



Année universitaire 2016-2017

MASTER SCIENCES ET TECHNOLOGIE

MENTION :

MATHÉMATIQUES

SPÉCIALITÉ :

ANALYSE APPLIQUÉE ET MODÉLISATION

Responsable de la spécialité :

Jean-Paul CHEHAB, Professeur.
Jean-Paul.chehab@u-picardie.fr



L.A.M.F.A.
Laboratoire Amiénois de Mathématique Fondamentale et Appliquée

ANALYSE APPLIQUÉE ET MODÉLISATION

La spécialité "Analyse Appliquée et Modélisation" remplace et prolonge le **DEA Analyse Appliquée** et le **DESS MAI**.

La spécialité "Analyse Appliquée et Modélisation" a pour vocation de proposer aux étudiants une formation de haut niveau en mathématiques appliquées et applications des mathématiques.

Les compétences acquises auront trait à la modélisation, l'analyse numérique des équations aux dérivées partielles, le calcul scientifique, le traitement de signal, les probabilités et la théorie ergodique.

Elle vise à former des diplômés capables d'une part d'assurer un service pointu de veille technologique et d'autre part de mettre en œuvre ou créer les outils mathématiques et algorithmiques les plus adaptés à des problèmes variés de modélisation et de simulation.

Il prépare aux métiers d'ingénieur mathématicien (Aéronautique, traitement du signal et de l'image, secteur bancaire..). Le Master pourra se poursuivre par le biais d'une thèse.

Le Master 2 est ouvert aux titulaires d'un Master de mathématiques, d'une MIM (maîtrise d'ingénierie mathématique) ou d'un diplôme équivalent.

Il accepte des étudiants salariés au titre de la formation continue.

Le Master 1, non présenté ici, est ouvert aux titulaires d'une Licence de mathématiques.

L'équipe d'accueil de la mention est le **LAMFA**, Laboratoire Amiénois de Mathématique Fondamentale et Appliquée, UMR 7352 du CNRS.

Dossier de préinscription : Université de Picardie Jules Verne
UFR des Sciences
Mme Martine Hazebroucq
Master Mention Mathématiques
Spécialité Analyse Appliquée et Modélisation
33 rue Saint-Leu, 80039 Amiens Cedex 1

Secrétariat du département de mathématiques :
martine.hazebroucq@u-picardie.fr
tel : 03 22 82 75 01

Les dossiers de préinscription sont à envoyer avant le **1er septembre 2016**.

MODALITÉS DE CONTRÔLE DES CONNAISSANCES

Une UE est validée par le biais d'un examen ou d'un projet.
Évaluation du **stage** par un rapport écrit et une soutenance orale devant jury.
Le stage est obligatoire.



L.A.M.F.A.
Laboratoire Amiénois de Mathématique Fondamentale et Appliquée

UE OBLIGATOIRES

Anglais Scientifique en Situation
Conduite de projets

M. Asch
M. Asch

UE MAJEURES (Deux à choisir parmi trois)

Approximation numérique, Calcul Scientifique et Modélisation
et applications à la mécanique des fluides ou au contrôle non destructif

J.P. Chehab, V. Martin

EDP et Traitement de données biologiques et modélisation

A. Farina, Y. Mammeri, J.-P. Chehab

Théorie Ergodique,
Modélisation stochastique, processus et formalisme thermodynamique

A.H. Fan, F. Paccaut

UE OPTIONNELLES

Dynamiques différentiables

S. Petite

Introduction aux équations aux dérivées partielles dispersives et stochastiques O. Goubet, Y. Mammeri

L.A.M.F.A.
Laboratoire Amiénois de Mathématique Fondamentale et Appliquée

**Approximation numérique, Calcul Scientifique et Modélisation
et applications à la mécanique des fluides
ou au contrôle non destructif**

10 ECTS

Intervenants : Jean-Paul CHEHAB (LAMFA), Véronique MARTIN (LAMFA).

Programme indicatif :

Approximation des EDP

Différences finies : Rappels et compléments, formalisme d'opérateurs, Schémas compacts, Solveurs rapides

Eléments finis : Formulation variationnelle, approximation variationnelle abstraite, méthodes de Galerkin. Interpolation dans R^N , Espaces d'éléments finis, construction et mise en œuvre, théorie de l'erreur. Exemples : problèmes aux limites elliptiques (Dirichlet, Neumann), problème de Stokes.

Introduction aux méthodes spectrales : généralités sur les polynômes orthogonaux, Legendre, Fourier

Méthodes numériques pour le Calcul Scientifique

Ce cours présente quelques techniques numériques et leurs mise en œuvre à l'aide de logiciels de calcul scientifique modernes. On abordera notamment les méthodes efficaces de résolution de grands systèmes linéaires et non linéaires (méthodes directes, de Krylov, préconditionnement, méthodes de type Newton). Les illustrations seront effectuées avec Matlab pour la partie algorithmique ; FreeFem++ sera utilisé pour la résolution par éléments finis d'EDP elliptiques et paraboliques, linéaires ou non.

Bibliographie :

C. Bernardi et Y Maday Approximations spectrales de problèmes aux limites elliptiques. Springer

F. Brezzi et M. Fortin, mixed and hybrid finite elements methods, Springer 1991.

A. Ern et J.-L. Germond "Théorie et pratique de éléments finis", Springer 2004

B. Lucquin, O. Pironneau, Introduction au calcul scientifique, Masson, 1996.

A. Quarteroni, Sacchi, Saleri, Calcul Scientifique, Springer

A. Quarteroni, A. Valli, Numerical Approximation of PDE, Springer

Stoer et Burlich "introduction to numerical analysis" , 2ed., Springer, 1993



L.A.M.F.A.
Laboratoire Amiénois de Mathématique Fondamentale et Appliquée

EDP, Traitement de données biologiques et modélisation

10 ETCS

Intervenants : Alberto FARINA, Youcef MAMMERI, Jean-Paul CHEHAB

Programme indicatif :

Equations aux Dérivées Partielles et Calcul des Variations.

Existence, propriétés qualitatives et aspects géométriques de solutions d'équations et de systèmes d'équations aux dérivées partielles non-linéaires de type elliptique et parabolique.

Bibliographie :

S.P. Harbison, G.L. Steele Jr., C: A reference manual, Prentice-Hall, 1987.

L. C. Evans, Partial differential equations, Graduate studies in Mathematics, 19, AMS, Providence, RI, 1988

D. Gilbarg, N.S. Trudinger, Elliptic partial differential equations of second order, reprint of the 1998 edition, classics in Mathematics, Springer-Verlag, Berlin, 2001.

O. Kavian, Introduction à la théorie des points critiques et applications aux problèmes elliptiques, Mathématiques et applications (Berlin), 13, Springer-Verlag, Paris, 1993.

Traitement de données biologiques et modélisation :

L'objectif est d'étudier des modèles pour des systèmes biologiques et l'analyse de données issues des expériences en biologie - les 2 thèmes sont liés par l'estimation des paramètres. Le module sera divisé en 3 parties :

1. Analyse des données (15h)
2. Construction des modèles (25h)
3. Estimation des paramètres (10h)

1 Analyse des données

Avec l'arrivée des grandes masses de données (le "big data") issues des appareils de mesure de toutes sortes, la nécessité de les analyser devient urgente

1. Introduction : les quatre identificateurs de "big data" (1h)
2. Les méthodes d'apprentissage non-supervisé : analyse en composantes principales, clustering (8h)
3. Les méthodes d'apprentissage supervisé : régression, SVM. (6h)

2 Construction des modèles

De nombreuses classes de modèles mathématiques existent pour décrire un système biologique. Nous nous intéresserons ici aux modèles en compartiments et leur formalisation sous forme de systèmes dynamiques.

1. Le principe des modèles en compartiments (2h)
2. Les modèles de populations en interaction (10h)
3. Les modèles de réseau de régulation cellulaire (12h)

3 Estimation de paramètres

Les paramètres inconnus d'un modèle biologique peuvent être estimés par des méthodes déterministes et/ou par des méthodes statistiques

1. Techniques d'optimisation : régression linéaire et non linéaire, ... (2h)
2. Estimation bayésienne (6h)
3. Filtres de kalman (2h)

Bibliographie :

G. Saporta, Probabilités, Analyse de Données et Statistique , Technip, 1990.

M. DeGroot, M. Schervish, Probability and Statistics , Addison Wesley, 2002.

Spiegel, Murray et Larry Stephens, Statistique : Cours et problèmes, 3ème édition, Série Schaum/McGraw Hill. 2000.

James, Witten, Hastie, Tibshirani, Introduction to Statistical Learning with R . Springer 2013.



L.A.M.F.A.
Laboratoire Amiénois de Mathématique Fondamentale et Appliquée

Théorie Ergodique, Modélisation stochastique, processus et formalisme thermodynamique.

10 ECTS

Intervenants : Frédéric PACCAUT (LAMFA), Ai Hua FAN (LAMFA)

Modélisation stochastique, processus et formalisme thermodynamique.

Il s'agit d'une introduction à la modélisation stochastique basée sur des outils discrets (chaînes de Markov, chaînes d'ordre infini), des outils continus (mouvement brownien) et sur le formalisme thermodynamique, adapté de la mécanique statistique aux systèmes dynamiques. Des applications pourront être développées en rapport avec des problèmes venant de la physique, de la chimie et de la biologie. Avoir suivi le cours de théorie ergodique est conseillé pour suivre cette option (mais pas obligatoire).

Bibliographie :

- N. Bouleau, Processus stochastiques et applications, Hermann 1988.
- K.L. Chung et R.J. Williams, Introduction to stochastic integration, Birkhauser 1990.
- I. Karatzas et S. Shreve, Brownian motion and stochastic calculus, Springer 1987.
- D. Lambertson et B. Lapeyre, Introduction au calcul stochastique appliqué à la finance.
- B. Oksendal, Stochastic differential equations, an introduction with applications, Springer-Verlag, 4th ed., 1995.
- A.D. Wentzell, A course in the theory of stochastic processes, McGraw-Hill, 1981.

Théorie ergodique et dynamique symbolique

Systèmes dynamiques topologiques et mesurés. Définitions et exemples.

Mesures invariantes, opérateur de Perron.

Réurrence.

Théorèmes ergodiques de Birkhoff et de Von Neumann,

Mélanges et caractérisation.

Entropies topologique, de Bowen, et mesuré.

Dimension de Hausdorff

Principe variationnel.

Dynamique symbolique. Sous-shifts de type fini.

Théorème de Ruelle-Perron-Frobenius.

Sous-shifts d'entropie nulle.

Bibliographie :

- A. Katok, B. Hasselblatt, Introduction to the Modern Theory of Dynamical Systems, (Encyclopedia of Mathematics and Its Applications, No 54), Cambridge Univ Pr (Pap Txt), 1997.
- G.H. Choe, Computational Ergodic Theory Series, Algorithms and Computation in Mathematics, Vol. 13, Springer 2005, Approx. 460 p. 500 illus., Hardcover.
- Dajani, Karma; Kraaikamp, Cor, Ergodic theory of numbers, Carus Mathematical Monographs, 29. Mathematical Association of America, Washington, DC, 2002. x+190 pp.
- M.G. Nadkarni, Basic Ergodic Theory, Series, Birkhauser Advanced Texts, 1998.
- W. Parry, Topics in Ergodic Theory, Cambridge University Press.
- K. Petersen, Ergodic Theory.
- M. Pollicott; Yuri, Michiko, Dynamical Systems and Ergodic Theory, (London Mathematical Society Student Texts , No 40), Cambridge Univ Pr, (Pap Txt), 1998.
- P. Walters, An Introduction to Ergodic Theory, Series Graduate Texts in Mathematics, Vol. 79, 1981, hardcover



L.A.M.F.A.
Laboratoire Amiénois de Mathématique Fondamentale et Appliquée

Dynamiques Différentiables

5 ECTS

Intervenants : Samuel PETITE (LAMFA)

Objectif La théorie classique des systèmes dynamiques est née d'un constat d'échec : on ne peut pas résoudre explicitement les équations différentielles, et on a donc intérêt, d'après Poincaré, à les étudier qualitativement. Dans cette optique, on s'intéressera aux comportements asymptotiques qualitatifs des solutions d'équations différentielles ordinaires (EDO) dans un ouvert de \mathbb{R}^n : vers quoi tend une solution ? que se passe-t-il si l'on commet une petite erreur dans les conditions initiales ?... Pour ce faire, nous étudierons tout d'abord les dynamiques sur des espaces très simples comme l'intervalle et le cercle. Puis nous nous intéresserons aux comportements des solutions d'EDO dans le plan et près des singularités dans \mathbb{R}^n . Finalement, nous regarderons comment varient ces comportements si l'on commet une petite erreur dans l'équation différentielle (étude des phénomènes de bifurcation). Le cours est auto-contenu. Le module de théorie ergodique n'est pas obligatoire pour suivre cette option, mais il peut représenter un plus, pour bien comprendre les notions.

Bibliographie :

V. Arnol'd, Ordinary differential equations, Berlin Heidelberg New York : Springer 1992, 334 p.

A. Katok, B. Hasselblatt, Introduction to the Modern Theory of Dynamical Systems, (Encyclopedia of Mathematics and Its Applications, No 54), Cambridge Univ Pr (Pap Txt), 1997.

M.W. Hirsch, S. Smale : Differential Equations, Dynamical Systems, and Linear Algebra, Academic Press, 1974.

J. Hubbard, B. West, Équations différentielles et systèmes dynamiques , Éd. Cassini, Paris.

P. Walters, An Introduction to Ergodic Theory, Series Graduate Texts in Mathematics, Vol. 79, 1981, hardcover



L.A.M.F.A.
Laboratoire Amiénois de Mathématique Fondamentale et Appliquée

Introduction aux équations aux dérivées partielles dispersives et stochastiques

5 ECTS

Intervenants : Olivier GOUBET (LAMFA), Youcef MAMMERI (LAMFA)

La modélisation de la propagation d'une onde sur un canal, par exemple le mascaret, nécessite la compréhension mathématique d'une équation aux dérivées partielles non linéaire dispersive. Les développements récents conduisent à considérer des équations où des termes aléatoires sont présents, notamment pour appréhender le cas où le fond du canal n'est pas connu. Dans ce cours, nous nous consacrerons à un tel modèle. Nous donnerons les clés pour appréhender le problème de Cauchy associé à cette équation, dans les cas déterministes et stochastiques. L'aspect de simulation numérique sera aussi évoqué.

Connaissances préalables requises : quelques bases en analyse fonctionnelle.

Le cours sera essentiellement auto-contenu et les rappels de probabilités seront faits quand nécessaire.

Programme indicatif :

- Intégrales de Ito et de Stratanovich, processus de Wiener ;
- Inégalités de dispersion et de Strichartz ;
- Formule de Duhamel, problème de Cauchy.

Bibliographie :

- [1] T. Cazenave, A. Haraux, Une introduction aux équations d'évolution semi-linéaires.
- [2] F. Linares, G. Ponce, Introduction to Nonlinear Dispersive Equations, Universitext, 2009
- [3] T. Tao, Nonlinear dispersive equations, NFS-CBMS 106, Regional conferences in Mathematics, 2006.

