

Enseignements de niveau Licence du département de mathématiques de l'UVSQ

Version : 24 août 2026

- Les UE évoquées dans ce document sont principalement celles suivies par les étudiant·es de licence de Mathématiques, licence MIASHS (parcours MASS), et licence double-diplôme Maths-Physique. Mais figurent également des UE concernant d'autres licences ou portails (LSMA100A, LSMA420, ...)
- Les mathématiques forment une discipline qui se construit particulièrement par "couches successives" : ainsi, une bonne maîtrise des enseignements de la L1 (respectivement de la L2) conditionne le bon déroulement de la L2 (resp. de la L3). Cette brochure peut donc être utilisée en interne par les étudiant·e·s qui souhaitent faire le point sur leurs apprentissages et leurs faiblesses tout au long de leur Licence. Mais son principal usage est en externe, pour connaître la progression et le contenu de l'enseignement de mathématiques à l'UFR des Sciences de l'UVSQ, quand on est lycéen·e ou étudiant·e du supérieur extérieur·e à l'UVSQ.



1 Licence 1ère année

L'ensemble des enseignements de L1 est en contrôle continu intégral avec un système de seconde chance spécifique à chaque UE.

1.1 LSMA100 — Analyse 1

ECTS : 6

Portails : MI, MPC, et L1 MIASHS

Semestre : 1

Volume horaire : 18 heures de cours magistral et 36 heures de TD

Evaluation : contrôle continu intégral (pas d'examen terminal), avec au moins 3 contrôles écrits au cours du semestre.

Prérequis : avoir suivi la spécialité *mathématiques* en première et en terminale. L'option *mathématiques expertes* est bienvenue mais non nécessaire.

Descriptif : bases de l'analyse mathématique, où des éléments de programme du lycée seront abordés plus en profondeur et côtoieront aussi de nouvelles notions.

Programme :

- ▷ *suites et récurrence* : calcul de sommes, démonstrations par récurrence, étude de suites arithmétiques, géométriques et autres, suites récurrentes
- ▷ *étude de fonctions* : étude des variations, calcul et démonstration des limites, étude des asymptotes obliques, fonctions composées, trigonométrie et fonctions trigonométriques
- ▷ *développements limités* : formules de Taylor, développements limités usuels, opérations sur les développements limités, applications
- ▷ *intégration et primitives* : primitives usuelles, intégration par parties, changement de variable
- ▷ *équations différentielles linéaires* : équations du premier ordre avec et sans second membre, équations du 2ème ordre à coefficients constants

1.2 LSMA100A — Analyse 1

ECTS : 6

Portails : CB seulement

Semestre : 1

Volume horaire : 18 heures de cours magistral et 36 heures de TD

Evaluation : contrôle continu intégral (pas d'examen terminal), avec au moins 3 contrôles écrits au cours du semestre.

Prérequis : avoir suivi la spécialité mathématiques en première et en terminale ou sinon les mathématiques complémentaires.

Descriptif : bases d'analyse mathématique et d'algèbre linéaire élémentaire, **tous les chapitres comportent des applications en TD à la biologie (et à la chimie).**

Programme :

- ▷ **Étude de fonctions** (3 semaines) :
 - Formules de trigonométrie, équations et inéquations trigonométriques.
 - Connaître les propriétés algébriques des fonctions $\exp$, $\log$, $x \mapsto 10x$, leur dérivée, leur tableau de variation avec les limites aux bornes, leur courbe représentative.
 - Calcul de limites (les définitions sont hors-programme), limites de croissances comparées
 - Calcul de dérivées composées
 - Étude générale et tracé d'une fonction (autour des fonctions $x \mapsto x^n$, $\log$, $\exp$, $x \mapsto 10^x$, pas de fonctions trigonométriques)
- ▷ **Les suites** (3 semaines) :
 - Étude approfondie d'une *suite arithmético-géométrique* (savoir démontrer son expression, éventuellement révision rapide sur les suites arithmétiques et géométriques)
 - *Limites usuelles de suites* et propriétés des limites de suites (suites majorées, minorées, suites extraites, limites monotones), savoir démontrer qu'une suite n'a pas de limite.
 - Comprendre le principe du "*raisonnement par récurrence*" et savoir l'appliquer dans des cas divers
- ▷ **Primitives et équations différentielles** (3 semaines) :
 - *Primitives de fonctions* : savoir reconnaître une primitive d'une fonction de la forme $xu'(x).f(u(x))$, IPP (intégration par parties)
 - *Équations différentielles linéaires d'ordre 1*, sans, puis avec second membre (la variation de la constante est hors-programme) et avec conditions initiales
 - Être capable de faire un changement de fonctions pour se ramener à une EDO linéaire (exemple : $y' = ay^2 + by$)
 - (facultatif, en fonction du temps restant) *Équations différentielles linéaires d'ordre 2*, homogènes à coefficients constants
- ▷ **Algèbre** (3 semaines) :
 - Opérations sur les *matrices*
 - *Déterminants* de matrices 2×2 et 3×3 (règle de Sarrus ou développement par rapport à la 1ère colonne ou 1ère ligne)
 - Résolution détaillée de *systèmes linéaires* avec diverses situations et inverse d'une matrice à l'aide de la méthode de Gauss

1.3 LSMA101N — Consolidation en mathématiques

ECTS : 3

Portails : MI, MPC

Semestre : 1

Volume horaire : 27 heures de cours-TD

Descriptif : cette UE, obligatoire en portail MI mais optionnelle en portail MPC, est fortement conseillée pour une poursuite d'études en licence de mathématiques. Elle forme aux nombres complexes et initie à certaines notions d'Algèbre.

Programme :

- ▷ *Nombres complexes* (5 à 6 séances de 3h) : construction de l'ensemble $\mathbb{C}$ et sa structure, forme algébrique d'un nombre complexe, ses parties réelle et imaginaire, son conjugué, interprétation géométrique de $\mathbb{C}$, forme trigonométrique d'un nombre complexe, module, argument, l'ensemble des complexes de module donné, formule de Moivre, forme exponentielle et racines n -ièmes d'un nombre complexe, cas particulier des racines carrées, résolution de $az^2 + bz + c = 0$.
- ▷ *Anneau des polynômes sur un corps* (3 à 4 séances de 3h) : définition d'un polynôme (vu comme fonction polynomiale), degré, polynôme unitaire, somme et produit de polynômes, divisibilité, division euclidienne, racine d'un polynôme, racine d'ordre k , polynômes irréductibles.

1.4 LSMA105 - Compléments de mathématiques (pour LDDMP)

ECTS : 3

Portail : LDDMP seulement

Semestre : 1

Volume horaire : 9 heures de cours magistral et 18 heures de TD

Programme :

- ▷ *Groupes* : Structure de groupe, sous-groupes, sous-groupe de $\mathbb{Z}$, ordre d'un élément dans un groupe, homomorphisme de groupe.
- ▷ *Arithmétique des entiers* : division euclidienne dans $\mathbb{Z}$, pgcd, ppcm, entiers premiers entre eux, égalité de Bézout, théorème de Gauss, algorithme d'Euclide, l'équation $ax + by = c$, nombres premiers, décomposition en facteurs premiers, congruence, anneau $\mathbb{Z}/n\mathbb{Z}$, solution de la congruence $ax \equiv b \pmod{n}$, les inversibles modulo n , la fonction indicatrice d'Euler, le corps $\mathbb{Z}/p\mathbb{Z}$, le petit théorème de Fermat, le théorème d'Euler, le théorème chinois des restes.
- ▷ *Arithmétique des polynômes sur un corps* : division euclidienne, pgcd, polynômes associés, polynômes irréductibles, décomposition en facteurs irréductibles

1.5 LSMA201 — Mathématiques fondamentales

ECTS : 6

Portails : MI (optionnel), MPC (optionnel)

Semestre : 2

Volume horaire : 18 heures de cours magistral et 36 heures de TD

Descriptif : Ce module, optionnel dans les portails MI et MPC, est fortement conseillé aux étudiants voulant poursuivre en Licence 2 de Mathématique. Il procure un formalisme indispensable pour vraiment comprendre et rentrer dans les mathématiques de l'enseignement supérieur. Les étudiants du portail MI qui suivront cette UE mais poursuivront en licence d'informatique bénéficieront aussi des enseignements de cette UE dans la suite de leurs études, où le raisonnement formel et la théorie des ensembles jouent également un grand rôle.

Programme :

- ▷ Rappel sur la logique et les ensembles.
- ▷ Applications, fonctions. Images directe et réciproque. Injection, Surjection, Bijection et bijection réciproque.
- ▷ Propriété des nombres réels. Majorant, minorant, bornes inférieure et supérieure, maximum, minimum.
- ▷ Suites (définitions détaillées). Propriétés des suites. Convergence, valeurs d'adhérence, théorème de Bolzano-Weierstrass. Suites de Cauchy, complétude de $\mathbb{R}$, notations de Landau, densité de $\mathbb{Q}$ dans $\mathbb{R}$.
- ▷ Fonctions. Limites des fonctions, notations de Landau. Continuité, définition séquentielle de la continuité, théorème de la limite monotone.
- ▷ Théorèmes fondamentaux des fonctions continues et des fonctions dérivables. Théorèmes des valeurs intermédiaires, de Weierstrass, de la bijection, des accroissements finis (avec le lemme de Rolle), application à la convergence des suites $u_{n+1} = f(u_n)$, formule de Taylor-Lagrange.

1.6 LSMA202N — Algèbre linéaire 1

ECTS : 6

Portails : MI, MPC, et L1 MIASHS

Semestre : 2

Volume horaire : 18 heures de cours magistral et 36 heures de TD

Descriptif

- Maîtriser les premières notions d’algèbre linéaire, notamment la notion d’espaces vectoriels principalement en dimension finie,
- Savoir reconnaître et étudier des applications linéaires principalement en dimension finie en utilisant le calcul matriciel.

Programme :

- ▷ *Systèmes linéaires* (2 semaines) : systèmes équivalents, algorithme de Gauss, systèmes (n, p) et systèmes à paramètres.
- ▷ *Espace vectoriel* (4 semaines) :
 - Définition dans le cas général, exemples : $\mathbb{R}^n$, espaces des polynômes, espaces vectoriels de suites, de fonctions, ...
 - Sous-espace vectoriel, intersection, réunion, combinaisons linéaires de vecteurs, sous-espace vectoriel engendré par une famille de vecteurs, famille génératrice
 - Famille libre, Bases, dimension d’un sous-espace vectoriel de dimension finie, définition d’un hyperplan, coordonnées d’un vecteur dans une base
 - Sous-espaces supplémentaires : définition d’une somme directe, caractérisation, définition d’un sous-espace supplémentaire
- ▷ *Applications linéaires et matrices* (5 semaines) :
 - Applications linéaires : définition, noyau, image, théorème du rang, endomorphismes, applications linéaires injectives, surjectives, isomorphismes
 - Matrices : définition, somme, produit, inverse, calcul d’inverses, noyau, image, rang d’une matrice
 - Liens entre matrices et applications linéaires
 - Changement de bases, matrice de passage
 - Définition de projecteurs, symétries, rotations
- ▷ *Introduction aux déterminants dans $\mathbb{R}^2$ ou $\mathbb{R}^3$* (1 semaine)

Bibliographie :

- ▷ Francois Liret, Dominique Martinais Algèbre 1ère année — Cours et exercices avec solutions , éditions Dunod 2009.
- ▷ Jean-Pierre Marco, Laurent Lazzarini (avec la collaboration de Hassan Boualem, Robert Brouzet, Bernhard Elsner, Laurent Kaczmarek, Denis Pennequin) : Mathématiques L1 : Cours complet avec 1000 tests et exercices corrigés, éditions Pearson Education, 2010.

1.7 LSMA222 — Fondamentaux de l'analyse et statistiques descriptives

ECTS : 6

Portails : MI (optionnel), L1 MIASHS (obligatoire)

Semestre : 2

Volume horaire : 18 heures de CM et 36 heures de TD.

Prérequis :

spécialité *Mathématiques* en 1ère et terminale, LSMA100 + (LSMETMI ou LSMETMS)

Objectif :

Maîtriser les démonstrations des théorèmes fondamentaux de l'analyse et acquérir les notions essentielles en statistiques descriptives univariées et bivariées.

Programme :

I - Fondamentaux de l'analyse (environ 75% du volume horaire).

- Limites des suites (définition), borne supérieure.
- Quelques théorèmes de convergence : limites usuelles, opérations, théorème des gendarmes, convergence monotone, théorèmes de comparaison, Cesaro.
- Suites extraites.
- Limites de fonction (finie, infinie), caractérisation séquentielle.
- Continuité, théorème des valeurs intermédiaires, théorème de Bolzano-Weierstrass.
- Dérivabilité, théorème de Rolle et théorème des accroissements finis.

II - Statistiques descriptives (environ 25% du volume horaire).

- Statistiques descriptives à une variable :
 - Concepts généraux : population, individu/unité statistique, caractères, observations, modalités, types de caractères ; idée générale de l'action de résumer des données, mise en garde sur la frontière avec l'inférence (non-traitée).
 - Paramètres de position et de dispersion : moyenne, médiane, mode ; variance, écart-type, coefficient de variation. Cas des données brutes et des données rassemblées par modalités ou par classes.
 - Quantiles : quantiles, déciles, quartiles, écart inter-quartiles, boxplots / boîtes de dispersion (avec la présentation des différentes options des boxplots).
 - Fréquences : fréquences absolues, fréquences relatives, fréquences cumulées, histogramme (discussion du choix des classes), mise en garde sur la confusion histogramme/diagramme en barres.
- Statistiques descriptives à deux variables :
 - Tables de contingences, différentes fréquences (profils lignes, profils colonnes, marges) (mais pas de test du Khi-Deux).
 - Statistiques descriptives à 2 variables continues : concept de corrélation, coefficient de corrélation linéaire.

1.8 LSMA230N – Probabilités et statistiques pour la biologie

ECTS : 6

Portails : CB et L1 LDDCB

Semestre : 2

Volume horaire : 18 heures de CM et 36 heures de TD.

Programme :

I - Statistique Descriptive

- ▷ Moyenne (données brutes, classées par modalités, par classes)
- ▷ Fréquences, fréquences cumulées
- ▷ Médianes, quartiles, déciles, α -quantiles, diagrammes de Tukey (boxplot)
- ▷ Histogrammes des fréquences
- ▷ Variance, écart-type
- ▷ Statistique bivariée : covariance, coefficient de corrélation
- ▷ La droite de régression

II - Probabilités

- ▷ Espace, événements élémentaires, événements aléatoires
- ▷ Réunion, l'intersection ; Règles de Morgan
- ▷ Probabilité (mesure de)
- ▷ Probabilités conditionnelles, formule de Bayes
- ▷ Variables aléatoires, fonction de répartition
- ▷ Espérance mathématique, variance, l'écart-type
- ▷ Lois usuelles discrètes et continues (Bernoulli, binomiale, géométrique, Poisson ; uniforme, exponentielle, normale)
- ▷ Loi normale (gaussienne) et propriétés
- ▷ Deux variables aléatoires, indépendance, valeur moyenne, variance
- ▷ Somme de n variables aléatoires indépendantes
- ▷ La loi des grands nombres
- ▷ Théorème Central Limite
- ▷ Approximation des lois

III - Statistique Inférentielle

- ▷ Estimateur, estimations
- ▷ Estimations ponctuelles sans biais de la moyenne, de la variance
- ▷ Intervalles de confiance
- ▷ Tests d'hypothèses statistiques (test de conformité de la moyenne à la valeur de référence)
- ▷ Hypothèses unilatérales, bilatérales
- ▷ Tests de chi-deux : homogénéité des échantillons, l'indépendance, conformité à la loi

1.9 LSMETMI/LSMETMP - Méthodologie de travail en mathématiques

ECTS : 3 pour l'UE complète

(1,5 pour la partie mathématiques, 1,5 pour l'autre discipline scientifique)

Portails : MI et MPC

Semestre : 1

Volume horaire : 13,5 heures de TD (pour la partie mathématiques)

Descriptif

Notions transversales de méthodologie scientifique, à l'occasion de l'apprentissage de notions élémentaires mais fondamentales de mathématiques (langage logique et langage ensembliste), qui sont au centre de la plupart des apprentissages de cette discipline. En particulier, sensibilisation et entraînement à la construction et à la rédaction rigoureuse d'un raisonnement.

Programme :

- ▷ Logique, connecteurs, quantificateurs
- ▷ Ensembles, inclusion, intersection, réunion, complémentaire

1.10 LSMETMS : Méthodologie en mathématiques

ECTS : 3

Portail : L1 MIASHS

Semestre : 1

Volume horaire : 21 heures de TD

Prérequis : spécialité *Mathématiques* en première et en terminale.

Objectif : Acquérir les bases du langage mathématique et des raisonnements.

Programme :

- *Logique et raisonnements :*
 - Les propositions et connecteurs logiques :
les connecteurs logiques (non, et, ou, implique, équivaut) ; tables de vérité ; propriétés (propriétés de non/et/ou, contraposée, négation de implique, ...) ; les raisonnements (rapidement : direct, contraposée, absurde, récurrence, contre-exemple).
 - Les quantificateurs :
définition de "il existe" et "quel que soit" ; négation de l'appartenance et des quantificateurs ; formalisation de phrases en utilisant le langage mathématique.
- *Ensembles et applications :*
 - Les ensembles :
parties d'un ensemble, inclusion, union, intersection, complémentaire, vide ; propriétés, lien avec les connecteurs logiques ; égalité entre ensembles, double inclusion.
 - Les applications :
injection, surjection, bijection ; image, image directe, image réciproque ; calculs avec des fonctions à variable réelle ou entière.
- *Méthodologie transverse.*

2.1 LSMA300 — Analyse et algèbre linéaire 2

ECTS : 9

Licences : L2 Mathématiques et L2 LDDMP

Semestre : 3

Volume horaire : 27 heures de cours magistral et 54 heures de TD

Prérequis : LSMA100, LSMA201 et LSMA202N

Descriptif : Cette importante UE contient des bases fondamentales en analyse et algèbre linéaire pour les étudiants se destinant à la licence de mathématiques ou au double diplôme maths-physique. Il est demandé de savoir refaire des démonstrations de cours.

Programme :

I - Analyse

- ▷ *Séries numériques* : définition, convergence, somme, convergence absolue, séries à termes positifs et critères de convergence (critères de comparaison, critères de d'Alembert, de Cauchy, séries de Riemann), séries alternées.
- ▷ *Intégrales généralisées* : définition, convergence, convergence absolue, critères de convergence pour les fonctions positives, comparaison séries-intégrales généralisées.
- ▷ *Fonctions de plusieurs variables* : continuité, dérivées partielles d'ordre 1, fonctions de classe C^1 , opérations sur les fonctions de classe C^1 (en particulier dérivées de fonctions composées), matrice jacobienne, gradient, dérivées partielles d'ordre 2, théorème de Schwarz, matrice Hessienne
- ▷ *Extrema locaux de fonctions de n variables* (sans contraintes) : formule de Taylor à l'ordre 1 et 2, condition nécessaire d'optimalité locale d'ordre 1, condition suffisante d'ordre 2.

II - Algèbre linéaire

- ▷ *Déterminant de n vecteurs, d'un endomorphisme, d'une matrice* : définition d'une forme multilinéaire alternée, définition du déterminant par récurrence sur la dimension (développement selon une ligne ou une colonne), déterminant de l'inverse d'une matrice, comatrice.
- ▷ *Diagonalisation d'endomorphismes* : définition de valeurs propres, vecteurs propres, sous-espaces propres.
- ▷ *Diagonalisation dans le cas de la dimension finie* : polynôme caractéristique, CNS de diagonalisation, applications à la puissance de matrices, aux suites récurrentes linéaires d'ordre 2 (et éventuellement d'ordre n).

Bibliographie :

- ▷ F. Liret, D. Martinais, *Analyse 1ère et 2ème année, algèbre 1ère année, algèbre et géométrie 2ème année*, éd. Dunod.
- ▷ J.P. Ramis et André Warusfel, *Mathématiques, tout-en-un pour la licence (niveau L1 et L2)*, éd. Dunod.

2.2 LSMA302 : Analyse 2 et Algèbre linéaire 2

ECTS : 6

Licence : L2 MIASHS et Physique.

Semestre : 3

Volume horaire : 18 heures de CM et 36 heures de TD

Prérequis : LSMA100, LSMA202N, (LSMETMS ou LSMETMP).

Objectif : Acquérir les notions fondamentales d'analyse et d'algèbre linéaire nécessaires pour la suite de la licence.

Evaluation : Contrôle continu et examen.

Programme :

- ▷ *Intégrales généralisées* : définition, convergence, exemples fondamentaux, propriétés, critères de convergence dont Riemann et Bertrand.
- ▷ *Séries numériques* :
 - Rappels sur les suites numériques, définition d'une série numérique, convergence, somme, multiplication par une constante, série géométrique, série harmonique.
 - Critères de convergence :
séries à termes positifs : théorèmes de comparaison, critères de d'Alembert, Cauchy, Riemann. Séries alternées ; convergence absolue ; utilisation du développement limité.
- ▷ *Nombres complexes* : nombres $z = (a, b)$, règles de calcul, formule d'Euler, racines du polynôme $ax^2 + bx + c$, z^n .
- ▷ *Algèbre linéaire, matrices* :
 - Rappels : déterminants et matrices inverses : définitions, propriétés et calcul pratique (essentiellement matrices 2×2 et 3×3).
 - Polynôme caractéristique, vecteurs propres, valeurs propres, diagonalisation. Mise en oeuvre sur les matrices 2×2 et 3×3 .
- ▷ *Introduction aux fonctions de plusieurs variables* : fonctions continues, intégrales doubles, dérivabilité et formule de Taylor (d'ordre 1 et 2).

Bibliographie :

- F. Liret, D. Martinez : Mathématiques générales : Analyse, deuxième année, Dunod
- F. Liret, D. Martinez : Mathématiques générales : Algèbre, première année, Dunod

2.3 LSMA310 — Arithmétique

ECTS : 3

Licence : L2 Mathématiques uniquement

Semestre : 3

Volume horaire : 9 heures de cours magistral et 18 heures de TD

Programme :

- ▷ Arithmétique des entiers Division euclidienne dans $\mathbb{Z}$, pgcd, ppcm, entiers premiers entre eux, égalité de Bézout, théorème de Gauss, algorithme d'Euclide, l'équation $ax + by = c$, Nombres premiers, décomposition en facteurs premiers, congruence, anneau $\mathbb{Z}/n\mathbb{Z}$, solution de la congruence $ax \equiv b \pmod{n}$, les inversibles modulo n , la fonction indicatrice d'Euler, le corps $\mathbb{Z}/p\mathbb{Z}$, le petit théorème de Fermat, le théorème d'Euler, le théorème chinois des restes.
- ▷ Arithmétique des polynômes sur un corps : (révision de la) division euclidienne, pgcd, polynômes associés, polynômes irréductibles, décomposition en facteurs irréductibles, application à la décomposition en éléments simples de fractions rationnelles.

2.4 LSMA320 — Méthodes mathématiques pour la chimie

ECTS : 6

Licence : L2 Chimie et L2 LDDCB

Semestre : 3

Volume horaire : 18 heures de cours magistral et 36 heures de TD

Prérequis : LSMA100A et LSMA202N. Un peu de nombres complexes.

Descriptif :

Dans ce cours, nous aborderons les notions élémentaires de résolution des équations et des systèmes différentiels. Nous développerons les idées de base soutenant la résolution des équations différentielles, les notions de base de l'algèbre matricielle et nous résoudrons les systèmes différentiels linéaires. Nous effleurerons enfin les notions de résolution de systèmes non linéaires.

Ce cours sera, dans la mesure du possible, auto-contenu, cependant une révision des principales techniques de dérivation (fonction composées, produit,...) et des techniques d'intégration (intégration par parties, changement de variable) ainsi qu'une révision des propriétés des nombres complexes sont conseillées.

L'objectif de ce cours est de familiariser les étudiants avec différentes approches de résolution de systèmes différentiels linéaires, la majorité des théorèmes seront admis, l'approche pratique sera favorisée.

Programme :

- ▷ *Révision des propriétés usuelles d'intégration* : intégration par parties, changements de variables, formule d'Euler et décomposition en éléments simples.
- ▷ *Équations différentielles linéaires d'ordre 1* : équation homogène, solution particulière avec la variation de la constante.
- ▷ *Équations différentielles linéaires d'ordre 2* : équation homogène avec équation caractéristique, solution particulière (variation de la constante et principe de ressemblance).
- ▷ *Équations non linéaires d'ordre 1* : équations à variables séparées, équations de Bernoulli et équations de Ricatti.
- ▷ *Algèbre matricielle en dimension 2 ou 3* : vecteurs et valeurs propres, diagonalisation et exponentielle de matrice.
- ▷ *Systèmes d'équations différentielles* : systèmes homogènes et avec second membre, méthode de la variation de la constante.

2.5 LSMA350/450 — Mathématiques assistées par ordinateur

ECTS : 6

Licences : L2 Mathématiques (LSMA350) ou L2 MIAHS (LSMA450)

(Rem : cette UE est aussi suivie par les L2 LDDMP sous le code LSMA350*)

Semestre : S3 (pour LSMA350) ou S4 (pour LSMA450)

Volume horaire : 18 heures de cours magistral et 36 heures de TD (en partie sur ordinateur)

Prérequis : LSMA100, LSMA202N. Aucune connaissance en informatique n'est requise.

Descriptif :

Le but de ce module est d'apprendre à utiliser l'ordinateur pour résoudre certains problèmes mathématiques abstraits ou concrets. Pendant le semestre, on présentera l'intérêt et l'efficacité des Mathématiques Assistées par Ordinateur mais aussi ses limites et ses pièges. Cette UE inclut des éléments théoriques (construction des algorithmes, théorèmes de convergence, etc.) et des applications pratiques en Python.

Programme :

- ▷ *Initiation à Python, Algorithmique* : boucles for, while, instructions if...
- ▷ *Méthodes de résolution d'équations non linéaires* : méthodes de la dichotomie, de la sécante et méthode de Newton
- ▷ *Méthodes de calculs approchés d'intégrales* : présentation de différentes méthodes (rectangles, trapèzes, Simpson...), représentation du logarithme de l'erreur en fonction du logarithme du pas.
- ▷ *Méthodes de résolutions approchées d'équations différentielles ordinaires* : méthode d'Euler explicite, Euler implicite et méthode de Runge Kutta, prédiction-correction
- ▷ *Résolution de systèmes linéaires* : triangulation de système, méthode du Pivot de Gauss, pivot non nul, méthodes itératives (Jacobi et Gauss-Seidel).

2.6 LSMA401* : Algèbre bilinéaire

ECTS : 6

Semestre : 4

Volume horaire : 18 heures de CM et 36 heures de TD

Licence : L2 MIASHS uniquement

Prérequis : LSMA100, LSMA202N, LSMA302

Objectif : Acquérir les bases de l'algèbre bilinéaire nécessaires en L3 MIASHS.

Programme :

- ▷ *Formes bilinéaires* : matrice associée, changement de base, symétrie, définition, positivité, critère de Sylvester.
- ▷ *Produits scalaires* : espace euclidien, norme associée.
- ▷ *Orthogonalité* : orthogonal d'un espace, matrice orthogonale, projection orthogonale, procédé d'orthonormalisation de Gram-Schmidt.
- ▷ *Réduction des matrices symétriques* : diagonalisation des matrices symétriques, signature.
- ▷ *Formes quadratiques* : rang et signature, réduction des formes quadratiques.

2.7 LSMA410 — Algèbre générale

ECTS : 6

Semestre : 4

Volume horaire : 18 heures de cours magistral et 36 heures de TD

Prérequis : Les UEs d'algèbre linéaire et d'arithmétique de L1 et S3.

Descriptif : Dans ce cours on abordera des éléments sur les groupes généraux et la classification des groupes abéliens finis, des éléments d'algèbre bilinéaire en dimension finie et la réduction $D + N$ des endomorphismes.

Programme :

- ▷ *Éléments sur les groupes abéliens*
 - Éléments sur les groupes généraux : classes à gauche et à droite, théorème de Lagrange, sous-groupe engendré, groupes monogènes, produit direct de groupes. Exemples divers.
 - Le groupe additif $\mathbb{Z}/n\mathbb{Z}$.
 - Plus généralement, quotient d'un groupe abélien par un sous-groupe.
 - Produit de groupes cycliques, théorème chinois.
 - Structure des groupes abéliens finis : décomposition en composantes primaires et décomposition en facteurs invariants.
- ▷ *Algèbre bilinéaire en dimension finie*
 - Dualité en dimension finie
 - Formes bilinéaires et représentation matricielle
 - Formes bilinéaires symétriques et formes quadratiques : noyau, rang, algorithme de Gauss, cas des formes quadratiques réelles
 - Formes quadratiques sur un espace euclidien, diagonalisabilité des matrices symétriques
- ▷ *Réduction des endomorphismes*
 - Polynômes d'endomorphismes
 - Sous-espaces caractéristiques

2.8 LSMA420 — Suites et séries de fonctions

ECTS : 6

Semestre : 4

Volume horaire : 18 heures de cours magistral et 36 heures de TD

Prérequis : Ce cours nécessite d'avoir suivi le cours de LSMA201 (Mathématiques Fondamentales) et la partie analyse sur les séries du LSMA300.

Programme :

- ▷ Suites et Séries de fonctions. Convergence simple, convergence uniforme, convergence normale
- ▷ Théorèmes d'interversion : continuité, intégration, dérivabilité
- ▷ Séries entières, convergence, séries dérivées. Développement en série entière. Solutions d'équations différentielles développables en séries entières
- ▷ Séries de Fourier. Théorème de Dirichlet, de Dirichlet uniforme. Inégalité de Bessel, formule de Parseval

Bibliographie :

- ▷ *MethodiX Analyse*, X. Merlin, edition ellipse
- ▷ *Exercices avec indications corrigés et détaillés pour assimiler tout le programme (MP,MP*)*, Eric Merle, collection phare, éditions Ellipses

2.9 LSMA421 — Aspects différentiels

ECTS : 6

Semestre : 4

Prérequis : LSMA100, LSMA300, LSMA302.

Volume horaire : 18 heures de cours magistral et 36 heures de TD

Programme :

- ▷ Équations différentielles linéaires d'ordre 1 et 2, systèmes différentiels linéaires de la forme $X' = AX + B$, exponentielle de matrice, portrait de phase.
- ▷ Équations et systèmes différentiels non linéaires, théorème de Cauchy-Lipschitz.
- ▷ Courbes paramétrées en coordonnées cartésiennes, courbes paramétrées en coordonnées polaires.
- ▷ Intégrales doubles et triples.
- ▷ Surfaces de $\mathbb{R}^3$, aire d'une surface.
- ▷ Analyse vectorielle, circulations et flux d'un champ de vecteurs, théorèmes de Stokes et d'Ostrogradski.

2.10 LSMA430 — Probabilités

ECTS : 6

Semestre : 4

Licences : L2 Mathématiques et L2 MIAHS

Volume horaire : 18 heures de cours magistral et 36 heures de TD

Prérequis :

Les notions classiques de probabilités vues en Terminale spécialité mathématiques, les notions d'analyse du semestre 3 (séries numériques, calcul d'intégrales généralisées, intégrales doubles)

Descriptif :

Le but de ce module est d'acquérir les notions principales de probabilités et statistique élémentaires. Il s'agit de modéliser des phénomènes aléatoires afin de les rendre suffisamment simples pour être étudiés avec les outils mathématiques de licence : un peu de combinatoire, d'études de fonctions, de séries, d'intégrales. Les notions spécifiques aux probabilités et à la statistique : l'indépendance et les différentes formes de convergence (en loi, en probabilité) sont introduites dans ce module puis manipulées autour d'exemples concrets.

Programme :

- ▷ Expérience aléatoire, mesure de probabilité, équiprobabilité, dénombrement, combinatoire.
- ▷ Probabilité conditionnelle, indépendance, formule des probabilités totales.
- ▷ Notion de variable aléatoire, loi discrète, loi continue, propriétés et caractéristiques (espérance, variance), notion d'indépendance
- ▷ Couples de variables aléatoires, caractérisations de l'indépendance, concept de covariance
- ▷ Propriétés spécifiques et calcul sur les variables gaussiennes
- ▷ Loi des grands nombres, Théorème de la limite centrale, applications

3.1 LSMA500* : Introduction à la topologie et au calcul différentiel

ECTS : 6

Semestre : 5

Volume horaire : 18 heures de CM et 36 heures de TD

Licence : L3 MIASHS

Prérequis : LSMA100, LSMA202N, LSMA222, LSMA302, LSMA401*.

Objectif : Acquérir les bases de la topologie et approfondir les notions de calcul différentiel introduites en L2, dans le but de les appliquer dans les différentes UEs de L3.

Programme :

- ▷ *Topologie des normes de $\mathbb{R}^d$* : normes et boules de $\mathbb{R}^d$, ouverts et fermés pour la topologie des normes, caractérisation séquentielle des fermés, parties compactes de $\mathbb{R}^d$.
- ▷ *Continuité des fonctions de plusieurs variables* : applications continues sur une partie de $\mathbb{R}^d$, caractérisations des fonctions continues, continuité et compacité.
- ▷ *Différentiabilité des fonctions de plusieurs variables* : dérivées partielles, classe $\mathcal{C}^1$; différentiabilité, différentielle ; expression matricielle de la différentielle, jacobienne ; classe $\mathcal{C}^2$, hessienne.
- ▷ *Extrema des fonctions de plusieurs variables* : vocabulaire des extrema, points critiques d'une application différentiable, liens avec les extrema,
- ▷ *Le théorème des fonctions implicites dans $\mathbb{R}^2$* .
- ▷ *Extrema liés, multiplicateurs de Lagrange* : théorème des extrema liés, version une contrainte et version générale.

3.2 LSMA511 — Algèbre : structures algébriques

ECTS : 6

Semestre : 5

Volume horaire : 18 heures de cours magistral et 36 heures de TD

Licence : L3 Mathématiques

Prérequis : Bases d'algèbre vues en L1 et L2.

Programme :

- ▷ Anneaux, idéaux, anneau quotient, sous-anneau engendré, idéaux engendrés, corps
- ▷ Exemples variés
- ▷ Arithmétique des anneaux principaux et des anneaux factoriels
- ▷ Polynômes en une variable, racines, multiplicité, relation entre coefficients et racines
- ▷ Anneaux de polynômes à plusieurs variables
- ▷ Fractions rationnelles, décomposition en éléments simples
- ▷ Éléments sur les corps de nombres

3.3 LSMA523 — Calcul intégral et théorie de la mesure

ECTS : 6

Semestre : 5

Volume horaire : 18 heures de cours magistral et 36 heures de TD

Licence : L3 Mathématiques et L3 LDDMP

Prérequis : Les notions mathématiques de première et deuxième année doivent être bien acquises pour suivre cet enseignement (notamment LSMETMP/MI et LSMA201).

Descriptif : Ce cours a pour objectif d'introduire l'intégrale de Lebesgue et de la manipuler, notamment pour justifier les interversions limite/intégrale fréquentes en analyse. Le cours s'appuie sur les fondements de la théorie de la mesure nécessaires pour définir une intégrale par rapport à une mesure. Le cours contient les théorèmes et les notions fondamentales pour les cours ultérieurs de probabilités.

Programme :

- ▷ Bases de la théorie de la mesure : tribus, tribu borélienne, tribu produit
- ▷ Mesures, mesure de Dirac, mesure de Lebesgue
- ▷ Définition de l'intégrale par rapport à une mesure
- ▷ Théorème de convergence monotone, théorème de convergence dominée, lien avec l'intégrale de Riemann
- ▷ Intégrales à paramètre.
- ▷ Mesures à densité. Théorème de transfert
- ▷ Intégration sur un espace produit : mesure produit, théorème de Fubini
- ▷ Mesure de Lebesgue sur $\mathbb{R}^d$. Changement de variable
- ▷ Espaces L^p , inégalités célèbres : Hölder, Minkowski, Jensen.

Bibliographie :

- ▷ Olivier Garet & Aline Kurtzmann : *De l'intégration aux probabilités*
- ▷ Marc Briane & Gilles Pagès : *Théorie de l'intégration* (Editions Vuibert)
- ▷ G. Auliac, C. Coccozza-Thivent, S. Mercier, M. Roussignol : *Intégration et probabilités* (EdiScience)

3.4 LSMA525N — Topologie et calcul différentiel

ECTS : 8

Semestre : 5

Volume horaire : 24 heures de cours magistral et 48 heures de TD

Licence : L3 Mathématiques et L3 LDDMP

Prérequis : Les enseignements d'analyse et d'algèbre linéaire de L1 et L2 doivent être bien acquises pour suivre ce cours.

Descriptif : Ce cours présente les bases de la topologie des espaces vectoriels normés, suivies des bases du calcul différentiel.

Programme :

- ▷ Espaces métriques, espaces normés (sur un espace vectoriel réel ou complexe); normes équivalentes, exemples en dimension finie et infinie.
- ▷ Topologie d'un espace métrique : ouverts, fermés, intérieur, adhérence, voisinage, densité.
- ▷ Suites dans un espace métrique : suite convergente, limite, valeur d'adhérence, caractérisation séquentielle des ouverts, fermés, points adhérents.
- ▷ Espaces de Banach. Exemples usuels.
- ▷ Compacité : théorème de Bolzano-Weierstrass, compacts des evn de dimension finie.
- ▷ Applications continues : définition, continuité uniforme, fonctions Lipschitziennes, caractérisation séquentielle, homéomorphismes, fonctions contractantes, théorème du point fixe, image d'un compact par une application continue.
- ▷ Applications linéaires continues et leurs normes.
- ▷ Connexité, Connexité par arc.
- ▷ Applications différentiables, différentielle, opérations sur les différentielles, inégalité des accroissements finis, cas de la dimension finie : dérivées partielles, matrice jacobienne. Différentielles d'ordre supérieur, classe C^k , théorème de Schwarz.
- ▷ Difféomorphisme, théorème d'inversion locale pour $f : U \subseteq \mathbb{R}^n \mapsto \mathbb{R}^n$, théorème des fonctions implicites pour $f : \mathbb{R}^n \times \mathbb{R} \mapsto \mathbb{R}$ avec $n \leq 2$.
- ▷ Théorème de Cauchy-Lipschitz.

Bibliographie :

- ▷ *Cours de topologie*, Jean-Christophe Yoccoz

3.5 LSMA540— Statistiques en sciences humaines et sociales

ECTS : 6

Semestre : 5

Volume horaire : 18 heures de cours magistral et 36 heures de TD

Licence : L3 MIASHS

Prérequis : LSMA100, LSMA222, LSMA302, LSMA430. En particulier, les notions de probabilités ainsi que la manipulation des sommes, le calcul de séries et d'intégrales (dont IPP), la dérivation de fonctions, les propriétés des fonctions logarithme et exponentielle.

Descriptif : Cette UE permet d'acquérir les notions de base de statistique inférentielle : estimation, intervalle de confiance et test.

Programme :

- ▷ *Rappels et compléments de probabilités* : moments empiriques, convergence de suites de variables aléatoires réelles, lois des grands nombres et théorème central limite.
- ▷ *Estimation ponctuelle* : échantillon, estimateurs, propriétés (biais, risque quadratique, consistance, ...) , méthode des moments et méthode du maximum de vraisemblance.
- ▷ *Estimation par intervalles de confiance* : méthode de la variable pivot et méthode asymptotique. IC classiques : espérance et variance pour la loi normale, espérance, proportion.
- ▷ *Tests d'hypothèses* : principe, tests classiques, tests de comparaison, tests du Khi-deux.
- ▷ *Le modèle de régression linéaire simple* : estimation par la méthode des moindres carrés ordinaires, intervalles de confiance et tests dans le cas gaussien.

Bibliographie :

- ▷ Cantoni E., Hubert P. et Ronchetti E., *Maîtriser l'aléatoire : exercices résolus de probabilités et statistique*.
- ▷ Dreyfuss P. et Stolfi-Donati N., *Probabilités et statistiques appliquées*.
- ▷ Lecoutre J.-P., *Statistique et probabilités, TD*.
- ▷ Lejeune M., *Statistique : la théorie et ses applications*.

3.6 LSMA550 — Analyse numérique

ECTS : 6

Semestre : 5

Volume horaire : 18 heures de cours magistral et 36 heures de TD

Licence : L3 Mathématiques et L3 LDDMP

Prérequis : Les enseignements d'analyse et d'algèbre linéaire de la L2 Maths, l'UE LSMA350 Mathématiques assistées par ordinateur conseillée mais non nécessaire.

Descriptif : Cette UE introduit les méthodes numériques en calcul scientifique (de la résolution des grands systèmes linéaires aux approximations des équations différentielles). On insistera en particulier sur les études d'erreurs des différentes méthodes.

Programme :

- ▷ Rappels et compléments d'algèbre linéaire : Réductions de matrices, propriétés des matrices définies positives
- ▷ Normes vectorielles et normes matricielles, conditionnement d'une matrice, préconditionnement
- ▷ Résolution de systèmes linéaires :
 - Méthodes directes : Décomposition LU , QR , de Cholesky
 - Méthodes itératives : méthodes de Jacobi, Gauss-Seidel et relaxation, méthode du gradient à pas constant, études d'erreurs de ces méthodes.
- ▷ Interpolation polynomiale : Interpolation de Lagrange et d'Hermite, erreur de l'interpolation d'Hermite, polynômes de meilleure approximation pour la norme L^2 , polynômes orthogonaux
- ▷ Intégration numérique : formules de quadrature de type interpolation, de type Gauss, estimations d'erreurs, description et estimation d'erreurs des formules de quadrature composées
- ▷ Approximation des équations différentielles : méthodes d'Euler et Euler rétrograde, notions de consistance, stabilité et convergence, d'ordre d'une méthode, méthodes de Runge-Kutta.

Précision : le programme étant chargé, le/la responsable de cours pourra choisir selon les années de mettre l'accent soit sur l'interpolation et l'intégration numérique soit sur l'intégration numérique et l'approximation des EDO.

Bibliographie :

- ▷ Patrick Lascaux & Raymond Théodor : *Analyse Matricielle Appliquée à l'Art de l'Ingénieur* (Tome 1 et 2), Dunod, 2004
- ▷ Michelle Schatzman : *Analyse Numérique, une Approche Mathématique*, Dunod, 2004.
- ▷ P.G. Ciarlet : *Introduction à l'analyse numérique matricielle et à l'optimisation*, Dunod, 2006.

3.7 LSMA610 — Groupes et géométrie

ECTS : 6

Semestre : 6

Volume horaire : 18 heures de cours magistral et 36 heures de TD

Licence : L3 Mathématiques

Prérequis : Bases d'algèbre vues en L2.

Descriptif : On étudie la structure algébrique de groupe et ses applications à la géométrie des espaces vectoriels et euclidiens.

Programme :

- ▷ Groupes, sous-groupes, sous-groupes distingués, quotients, sous-groupes engendrés, exemples.
- ▷ Action d'un groupe sur un ensemble.
- ▷ Le groupe des permutations, orbites, transpositions et cycles, décomposition en produit de cycles à supports disjoints, signature.
- ▷ Groupe de Sylow.
- ▷ Étude et classification des isométries du plan et de l'espace euclidien.
- ▷ Le groupe diédral : isométries d'un polygone régulier.

3.8 LSMA621 — Analyse complexe et Analyse de Fourier

ECTS : 6

Semestre : 6

Volume horaire : 18 heures de cours magistral et 36 heures de TD

Licence : L3 Mathématiques et L3 LDDMP

Prérequis : Enseignements d'analyse de première et deuxième année, en particulier notions de continuité et de dérivation, de topologie métrique élémentaire du plan (LSMA420, LSMA523, LSMA525N)

Descriptif : Ce module a pour objet d'étude les fonctions holomorphes, c'est-à-dire les fonctions dérivables au sens complexe. Il s'avère que ces fonctions possèdent des propriétés surprenantes, inconnues de leurs cousines réelles. D'une certaine manière les fonctions holomorphes se trouvent à mi-chemin entre les polynômes et les fonctions infiniment dérivables au sens réel. C'est la raison pour laquelle l'analyse complexe est au carrefour de domaines mathématiques aussi variés que la théorie analytique des nombres, la géométrie algébrique, l'analyse harmonique, la géométrie hyperbolique, la combinatoire analytique... Enfin, elle a également de nombreuses applications en physique et électrotechnique. Tout au long de ce cours on exposera le lien avec les séries/intégrales de Fourier et le calcul des fonctions caractéristiques de lois de probabilités.

Programme :

- I. Visualisation des fonctions complexes. L'infini en analyse complexe. Homographies. Exponentielle et logarithme. Fonctions holomorphes. Équations de Cauchy-Riemann. Homotopie de chemins. Intégrales curvilignes. Théorème de Cauchy. Inégalités de Cauchy.
- II. Théorème des zéros isolés. Prolongement analytique. Théorème de l'application ouverte. Principe du maximum. Théorème de Liouville & conséquences (théorème fondamental de l'algèbre).
- III. Points singuliers isolés. Séries de Laurent. Fonctions méromorphes. Calcul de résidus. Suites de fonctions holomorphes. Intégrales à paramètres holomorphes (Théorème admis).
- IV. Séries de Fourier. Transformée de Fourier.

Bibliographie :

- ▷ (la concision parfaite) André Giroux : *Initiation à l'analyse complexe* (Éditions Ellipses, 2014)
- ▷ (le classique français par excellence) Henri Cartan : *Théorie élémentaire des fonctions analytiques d'une ou plusieurs variables complexes* (Éditions Hermann, 1997)
- ▷ (deux ouvrages pour aller plus loin, notamment en applications à la physique) Russell W. Howell : *Complex Analysis*, 2024, livre gratuit à télécharger sur le site de l'auteur www.complexanalysis.org , et Tristan Needham : *Visual Complex Analysis - 25th Anniversary Edition* (Oxford University Press, 2023)

3.9 LSMA631 — Probabilités avancées

ECTS : 6

Semestre : 6

Volume horaire : 18 heures de cours magistral et 36 heures de TD

Licence : L3 Mathématiques et L3 LDDMP

Prérequis : Il est conseillé mais non indispensable d'avoir suivi un cours de probabilités de deuxième année de licence. Il est nécessaire d'avoir suivi un cours de calcul intégral de L3 pour suivre ce cours.

Descriptif : On introduit les probabilités avec l'axiomatisation de Kolmogorov, basée sur la théorie de la mesure. On redéfinit les notions classiques vues les années précédentes (espérance, indépendance, etc) avec ce formalisme. L'accent est mis sur l'étude des variables aléatoires. On présentera la loi des grands nombres et le théorème central limite.

Programme :

- ▷ Espaces de probabilités généraux, axiomatique de Kolmogorov, Espaces de probabilité discrets, dénombrement, densité
- ▷ Probabilité conditionnelle, indépendance, formule de Bayes
- ▷ Variables aléatoires : loi, lois usuelles discrètes ou à densité fonction de répartition, espérance, formule de transfert
- ▷ Vecteurs aléatoires : loi, lois marginales, variables aléatoires indépendantes
- ▷ Moments, variance, covariance, corrélation, inégalité de Markov, inégalité de Bienaymé-Tchebychev
- ▷ Loi d'une fonction de variables aléatoires, loi de la somme de variables aléatoires indépendantes, convolution, fonction génératrice, fonction caractéristique
- ▷ Notions de convergence d'une suite de variables aléatoires : en probabilités, presque-sûre, dans $\mathbb{L}^p$, en loi, liens entre ces modes de convergence, loi faible des grands nombres, loi forte des grands nombres, théorème central limite, méthode de Monte Carlo

Bibliographie :

- ▷ Guy Auliac, Christiane Coccozza-Thivent, Sophie Mercier, Michel Roussignol, *Intégration et Probabilités*, Collection Objectif Licence 3ème année, éditions Edisciences, 2005
- ▷ Dominique Foata & Aimé Fuchs, *Calcul des probabilités : Cours, exercices et problèmes corrigés*, éditions Dunod, 2003
- ▷ Olivier Garet, Aline Kurtzmann, *De l'intégration aux probabilités*, Ellipses, 2011.

3.10 LSMA640 — Statistique mathématique

ECTS : 6

Semestre : 6

Volume horaire : 18 heures de cours magistral et 18 heures de TD

Licence : L3 Maths

Prérequis : LSMA430 (de bonnes capacités de calcul littéral sont nécessaires)

Descriptif : Cette UE forme aux fondamentaux de la statistique mathématique, avec en ligne de mire les grands théorèmes de la théorie de la vraisemblance. Une initiation à l'utilisation du logiciel R sera faite et permettra la visualisation des concepts de la discipline.

Programme :

- ▷ Rappels de probabilités, lois, propriétés des gaussiennes, lois du chi-deux, de Student, de Fisher, tables statistiques, échantillon, statistique, loi et fonction de répartition empiriques
- ▷ Panorama de l'inférence statistique : modèle statistique, paramètre, estimateur, biais, risque, consistance (faible), test statistique, région de rejet, risque, statistique paramétrique
- ▷ Méthode des moments, consistance (faible), estimation par substitution
- ▷ Méthode du maximum de vraisemblance, équations de vraisemblance
- ▷ Intervalles de confiance (exacts ou approchés), notion de statistique pivotale, niveau de l'intervalle, cas d'une proportion (avec ou sans approximation binomiale-gaussienne), cas d'une espérance (cadre gaussien ou non), cas d'une variance (propriétés de la variance empirique, cadre gaussien ou non)
- ▷ Notion de test statistique paramétrique, concept de risques de 1ère et de 2ème espèce (exacts ou approchés), d'hypothèses simples ou composites, tests de conformité gaussiens, de conformité à une proportion, test de Neyman-Pearson pour 2 hypothèses simples, visualisation de l'évolution des 2 risques via une courbe ROC (en cours)
- ▷ Test statistiques bivariés classiques : tests du chi-deux d'indépendance, du chi-deux d'homogénéité, et de Wilcoxon-Mann-Whitney si le temps le permet.
- ▷ Statistique asymptotique : information de Fisher, loi asymptotique de l'EMV dans un cadre régulier (preuve partielle), loi asymptotique de l'estimateur par la méthode des moments (delta-méthode), (si le temps le permet) notion de déviance et théorème de convergence du LRT.

3.11 LSMA651 — Optimisation et applications

ECTS : 6

Semestre : 6

Volume horaire : 18 heures de CM et 36 heures de TD (dont 9h de TD sur ordinateur)

Licence : L3 Mathématiques et L3 LDDMP

Prérequis : Les UE d'analyse du semestre 3 et l'UE LSMA525.

Objectif : Initiation aux outils mathématiques théoriques et pratiques de base en optimisation numérique : existence, conditions d'optimalité d'ordre 1 et 2, méthodes de gradient. Mise en oeuvre des principales méthodes numériques vues en cours lors de travaux pratiques en Python.

Programme :

- ▷ *Rappels de calcul différentiel* : fonctions de classe $\mathcal{C}^1$, matrice jacobienne, gradient, matrice Hessienne, différentes formules de Taylor.
- ▷ *Convexité, fonctions convexes.*
- ▷ *Optimisation sans contrainte* : conditions d'optimalité d'ordre 1 et 2.
- ▷ *Algorithmes de descente* d'ordre 1 (gradient) et 2 (Newton).
- ▷ *Optimisation avec contraintes* (de type égalité ou inégalité) :
 - cas des contraintes égalités : conditions d'ordre 1 (extrema liés) et 2.
 - cas des contraintes inégalités : conditions d'ordre 1 (Karush-Kuhn-Tucker).
 - cas des fonctions convexes sur des convexes.
 - notions sur les qualifications des contraintes.
- ▷ *Algorithme de gradient avec contrainte* : gradient projeté, Uzawa.
- ▷ Méthode de type Newton.

Bibliographie :

- ▷ P. Donato : *Calcul différentiel pour la licence*, Dunod, 2000.
- ▷ J.M. Bonnans : *Optimisation continue*, Dunod, 2006.
- ▷ P.G. Ciarlet : *Introduction à l'analyse numérique matricielle et à l'optimisation*, Dunod, 2006.
- ▷ Jonathan Borwein and Adrian S. Lewis : *Convex Analysis And Nonlinear Optimization : Theory And Examples*

3.12 LSMA660 : Méthodes d'optimisation

ECTS : 6

Semestre : 6

Volume horaire : 18 heures de CM et 36 heures de TD (dont 9h de TD sur ordinateur)

Licence : L3 MIASHS

Prérequis : LSMA100, LSMA202N, LSMA222, LSMA302, LSMA401*, LSMA500*.

Objectif : Initiation aux outils mathématiques théoriques et pratiques de base en optimisation numérique : existence, conditions d'optimalité d'ordre 1 et 2, méthodes de gradient. Mise en oeuvre des principales méthodes numériques vues en cours lors de travaux pratiques en Python.

Programme :

- ▷ *Rappels de calcul différentiel* : fonctions de classe $\mathcal{C}^1$, matrice jacobienne, gradient, matrice Hessienne, différentes formules de Taylor.
- ▷ *Convexité, fonctions convexes.*
- ▷ *Optimisation sans contrainte* : conditions d'optimalité d'ordre 1 et 2.
- ▷ *Algorithmes de descente* d'ordre 1 (gradient) et 2 (Newton).
- ▷ *Optimisation avec contraintes* (de type égalité ou inégalité) :
 - cas des contraintes égalités : conditions d'ordre 1 (extrema liés) et 2.
 - cas des contraintes inégalités : conditions d'ordre 1 (Karush-Kuhn-Tucker).
 - cas des fonctions convexes sur des convexes.
 - notions sur les qualifications des contraintes.
- ▷ *Algorithme de gradient avec contrainte* : gradient projeté, Uzawa.
- ▷ Méthode de type Newton.

3.13 LSMA670 : Analyse et intégration

ECTS : 6

Semestre : 6

Volume horaire : 18 heures de CM et 36 heures de TD

Licence : L3 MIASHS

Prérequis : LSMA100, LSMA202N, LSMA302, LSMA401*, LSMA500*

Objectif : Approfondissement des notions fondamentales d'analyse vues en L2 : introduction des suites et séries de fonctions, théorèmes fondamentaux d'intégration et équations différentielles scalaires et vectorielles.

Programme :

- ▷ *Suites et séries de fonctions* : définitions, critères de convergence, convergence simple, uniforme et normale. Théorèmes d'interversion : continuité, dérivabilité, intégration.
- ▷ *Intégration* :
 - Intégrales à paramètres, théorèmes de continuité et de dérivabilité.
 - Théorèmes d'intégration : théorème de convergence dominée, , théorème de Fubini, théorème de changement de variable.
- À noter : Il s'agit d'énoncer les théorèmes sans aborder la théorie de la mesure et de les appliquer (par exemple en probabilité).
- ▷ *Équations différentielles* :
 - Théorème de Cauchy-Lipshitz.
 - Equations linéaires et non linéaires d'ordre 1.
 - Systèmes d'équations différentielles linéaires : solution générale, équilibre, convergence, stabilité, portrait de phases.

Bibliographie :

- Thuillier P., Belloc J.-C. *Mathématiques 2. Analyse, Calcul Intégral, Equations différentielles* Dunod, 2004

3.14 LSMA690 — Projet

ECTS : 6

Semestre : 6

Licence : L3 MIASHS

Prérequis : Toutes les UEs de la licence MIASHS des BCC de mathématiques, d'économie et de sociologie.

Objectif :

Le projet s'effectue en trinôme.

Il consiste à effectuer un travail approfondi de recherche dans le domaine des mathématiques appliquées, de l'économie ou de la sociologie, permettant en particulier d'affiner le projet de poursuite d'études.

En mathématiques et en économie, les sujets sont en général proposés par les encadrant(e)s, en lien la plupart du temps avec leurs thématiques de recherche. En sociologie, le sujet peut être proposé par l'encadrant(e) ou choisi par le trinôme suivant le cas.

Un travail conséquent tout au long du semestre doit être fourni, des points réguliers sont faits avec l'encadrant(e) sur l'état d'avancement des travaux.

Le projet donne lieu à la rédaction d'un rapport écrit et d'une soutenance orale.

L'évaluation tient compte du travail régulier fourni au cours du semestre, du rapport écrit et de la soutenance orale.

3.15 LSMA692 — Projet professionnel tuteuré en équipe

ECTS : 6

Semestre : 6

Licence : L3 Maths et LDDMP

Descriptif :

Ce projet s'effectue en trinôme et les sujets s'articulent principalement autour des activités de recherche des encadrants (enseignants, enseignants-chercheurs). Le projet est l'occasion d'approfondir un sujet ou de découvrir un nouveau sujet dans les domaines de l'analyse, l'analyse numérique, l'algèbre, les probabilités, la statistique... Le projet peut comporter une partie de programmation.

Un *travail régulier*, simultanément au reste des cours, est demandé. Ainsi les étudiants font régulièrement état de l'avancement de leurs travaux avec leur encadrant.

Le projet donne lieu à la rédaction d'un mémoire et d'une soutenance orale. La note finale à cette UE tient compte de l'avancement à mi-semestre (engagement du trinôme) et suit un barème communiqué au départ.