiel

## Compétences visées

Concepts et outils de calcul différentiel pour la recherche, l'enseignement et la modélisation

**Mention et/ou parcours dont relève cette UE :** S&T\_Master Mathématiques et applications

**Code Apogee de l'UE :** 8WU63M05

**Nom complet de l'UE :** Analyse fonctionnelle

Composante de rattachement : FB0 - UFR MATHÉMATIQUES INFORMATIQUE  
MECANIQUE

Nom du responsable de l'UE et adresse électronique : Hervé Oyono-Oyono herve.oyono-oyono@univ-lorraine.fr

Semestre : 8

Volume horaire enseigné : 70h,      Nombre de crédits ECTS : 7

Volume horaire travail personnel de l'étudiant : 72h

Langue d'enseignement de l'UE : Français

Enseignements composant l'UE	CNU	CM	TD	EqTD
Analyse fonctionnelle	2500	35	35	87,5

## Descriptif

1. Espaces de fonctions continues : structure et théorèmes de convergence (rappels), ensembles relativement compacts (théorèmes d'Ascoli, de Montel (TD)), densité (produit de convolution, théorème de Stone-Weierstrass),
2. Espaces d'applications linéaires continues (rappels et compléments) : théorèmes de Hahn-Banach, de Baire et conséquences, de Banach-Steinhaus, théorie spectrale des opérateurs compacts (homomorphismes de Hilbert-Schmidt, théorie spectrale des opérateurs normaux compacts, alternative de Fredholm)
3. D'autres topologies sur les espaces vectoriels normés : semi-normes et topologie associée, topologie faible, topologie faible étoile
4. Distributions tempérées : structure via les semi-normes, multiplication par des fonctions, différentiation, support, densité des fonctions, convolution, applications aux équations aux dérivées partielles : noyaux, analyse de Fourier dans  $S$  et  $S'$

## Pré-requis

Licence de mathématiques et cours d'Analyse du premier semestre, ou niveau équivalent

## Acquis d'apprentissage

Principales notions d'analyse fonctionnelle  
Compréhension et utilisation des distributions

## Compétences visées

Culture en analyse fonctionnelle pour la recherche et l'enseignement

**Mention et/ou parcours dont relève cette UE :** S&T\_Master Mathématiques et applications

**Code Apogee de l'UE :** 8WU63M06

**Nom complet de l'UE :** Algèbre commutative et arithmétique

Composante de rattachement : FB0 - UFR MATHÉMATIQUES INFORMATIQUE  
MECANIQUE

Nom du responsable de l'UE et adresse électronique : Hervé Oyono-Oyono herve.oyono-oyono@univ-lorraine.fr

Semestre : 8

Volume horaire enseigné : 70h,      Nombre de crédits ECTS : 7

Volume horaire travail personnel de l'étudiant : 72h

Langue d'enseignement de l'UE : Français

Enseignements composant l'UE	CNU	CM	TD	EqTD
Algèbre commutative et arithmétique	2500	35	35	87,5

## Descriptif

Algèbre commutative

I) Extensions de corps

II) Généralités sur les modules

A) Objets, morphismes, sous-objets et quotients avec prop. universelle.

B) Additivité des morphismes, produits et sommes directes, Noyau et conoyau, image et coimage, prop universelles idem. Premier théorème d'isomorphisme :  $\text{Colm} \simeq \text{Im}$

C) Suites exactes, suites exactes scindées, Ss-modules en somme directe et projecteurs.

Supplémentaires, diagrammes commutatifs, lemme des cinq

D) Opérations sur les ss-modules : ss-module engendré, sommes de ss-modules, deuxième théorème d'isomorphisme.

--- à partir d'ici les anneaux sont supposés commutatifs ---

III) Compléments

A) Modules de morphismes et dualité

B) Torsion sur un anneau intègre (si le temps le permet)

C) Changement de l'anneau de base

IV) Modules particuliers

A) Familles libres et génératrices

B) Modules libres et rang (en admettant la théorie générale de la dimension des espaces vectoriels) (notions)

C) Modules de type fini, (notions, théorème de Cayley-Hamilton)

D) Modules noethériens (artiniens en TD)

V) Modules de type fini sur les anneaux principaux

A) Théorème des diviseurs élémentaires : énoncé général pour un anneau principal et démonstration algorithmique dans le cas particulier d'un anneau euclidien

C) Décomposition primaire et unicité dans le théorème de structure (si le temps le permet)

D) Application à la réduction des endomorphismes (si le temps le permet)

## Arithmétique

Anneaux commutatifs, corps des rationnels de Gauss  $\mathbb{Q}[i]$ , anneaux des entiers d'un corps de nombres, anneaux de Dedekind, groupe de classes d'idéaux, géométrie des nombres (théorème de Minkowski), bases d'entiers et calculs de factorisation, théorème des unités de Dirichlet (si le temps le permet), factorisation des idéaux

Références possibles :

Sur la partie Algèbre commutative :

- Atiyah-McDonald

Sur la partie Arithmétique :

- Pierre Samuel, Théorie algébrique des nombres

- Jean-Pierre Serre, Cours d'arithmétique

- Paulo Ribenboim, Classical theory of algebraic numbers

- Jürgen Neukirch, Algebraic Number Theory

## Pré-requis

Licence et premier semestre du master de mathématiques, ou niveau équivalent

## Acquis d'apprentissage

Maîtriser les principaux concepts en algèbre commutative et en arithmétique

## Compétences visées

Culture en algèbre commutative et en arithmétique pour l'enseignement et la recherche

**Mention et/ou parcours dont relève cette UE :** S&T\_Master Mathématiques et applications

**Code Apogee de l'UE :** 8WU63M07

**Nom complet de l'UE :** Géométrie différentielle

Composante de rattachement : FB0 - UFR MATHEMATIQUES INFORMATIQUE  
MECANIQUE

Nom du responsable de l'UE et adresse électronique : Hervé Oyono-Oyono herve.oyono-oyono@univ-lorraine.fr

Semestre : 8

Volume horaire enseigné : 70h,      Nombre de crédits ECTS : 7

Volume horaire travail personnel de l'étudiant : 72h

Langue d'enseignement de l'UE : Français

Enseignements composant l'UE	CNU	CM	TD	EqTD
Géométrie différentielle	2500	35	35	87,5

## Descriptif

1. Courbes et surfaces dans  $\mathbb{R}^3$  : courbure et torsion des courbes gauches ; surfaces régulières ; les deux formes fondamentales et le théorème de Gauss.

2. Notions fondamentales de géométrie différentielle abstraite : sous-variétés de  $\mathbb{R}$  et variétés abstraites ; espaces tangents, différentielles d'une application ; sous-variétés, sous-variétés plongées ; champs de vecteur, intégration, crochet ; formes différentielles ; distributions, théorème de Frobenius

3. Compléments (groupes de Lie, structures riemanniennes, fibrés, etc.)

## Pré-requis

Analyse, algèbre linéaire et calcul différentiel de licence

## Acquis d'apprentissage

Maîtrise des notions de base de la géométrie différentielle

## Compétences visées

Culture en géométrie différentielle pour la recherche et l'enseignement

**Mention et/ou parcours dont relève cette UE :** S&T\_Master Mathématiques et applications

**Code Apogee de l'UE :** 8WU63M08

**Nom complet de l'UE :** Calcul scientifique

Composante de rattachement : FB0 - UFR MATHÉMATIQUES INFORMATIQUE  
MECANIQUE

Nom du responsable de l'UE et adresse électronique : Hervé Oyono-Oyono herve.oyono-oyono@univ-lorraine.fr

Semestre : 8

Volume horaire enseigné : 70h,      Nombre de crédits ECTS : 7

Volume horaire travail personnel de l'étudiant : 72h

Langue d'enseignement de l'UE : Français

Enseignements composant l'UE	CNU	CM	TD	TP	EqTD
Calcul scientifique	2600	35	25	10	87,5

## Descriptif

Cette unité se consacrera essentiellement à l'introduction de la méthode des Eléments Finis, tout en abordant par ailleurs la résolution de grands systèmes linéaires par des méthodes itératives. La présentation de la méthode des Eléments Finis s'effectuera dans le contexte de l'approximation numérique conforme de problèmes aux limites elliptiques, linéaires. Les points suivants articuleront le déroulement de l'unité en particulier : Espaces de Sobolev, Formulations Variationnelles, Existence et Unicité de solution variationnelle, Eléments Finis de Lagrange d'ordre  $k$  en 2D (éléments géométriques triangulaires et rectangulaires), Triangulation de domaines polygonaux, Formulations Variationnelles Discrètes, Etude de l'erreur d'approximation, Mise sous forme matricielle, Stockage de matrice, Théorème de Projection, Sous-espaces de Krylov, Méthode d'Arnoldi, Méthode de Lanczos, Méthode du Gradient Conjugué.

## Pré-requis

Algèbre linéaire (niveau de Licence de mathématiques) et analyse (premier semestre du M1)

## Acquis d'apprentissage

Méthodologie de résolution numérique de problèmes aux limites elliptiques basée sur l'approximation conforme par Eléments Finis et Algorithmes pour la résolution de grands systèmes linéaires

## Compétences visées

Mise en oeuvre d'approximations conformes par éléments finis

**Mention et/ou parcours dont relève cette UE :** S&T\_Master Mathématiques et applications

**Code Apogee de l'UE :** 8WU63M09

**Nom complet de l'UE :** Statistique et séries chronologiques

Composante de rattachement : FB0 - UFR MATHÉMATIQUES INFORMATIQUE  
MECANIQUE

Nom du responsable de l'UE et adresse électronique : Hervé Oyono-Oyono herve.oyono-oyono@univ-lorraine.fr

Semestre : 8

Volume horaire enseigné : 70h,      Nombre de crédits ECTS : 7

Volume horaire travail personnel de l'étudiant : 72h

Langue d'enseignement de l'UE : Français

Enseignements composant l'UE	CNU	CM	TD	TP	EqTD
Statistique inférentielle, modélisation	2600	9	8	8	29,5
Analyse des données	2600	9	7	6	26,5
Simulation, inférence MCMC	2600	9	6	8	27,5

## Descriptif

Régression linéaire Multiple : rappels théoriques, pratique, validation, choix de modèles.

Modèles mixtes. Tests non-paramétriques usuels. Puissance et effectifs nécessaires.

Implémentation avec R et/ou SAS

Méthodes d'analyse factorielle : analyse en composantes principales, analyses de tableaux multiples,

analyses des correspondances simples et multiples, cas des données mixtes, cas des données manquantes. Implémentation avec R et/ou SAS

Simulation des variables aléatoires

Intégration Monte Carlo. Contrôle de la variance par des méthodes Monte Carlo.

Simulation de chaînes de Markov. Algorithme de simulation (Metropolis-Hastings, Gibbs).

Optimisation Monte Carlo.

Inférence bayésienne.

## Pré-requis

Probabilités, statistique et algèbre linéaire de licence et du 1er semestre du master

## Acquis d'apprentissage

Comprendre le principe de la modélisation statistique, des tests sur les coefficients et la validation de modèles. Connaître le principe du choix de modèles. Connaître les principaux tests non paramétriques.

Connaître les principales techniques de type MCMC. Appliquer ces techniques dans des situations réelles.

## **Compétences visées**

Savoir analyser un problème d'inférence statistique ; choisir et mettre en œuvre la méthode adaptée, et interpréter les résultats.

Savoir utiliser les méthodes de type MCMC ; choisir un algorithme de simulation et faire de l'inférence statistique en fonction du contexte proposé par les données.