UNIVERSITÉ de Picardie Jules Verne
www.u-picardie.fr

UFR DES SCIENCES

33 rue Saint-Leu
80039 AMIENS CEDEX 1

sciences technologie santé

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

Année universitaire 2014-2015

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

UNIVERSITÉ de Picardie Jules Verne
www.u-picardie.fr

UFR DES SCIENCES

33 rue Saint-Leu
80039 AMIENS CEDEX 1

sciences technologie santé

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'une Maîtrise 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 **12 juin 2014**.

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.

UNIVERSITÉ de Picardie Jules Verne
www.u-picardie.fr

UFR DES SCIENCES

33 rue Saint-Leu
80039 AMIENS CEDEX 1

sciences technologie santé

L.A.M.F.A.

Laboratoire Amiénois de Mathématique Fondamentale et Appliquée

UE OBLIGATOIRES

Anglais Scientifique en Situation — F. Paccaut
Conduite de projets — S. Dumont, V. Martin

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, M. Asch, N. Bahi Jaber

Théorie Ergodique, Modélisation stochastique, processus et formalisme thermodynamique — A.H. Fan, F. Paccaut

UE OPTIONNELLES

Dynamiques différentiables — F. Durand

Modélisation Mécanique et Couplage Multi-physique — S. Dumont, J. Fortin

Milieux Granulaires et Physique des Cristaux Liquides (S3, M2 Physique) — M. Benlahsen M.Guedda, C. Meyer

UNIVERSITÉ de Picardie Jules Verne

www.u-picardie.fr

UFR DES SCIENCES

33 rue Saint-Leu
80039 AMIENS CEDEX 1

sciences technologie santé

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 Galerkine. 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 le 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

UNIVERSITÉ de Picardie Jules Verne
www.u-picardie.fr

UFR DES SCIENCES

33 rue Saint-Leu
80039 AMIENS CEDEX 1

sciences technologie santé

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

EDP, Traitement de données biologiques et modélisation

10 ETCS

Intervenants : Alberto FARINA, Mark ASCH (LAMFA), Nargès BAHI-JABER (LASALLE BEAUVAIS) .

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 éxpériences 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.

UNIVERSITÉ de Picardie Jules Verne
www.u-picardie.fr

UFR DES SCIENCES

33 rue Saint-Leu
80039 AMIENS CEDEX 1

sciences technologie santé

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. Lamberton 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.
Récurrence.
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. Mat hematical
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, har dcover

UNIVERSITÉ de Picardie Jules Verne
www.u-picardie.fr

UFR DES SCIENCES

33 rue Saint-Leu
80039 AMIENS CEDEX 1

sciences technologie santé

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

Dynamiques Différentiables

5 ECTS

Intervenants : Fabien DURAND (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 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 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

UNIVERSITÉ de Picardie Jules Verne
www.u-picardie.fr

UFR DES SCIENCES

33 rue Saint-Leu
80039 AMIENS CEDEX 1

sciences technologie santé

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

Modélisation Mécanique et Couplage Multi-physique

5 ECTS

Intervenants : Serge DUMONT (LAMFA), Jérôme FORTIN (LTI)

Ce module est une introduction aux couplages (thermique, électrique, ...) en mécanique des milieux continus. L'objectif consiste à étudier comment les différents phénomènes physiques peuvent interagir (couplage faible, couplage fort), et quelles sont les différentes lois de conservation à satisfaire lors de la modélisation de ce type de problème.

Programme indicatif :

1 Description du mouvement d'un milieu continu
2 Lois de conservation
3 Conservation de la quantité de mouvement
4 Conservation de la quantité d'énergie (premier et second principe de la thermodynamique)
5 Elasticité linéaire
6 Mécanique du contact frottant
7 Couplage Multi-physique

Bibliographie :

[1] Mécanique des milieux continus, G. Duvaut, Masson (et exercices...).
[2] Introduction à la mécanique des milieux continus, P. Germain, P. Muller, ens. de la physique, Masson.
[3] Elasticité tridimensionnelle, P. G. Ciarlet, ens. de la physique, Masson.
[4] Mechanics of continua, A. C. Eringen, Wiley, 2010.

UNIVERSITÉ de Picardie Jules Verne
www.u-picardie.fr

UFR DES SCIENCES

33 rue Saint-Leu
80039 AMIENS CEDEX 1

sciences technologie santé

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

Milieux Granulaires et Physique des Cristaux Liquides

5 ECTS

(Il s'agit d'une option du master 2 de physique, que les étudiants du AAM peuvent suivre et valider)

Intervenants : Mohammed BENLAHSEN (LPMC), Mohammed GUEDDA (LAMFA) et C. Meyer (LPSC)

Dans la première partie nous allons présenter les caractéristiques physiques des milieux granulaires, les contacts et collisions de grain. La dynamique, instabilités et métastabilités des milieux granulaires et leurs propriétés électrique. La partie deux porte sur les différentes phases des cristaux liquides, leurs propriétés viscoélastique et sur la modélisation solide de Klevin-Voigt et le liquide de Maxwell.

Programme indicatif:

1) Généralités sur les milieux granulaires
Contact et collisions de grains
Dynamique, instabilités et métastabilités des milieux granulaires
Propriétés viscoélastique des milieux granulaires

2) Les phases des les cristaux liquides
Propriétés viscoélastique de ces phases:
Régimes d'écoulement, viscosité, contrainte de cisaillement et propriétés dynamiques
Modélisation: Solide de Klevin-Voigt, Liquide de Maxwell