

**ANALYSE APPLIQUEE 1**  
**APPLIED ANALYSIS 1**

<b>Code ECTS :</b> 3 - MIMAA	<b>Volume total :</b> C 18h, TD 18h
<b>Crédits ECTS :</b> Cours annuel	<b>Période :</b> Semestre 1

**ENSEIGNANTS :** Robert DALMASSO, Sylvain MEIGNEN, Florent CADOUX  
**e.mail :** Robert.Dalmasso@imag.fr, Sylvain.Meignen@imag.fr, Florent.Cadoux@inrialpes.fr

**Objectifs de l'enseignement**  
 Nous introduisons quelques outils mathématiques de base qui seront utilisés par exemple dans le traitement du signal et dans l'étude des équations aux dérivées partielles.

**Contenu**  
 Espaces vectoriels normés : définitions, espace de Banach (théorème du point fixe contractant et applications), compacts dans les e.v.n. (théorème de Riesz), produit d'e.v.n., applications linéaires et continues, meilleure approximation sur un e.v.n. de dimension finie, séries dans les e.v.n.  
 Différentiabilité dans les Banach : théorème de la moyenne, exemple de dérivabilité sur des espaces fonctionnels, théorème des fonctions implicites, théorème d'inversion locale.  
 Espaces de Hilbert : théorème de la projection orthogonale, théorème de représentation de Riesz, bases hilbertiennes.  
 Compléments d'intégration.  
 Convexité.

**Prérequis**  
 Les notions topologiques des espaces de dimension finie.

**Evaluation**  
 Examens écrits.

**Objectives**  
 We introduce some basic mathematical tools that will be used for instance in signal processing and in the study of partial differential equations.

**Contents**  
 Normed linear spaces : Banach spaces (the Banach fixed point theorem and applications), compact sets (the Riez theorem), bounded linear operators.  
 Differential calculus in Banach spaces.  
 Hilbert spaces : the projection theorem, complete orthonormal systems.  
 Integration.  
 Convexity.

**Prerequisites**  
 Topological notions in finite dimensional spaces.

**Evaluation**  
 Written examinations.

**Bibliographie / textbooks**  
 J. DIEUDONNE : Fondements de l'analyse moderne.

**ANALYSE APPLIQUEE 2**  
**APPLIED ANALYSIS 2**

<b>Code ECTS :</b> 3 - MIMAA	<b>Volume total :</b> C 18h, TD 18h
<b>Crédits ECTS :</b> Cours annuel	<b>Période :</b> Semestre 2

**ENSEIGNANTS :** Valérie PERRIER, Sylvain MEIGNEN, Elie BRETIN, Florent CADOUX, Carine LUCAS  
**e.mail :** Valerie.Perrier@imag.fr, Sylvain.Meignen@imag.fr, Elie.Bretin@imag.fr, Florent.Cadoux@inrialpes.fr, Carine.Lucas@imag.fr

**Objectifs de l'enseignement**

Ce cours introduit les outils mathématiques d'analyse utilisés classiquement en traitement du signal ou en calcul scientifique. Des travaux pratiques sur MATLAB donnent des applications de ces outils pour le filtrage linéaire des signaux ou la compression d'image.

**Contenu**

- 1 - Transformée de Fourier des fonctions. Application à la résolution d'équations différentielles et d'EDP, ainsi qu'au filtrage de signaux.
- 2 - Théorie élémentaire des distributions
- 3 - Transformée de Fourier des distributions. Application à l'échantillonnage des fonctions et théorème de Shannon

**Prérequis**

Cours d'analyse appliquée 1

**Evaluation**

Deux examens écrits et 1 compte-rendu de TP à réaliser en binôme.

**Objectives**

This course introduces the mathematical tools that are usually used in signal processing and in scientific computing. Pratical works on MATLAB illustrate the theory for linear filtering of signals and image compression.

**Contents**

- 1 - Fourier transform of functions: application to the resolution of ordinary differential equations and PDEs, and signal filtering
- 2 - Theory of distributions
- 3 - Fourier transform of distributions: application to sampling and Shannon theorem.

**Prerequisites**

Applied analysis-1 course.

**Evaluation**

Two written examinations and one pratical work report.

**Bibliographie / textbooks**

- G. GASQUET, P. WITOMSKI "Analyse de Fourier et applications", Masson.  
 R. DALMASSO, P. WITOMSKI "Analyse de Fourier et applications" Exercices corrigés  
 R. REINHARD, "Eléments de mathématiques du signal – Tome 1 : signaux déterministes", Dunod, Paris, 1997.  
 G. DEMENGEL, P. BENICHO, R. BENICHO, N. BOY, JP. POUGET « Distributions et Applications », Ellipses, 1996.

## METHODES NUMERIQUES 1 NUMERICAL METHODS 1

Code ECTS : 3 - MIMMN1  
Crédits ECTS : 2.5

Volume total : CTD 18h + LS  
Période : Semestre 1

ENSEIGNANTS : Jean DELLA DORA, Valérie PERRIER  
e.mail : Jean.Della-Dora@imag.fr, Valérie.Perrier@imag.fr

### Objectifs de l'enseignement

Centré sur la résolution sur ordinateur de problèmes différentiels, le but de ce cours est d'introduire le domaine du Calcul Scientifique : contexte scientifique et industriel (problèmes numériques, simulations), les outils mathématiques sous-jacents (analyse appliquée, complexité, convergence) et les techniques de mise en œuvre informatique.

Le cours est illustré par un travail pratique à réaliser en binôme.

### Contenu

- I. Un exemple introductif. Arithmétique machine et ses conséquences.
- II. Interpolation. Newton et formules d'erreurs. Splines cubiques
- III. Intégration numérique. Abscisses de Gauss, extrapolation de Romberg.
- IV. Equations différentielles : méthodes à pas séparés. Consistance, stabilité, ordre. Méthodes de Runge-Kutta.

### Pré-requis

Mathématiques de base (niveau 1<sup>er</sup> cycle), introduction à la programmation.

### Evaluation

1 examen écrit + stage.

### Objectives

Focusing on the numerical solving of differential problems, this course introduces the field of scientific computing : scientific and industrial context (numerical problems, simulations) ; underlying mathematics (applied analysis, complexity, convergence) ; implementation on computers. The course is illustrated by a practical work.

### Contents

- I. Introduction example. Computer arithmetic
- II. Interpolation. Newton and error formulae. Splines
- III. Numerical integration. Gauss method ; Romberg extrapolation.
- IV. Differential equations : single step methods. Consistance, stability, order. Runge-Kutta

### Prerequisites

Basic mathematics (level 3rd year at university) ; introduction to programming

### Evaluation

1 written examination + 1 project.

### Bibliographie / textbooks

- Analyse numérique des équations différentielles. M.Crouzeix, A.L. Mignot. Masson.
- Numerical Recipes : the Art of Scientific Computing. W.H. Press ; B.P. Flannery ; S.A. Teukolsky ; W.T. Vetterling. Cambridge University Press.

## METHODES NUMERIQUES 2 NUMERICAL METHODS 2

**Code ECTS :** 3 - MIMMN2  
**Crédits ECTS :** 2

**Volume total :** CTD 18h + LS  
**Période :** Semestre 2

**ENSEIGNANTS :** Jean DELLA DORA, Stefanie HAHMANN, Carine LUCAS  
**Email :** Jean.Della-Dora@imag.fr, Stefanie.Hahmann@imag.fr, Carine.Lucas@imag.fr

### Objectifs de l'enseignement

Etudier les méthodes numériques de base utilisées dans le domaine de la modélisation numérique et du calcul scientifique. Un travail pratique (TP) traitant d'un problème applicatif issu de la physique, géophysique, des sciences biologiques ou des sciences de l'ingénieur, est effectué sous Scilab ou Matlab.

### Contenu

- I. Motivation : modélisation et systèmes d'équations.
- II. Systèmes linéaires denses : méthodes directes de Gauss et Cholesky.
- III. Systèmes non linéaires : méthode de Newton.
- IV. Systèmes sous ou sur-déterminés : méthode des moindres carrés.
- V. Grands systèmes linéaires creux : méthodes itératives.  
Stabilité des systèmes et conditionnement.  
Méthode de relaxation.  
Méthodes de descente et méthode du gradient conjugué. Préconditionnement.

### Pré-requis

Méthodes Numériques I, Analyse appliquée I, Mathématiques 1<sup>er</sup> cycle, Programmation.

**Evaluation :** 1 examen écrit + 1 TP

### Objectives

The course aims to study the classical numerical methods used in numerical modeling and computational sciences. A practical work is done using Scilab or Matlab. It treats of an problem arising in physics, geophysics, biological sciences or engineering.

### Contents

- I. Motivation: modeling and systems of equations.
- II. Dense linear systems : direct methods of Gauss and Cholesky.
- III. Non linear systems : Newton's method
- IV. Sub and over-determined systems : Least square methods.
- V. Large and sparse linear systems : iterative methods.  
Numerical stability and conditionning.  
Relaxation method.  
Methods of descent and conjugated gradient method. Preconditioning.

### Prerequisites

Numerical methods 1 ; mathematical analysis (level 3rd year at university) ; programming.

**Evaluation :** 1 written examination + 1 practical work.

### Bibliographie / textbooks

- « Analyse Numérique Matricielle Appliquée à l'Art de l'Ingénieur ». Tomes 1 et 2. P. Lascaux, R. Theodor. Masson.
- « Méthodes numériques pour le calcul scientifique ». A. Quarteroni, R. Sacco, F. Saleri. Springer.
- "Numerical Recipies : the Art of Scientific Computing". W.H. Press ; B.P. Flannery ; S.A. Teukolsky ; W.T. Vetterling. Cambridge University Press.

**PROBABILITES APPLIQUEES 1**  
**PROBABILITY THEORY AND APPLICATIONS 1**

<b>Code ECTS :</b> 3 - MIMPA	<b>Volume total :</b> C 18h, TD 18h
<b>Crédits ECTS :</b> Cours annuel	<b>Période :</b> Semestre 1

**ENSEIGNANTS :** Olivier FRANCOIS, Maryse BEGUIN, Eric DURAND  
**e.mail :** Olivier.Francois@imag.fr, Maryse.Beguin@imag.fr, Eric.Durand@imag.fr

**Objectifs de l'enseignement**

L'objectif de ce cours est de proposer une introduction aux concepts de base du calcul des probabilités et de la modélisation de phénomènes aléatoires. Il s'agit d'un cours dont la finalité est tournée vers les applications. Ainsi, l'accent est mis sur les principes de modélisation et sur les techniques de calcul et de simulation qui sont utiles à l'ingénieur. Le cours privilégie une approche fondée sur des exemples, et les notions étudiées sont systématiquement illustrées de manière concrète.

**Contenu**

Modèles probabilistes. Conditionnement, Indépendance.  
 Variables aléatoires. Couple de variables aléatoires.

**Prérequis**

Aucun.

**Evaluation**

Examens écrits.

**Objectives**

These lectures are intended to provide the main tools for the mathematical modelling of randomness as well as the basic techniques in probability theory. Many examples will illustrate the fundamental notions of this course.

**Contents**

Axioms of probability. Conditional probability. Independence.  
 Random variables. Couple of random variables

**Prerequisites**

None.

**Evaluation**

Written exams.

**References/Textbooks :**

S.M. ROSS : "Introduction to Probability models, 8th edition", Apress, 2003  
 C.M. GRINSTEAD and J.L. SNELL : "Introduction to Probability" (licence GPL), <http://www.dartmouth.edu/~chance/JLSnell.html>

**PROBABILITES APPLIQUEES 2**  
**PROBABILITY THEORY AND APPLICATIONS 2**

<b>Code ECTS :</b> 3 - MIMPA	<b>Volume total :</b> C 18h, TD 18h
<b>Crédits ECTS :</b> Cours annuel	<b>Période :</b> Semestre 2

**ENSEIGNANTS :** Hervé GUIOL, Irène GANNAZ, Thomas BURGER, Florent CADOUX  
**e.mail :** Herve.Guiol@imag.fr, Irene.Gannaz@imag.fr, Thomas.Burger@lis.inpg.fr, Florent.Cadoux@inrialpes.fr

**Objectifs de l'enseignement**

L'objectif de ce cours est de proposer une introduction aux concepts de base du calcul des probabilités et de la modélisation de phénomènes aléatoires. Il s'agit d'un cours dont la finalité est tournée vers les applications. Ainsi, l'accent est mis sur les principes de modélisation et sur les techniques de calcul et de simulation qui sont utiles à l'ingénieur. Le cours privilégie une approche fondée sur des exemples, et les notions étudiées sont systématiquement illustrées de manière concrète.

**Contenu**

Vecteurs gaussiens. Convergences. Chaînes et Processus de Markov.

**Prérequis**

Probabilités appliquées 1.

**Evaluation**

Examens écrits.

**Objectives**

These lectures are intended to provide the main tools for the mathematical modelling of randomness as well as the basic techniques in probability theory. Many examples will illustrate the fundamental notions of this course.

**Contents**

Gaussian vectors. Convergences. Markov chains. Markov processes.

**Prerequisites**

Probability theory and applications 1.

**Evaluation**

Written exams.

**References/Textbooks :**

S.M. ROSS : "Introduction to Probability models, 8th edition", Apress, 2003

C.M. GRINSTEAD and J.L. SNELL : "Introduction to Probability" (licence GPL), <http://www.dartmouth.edu/~chance/JLSnell.html>

**RECHERCHE OPERATIONNELLE ET OPTIMISATION COMBINATOIRE (INTRODUCTION)  
INTRODUCTION TO OPERATIONS RESEARCH AND COMBINATORIAL OPTIMIZATION**

<b>Code ECTS :</b> 3 - MIMRO	<b>Volume total :</b> CTD 36h
<b>Crédits ECTS :</b> 2,5	<b>Période :</b> Semestre 1

**ENSEIGNANTS :** Wojciech BIENIA, Marie-Paule CANI, Denis NADDEF, Zoltan SZIGETI,  
**e.mail :** Wojciech.Bienia@g-scop.inpg.fr, Marie-Paule.Cani@imag.fr, Denis.Naddef@g-scop.inpg.fr,  
 Zoltan.Szigeti@g-scop.inpg.fr

**Objectifs de l'enseignement**

Apprendre comment modéliser certains problèmes susceptibles d'être résolus par des méthodes d'Optimisation Combinatoire.

**Contenu**

La théorie des graphes présentée comme un remarquable outil de modélisation : de nombreux exercices illustrent les notions de base : connexité, stabilité, problèmes de coloration, couplages, arbres et arborescences, structurations des données.  
 La programmation linéaire : concepts fondamentaux, l'aspect algorithmique (la méthode du simplexe) et l'aspect théorique.  
 Les aspects algébriques et algorithmiques des graphes (co-)cycles, (co-)arbres.  
 On présente quelques algorithmes sélectionnés comme :  
 - arbres de recouvrement de poids optimal ;  
 - chemins optimaux et leurs applications dans des ordonnancements de projets.  
 La notion de complexité des problèmes est introduite. On explique les motivations de l'introduction des algorithmes heuristiques et approximatifs.

**Prérequis**

Aucun.

**Evaluation**

Deux examens avec documents autorisés.

**Objectives**

Learn how to formulate problems liable to be solved by combinatorial optimization's technics.

**Contents**

In this course we present the principles of operations research. The concepts and techniques of linear programming are studied in detail. Some other fundamental ideas of graph theory, some results and methods of combinatorial optimization like spanning tree, optimal path, scheduling, heuristic algorithms are exhibited by formulation and computation exercises.

**Prerequisites**

None.

**Evaluation**

Two written examination with documents allowed.

**Bibliographie / textbooks :**

C. BERGE : "Graphes et hypergraphes", Dunod Université  
 W. BIENIA : "Introduction à la recherche opérationnelle et optimisation combinatoire", polycopié  
 V. CHVATAL : "Linear programming", W.H. Freeman Company, 1983  
 G. FINKE at al "Recherche Opérationnelle et réseaux" traité IGAT, HERMES, 2002  
 M. SAKAROVITCH, "Optimisation Combinatoire" vol.I et II, HERMANN 1984  
 N.H. XUONG : "Mathématiques discrètes et informatique", Masson, 1992.

**THEORIE DES LANGAGES 1**  
**FORMAL LANGUAGE THEORY 1**

**Code ECTS :** 3 - MIMTL  
**Crédits ECTS :** 2,5

**Volume total :** C 18h, TD 18h  
**Période :** Semestre 1

**ENSEIGNANTS :** Karine ALTISEN, Pierre BERLIOUX, Rachid ECHAHED, Joëlle THOLLOT  
**e.mail :** Karine.Altisen@imag.fr, Pierre.Berlioux@imag.fr, Rachid.Echahed@imag.fr, Joelle.Thollot@imag.fr

**Objectifs de l'enseignement**

Le but des cours de théorie des langages est d'apporter aux élèves une culture mathématique pour aborder la problématique du traitement des informations où sont étroitement associées théorie et pratique. On présente les concepts et techniques de base d'une mathématique qui est au cœur de l'informatique, en fournissant une modélisation de situations concrètes. Cette première partie est une étude des formalismes mathématiques utilisés pour définir la syntaxe des langages artificiels de l'informatique.

**Contenu**

- Notions de base : langages ; systèmes de réécriture ; modèles de calcul ; grammaires et automates.
- Langages réguliers : automates finis, expressions régulières, automates déterministes ; équivalence de ces formalismes ; minimisation des automates finis.
- Grammaires hors-contextes : arbres de dérivation, ambiguïté.
- Transformation de grammaires hors-contextes, formes normales.
- Propriétés des langages hors-contexte : théorème uvwxy, propriétés de fermeture.
- Automates à pile ; équivalence avec les grammaires hors-contexte.

**Forme d'examen**

Examens écrits

**Objectives**

The course develops topics from mathematics that have proven to be relevant to computer science. This first part is concerned with formal language theory

**Contents**

- Regular languages : finite automata, regular expressions, determinization and minimalization of finite automata
- Context-free languages : context-free grammars, normal forms ; pumping lemma, closure properties ; push-down automata

**Examination**

Written examinations

**Bibliographie / textbooks**

Pierre Berlioux, Michel Lévy, Théorie des langages, polycopié ENSIMAG  
J.E. Hopcroft, J.D. Ullman, Introduction to automata theory, languages, and computation, Addison-Wesley, 1979

**THEORIE DES LANGAGES 2**  
**FORMAL LANGUAGE THEORY 2**

**Code ECTS :** 3 - MIMTL  
**Crédits ECTS :** 2,5

**Volume total :** C 18h, TD 18  
**Période :** Semestre 2

**ENSEIGNANTS :** Karine ALTISEN, Pierre BERLIOUX, Rachid ECHAHED, Joëlle THOLLOT  
**e.mail :** Karine.Altisen@imag.fr, Pierre.Berlioux@imag.fr, Rachid.Echahed@imag.fr, Joelle.Thollot@imag.fr

**Objectifs de l'enseignement**

La deuxième partie du cours de théorie des langages a pour objectifs, de présenter d'une part les bases de la théorie de la calculabilité, indispensables à la culture d'un informaticien, et d'autre part les notions d'induction et de récursion.

**Contenu**

Notions de calculabilité et décidabilité, à partir des machines de Turing (prolongement naturel des automates à piles vus dans le cours précédent).  
Problèmes de décision sur les langages.  
Ordres sur des ensembles, ensembles inductifs, treillis - Théorèmes du point fixe.  
Définitions de langages par des systèmes d'équations.

**Pré-requis**

Le cours de Théorie des langages 1.

**Evaluation**

Examens écrits.

**Objectives**

The course develops topics from mathematics that have proven to be relevant to computer science. This second part is concerned computability, recursion and induction.

**Contents**

Computability : Turing machines, computable functions, decidable problems and reduction.  
Decision problems on languages.  
Partial orderings - Well founded orders - Fixed points theorems.  
Definitions of languages using systems of equations

**Prerequisites**

The content of Formal Language Theory 1.

**Evaluation**

Written examinations

**Bibliographie / textbooks**

Pierre Berlioux, Michel Lévy, Théorie des langages, polycopié ENSIMAG  
J.E. Hopcroft, J.D. Ullman, Introduction to automata theory, languages, and computation, Addison-Wesley, 1979