

# SECTION DE MATHÉMATIQUES



**2 0 1 1 - 2 0 1 2**



**UNIVERSITÉ  
DE GENÈVE**

# COURS DONNÉS PAR LES ENSEIGNANTS DE LA SECTION DE MATHÉMATIQUES

## COURS DE 1<sup>ère</sup> ANNÉE (Année propédeutique)

### ALGÈBRE I

11M010

Semestre d'automne

T. SMIRNOVA-NAGNIBEDA, pas

Algèbre linéaire : espaces vectoriels, applications linéaires, matrices, déterminants, valeurs propres et vecteurs propres, forme de Jordan, espaces euclidiens et hermitiens, théorème spectral.

Nombre de crédits ECTS : 7

Pré-requis : néant

Mode d'évaluation : examen écrit

Sessions d'examen : février - septembre

### ALGÈBRE I

11M011

Semestre de printemps

A. ALEKSEEV, po

#### I. Théorie des groupes

1. Définitions et exemples.
2. Homomorphismes des groupes.
3. Sous-groupes normaux et quotients.
4. Groupes cycliques.
5. Applications : cryptographie, codage RSA.

## II. Théorie des anneaux

1. Définitions et exemples.
2. Homomorphismes d'anneaux, idéaux.
3. Corps quotients.
4. Théorème chinois.
5. L'anneau de polynômes.
6. Anneaux euclidiens.
7. Applications à la théorie des nombres.

Nombre de crédits ECTS : 7

Pré-requis : néant

Mode d'évaluation : examen écrit et oral

Session d'examen : juin - septembre

## ANALYSE I

11M020

### Semestre d'automne

E. HAIRER, po

### Contenu

On suivra les chapitres I et II et le début du chapitre III du livre "L'analyse au fil de l'histoire", de E. Hairer et G. Wanner, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2001.

1. Chapitre I (introduction à l'analyse infinitésimale) : coordonnées cartésiennes, fonctions polynomiales, théorème de binôme et fonction exponentielle, logarithmes et aires, fonctions trigonométriques, nombre et fonctions complexes.
2. Chapitre II (calcul différentiel et intégral) : la dérivée, dérivées d'ordre supérieur, série de Taylor, enveloppes et courbure, calcul intégral, intégration de fonctions élémentaires, équations différentielles ordinaires, équations différentielles linéaires.
3. Début du chapitre III (fondements de l'analyse classique) : suites infinies et nombres réels, séries infinies.

Nombre de crédits ECTS : 9

Pré-requis : néant

Mode d'évaluation : examen écrit et oral

Sessions d'examen : février - septembre

**Semestre de printemps**

G. GANDER, po

**Contenu**

On suivra les Chapitres III et IV du livre "L'analyse au fil de l'histoire", de E. Hairer et G. Wanner, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2001.

1. Chapitre III (fondements de l'analyse classique) : fonctions réelles et continuité, convergence uniforme et continuité uniforme, intégrale de Riemann, fonctions différentiables, séries entières et série de Taylor, intégrales impropres.
2. Chapitre IV (calcul différentiel et intégral à plusieurs variables) : topologie de l'espace
3. De dimension  $n$ , fonctions continues, fonctions différentiables de plusieurs variables, dérivées d'ordre supérieur et série de Taylor, intégrales multiples.

Nombre de crédits ECTS : 9

Pré-requis : Analyse I - automne

Mode d'évaluation : examen écrit et oral

Sessions d'examen : juin - septembre

Le but de ce cours est l'initiation aux diverses approches de la géométrie.

**Semestre d'automne**

D. CIMASONI, mer

1. Géométrie euclidienne.
2. Géométrie analytique.
3. Perspective et géométrie projective.

Nombre de crédits ECTS : 5

Pré-requis : néant

Mode d'évaluation : examen oral

Sessions d'examen : février - septembre

## GÉOMÉTRIE I

11M031

### Semestre de printemps

D. CIMASONI, mer

1. Groupe et actions de groupes.
2. Groupes d'isométrie.
3. Géométrie hyperbolique.
4. Géométrie sphérique.

Nombre de crédits ECTS : 5

Pré-requis : géométrie I automne, algèbre linéaire automne

Mode d'évaluation : examen oral

Sessions d'examen : juin - septembre

## LABORATOIRE DE PROGRAMMATION MATHÉMATIQUE

11M050

P.-A. CHERIX, mer

### Semestre de printemps

Le but de ce cours est d'être un support informatique pour les cours de mathématiques de première année. Il s'agit de résoudre, à l'aide de logiciels de calcul symbolique ou de calcul matriciel, des problèmes venant de l'analyse ou de l'algèbre linéaire principalement, mais aussi reliés à des applications physiques ou informatiques.

L'étudiant se familiarise avec une résolution de problèmes via l'ordinateur. L'approche est essentiellement pratique : l'étudiant résout, avec l'aide éventuelle de l'assistant, des exercices gradués.

Les logiciels utilisés sont Matlab et Maple.

Nombre de crédits ECTS : 4

Pré-requis : néant

Mode d'évaluation : contrôle continu

Sessions d'examen : --

# COURS DE 2<sup>ème</sup> ANNÉE

## ALGÈBRE II

12M010

D. CORAY, pti

**Annuel**

Groupes, anneaux, corps, introduction à la théorie de Galois.

Nombre de crédits ECTS : 10

Pré-requis : Algèbre I

Mode d'évaluation : examen oral

Sessions d'examen : juin - septembre

## ANALYSE II - Analyse complexe

12M020

A. KARLSSON, pas

**Semestre d'automne**

1. Différentiabilité dans  $\mathbb{C}$  : équations de Cauchy-Riemann, fonctions analytiques, calcul avec des séries, fonction exponentielle, logarithme.
2. Théorie des fonctions holomorphes : intégrale curviligne, formule intégrale de Cauchy, principe du maximum, prolongement analytique, open mapping theorem.
3. Singularités et fonctions méromorphes : développement de Laurent, singularités isolées, théorème des résidus, fonctions méromorphes (Mittag-Leffler), principe de l'argument.

Nombre de crédits ECTS : 5

Pré-requis : Analyse I

Mode d'évaluation : examen écrit

Sessions d'examen : février - septembre

## **ANALYSE II - Analyse complexe**

**12M021**

M. MARINO BEIRAS, po

### **Semestre de printemps**

1. Applications du théorème du résidu au calcul d'intégrales définies et des sommes de séries.
2. Séries de Fourier.
3. Transformées intégrales.
4. Equations différentielles sur le plan complexe.

Nombre de crédits ECTS : 5

Pré-requis : Analyse I

Mode d'évaluation : examen écrit

Sessions d'examen : juin - septembre

## **ANALYSE II - Analyse réelle**

**12M025**

R. KASHAEV, mer

### **Semestre d'automne**

1. Espaces métriques : ouverts, fermés, compacts, complets, théorème du point fixe.
2. Calcul différentiel dans  $\mathbb{R}^n$  : théorème des fonctions implicites, sous-variétés, multiplicateurs de Lagrange, calcul des variations.

Nombre de crédits ECTS : 5

Pré-requis : Analyse I

Mode d'évaluation : examen écrit

Sessions d'examen : février - septembre

## **ANALYSE II - Analyse réelle**

**12M026**

R. KASHAEV, mer

### **Semestre de printemps**

1. Calcul intégral dans  $\mathbb{R}^n$  : analyse vectorielle, formes différentielles, théorème de Stokes.
2. Equations différentielles : existence, unicité, solutions maximales, dépendance des paramètres, systèmes linéaires, stabilité.

Bibliographie :

F. Ronga, Analyse réelle post-élémentaire, Genève 2007.

[http://www.unige.ch/math/folks/ronga/lyse\\_II/2004-2005/links\\_lyse\\_II.pdf](http://www.unige.ch/math/folks/ronga/lyse_II/2004-2005/links_lyse_II.pdf) et

<http://www.unige.ch/~hairer/polycop>.

Nombre de crédits ECTS : 5

Pré-requis : Analyse I

Mode d'évaluation : examen écrit

Sessions d'examen : juin - septembre

## **ANALYSE NUMÉRIQUE**

**12M040**

F. KWOK, col. Sc. II

**Annuel**

### **Objectifs**

Ce cours a pour but d'introduire les techniques importantes du calcul scientifique et d'en analyser les algorithmes.

### **Contenu**

1. Intégration numérique.
2. Interpolation et approximation (FFT).
3. Résolution numérique des équations différentielles ordinaires.
4. Algèbre linéaire numérique, méthode des moindres carrés.
5. Calcul des vecteurs et valeurs propres.
6. Équations non linéaires à plusieurs variables.

Nombre de crédits ECTS : 10

Pré-requis : 1ère année de mathématique ou informatique

Mode d'évaluation : examen oral

Session d'examen : juin - septembre

## GÉOMÉTRIE II

12M030

A. SZENES, po

**Annuel**

Géométrie classique

1. Modèle des géométries hyperbolique : distance, angles, symétries.
2. Aire et équidécomposabilité dans les géométries classiques.

Géométrie différentielle des surfaces

1. Courbes spatiales régulières : courbure et torsion.
2. Surfaces régulières, changements de paramètres, différentielles et plan tangent.
3. Premières et deuxièmes formes fondamentales, courbure moyenne, courbure de Gauss.
4. Le théorème de Gauss-Bonnet et ses applications.

Topologie générale

1. Topologie des espaces métriques, espaces topologiques généraux, axiomes de séparabilité, espaces compacts, espaces connexes.
2. Constructions générales d'espaces topologiques : topologie induite, produit et quotient.
3. Surfaces, triangulations et classification des surfaces compactes.

Nombre de crédits ECTS : 10

Pré-requis : Algèbre I et Géométrie I

Mode d'évaluation : examen oral

Session d'examen : juin - septembre

## PROBABILITÉS ET STATISTIQUE

12M060A

### Semestre d'automne

Y. VELENIK, po

Événements, mesure de probabilité, espaces de probabilités. Probabilités conditionnelles, événements indépendants. Formule de Bayes. Variables aléatoires, fonctions de répartition. Principales lois de probabilités. Espérance, variance, moments. Vecteurs aléatoires : distribution conjointe, distribution marginale, distribution conditionnelle, indépendance, covariance et corrélation. Fonctions génératrices et fonctions caractéristiques. Loi des grands nombres et théorème central limite. Introduction à la statistique. Échantillons aléatoires. Estimateurs, qualité des estimateurs. Inférence statistique. Tests d'hypothèses. Intervalles de confiance.

Nombre de crédits ECTS : 5

Pré-requis : 1<sup>ère</sup> année de baccalauréat.

Mode d'évaluation : examen écrit

Sessions d'examen : février - septembre

## PROBABILITÉS ET STATISTIQUE

12M060P

### Semestre de printemps

Y. VELENIK, po

Théorèmes limite : preuve du Théorème Central Limite, loi forte des grands nombres, loi 0-1 de Kolmogorov.

Introduction à quelques exemples importants de processus stochastiques, parmi les suivants : marches aléatoires, chaînes de Markov, processus de Poisson, modèle de percolation, files d'attente, théorie du renouvellement, martingales, etc.

Nombre de crédits ECTS : 5

Pré-requis : 1<sup>ère</sup> année de baccalauréat, cours du 1<sup>er</sup> semestre

Mode d'évaluation : examen écrit

Sessions d'examen : juin - septembre

# COURS DE 3<sup>ème</sup> ANNÉE

## ALGÈBRE ET GÉOMÉTRIE III

13M010

P. SEVERA, smer

### Annuel

Homotopie, groupe fondamental, complexes cellulaires, présentations de groupes, revêtements, homologie et cohomologie.

Nombre de crédits ECTS : 10

Pré-requis : Algèbre II, Géométrie II

Mode d'évaluation : examen oral

Sessions d'examen : février - juin - septembre

## ALGÈBRES DE HOPF

14M084

R. KASHAEV, mer

### Semestre d'automne

Les algèbres de Hopf forment une classe d'algèbres associatives ayant des liens avec de nombreux autres domaines mathématiques, comme la théorie des nœuds, les fonctions spéciales ou la théorie des représentations des groupes. En physique théorique, elles sont devenues un des outils principaux pour décrire de nouvelles symétries des champs quantiques.

Dans ce cours, nous étudions des propriétés et constructions générales associées aux algèbres de Hopf ainsi que le groupe quantique  $U_q(\mathfrak{sl}(2))$ , ses représentations, la  $R$ -matrice associée et des applications en théorie des nœuds.

Nombre de crédits ECTS : 5

Pré-requis : néant

Mode d'évaluation : examen oral

Sessions d'examen : février – septembre

A. ALEKSEEV, po  
A. KARLSSON, pas

**Annuel**

**Semestre d'automne**

Théorie de la mesure : mesure, intégrale de Lebesgue, espaces  $L^p$ , convergence, espaces produit, théorème de Fubini, théorème de Radon-Nikodým, intégrale de Lebesgue-Stieltjes, applications.

**Semestre de printemps**

Introduction à l'analyse fonctionnelle

1. Espaces de Banach, espaces de Hilbert.
2. Théorème de Hahn-Banach.
3. Espace dual et les topologies faibles.
4. Opérateurs bornés, opérateurs compacts.
5. Théorème spectral.
6. Théorie de Fredholm.

Nombre de crédits ECTS : 10

Pré-requis : Analyse II

Mode d'évaluation : examen oral

Sessions d'examen : février - juin – septembre

## **CALCUL SCIENTIFIQUE POUR ÉLECTROMAGNÉTISME 14M106A**

V. DOLEAN, smer

**Semestre d'automne**

**Objectif**

Il s'agit de donner une image de la simulation numérique pour des problèmes d'électromagnétisme à travers quelques méthodes numériques d'approximation (de type différences finies ou éléments finis) et de résolution parallèle (décomposition de domaine).

## Contenu

1. Introduction historique et modélisation physique des phénomènes électromagnétiques.
2. Méthodes de décomposition de domaine pour les équations de Maxwell harmoniques et en domaine temporel, algorithmes de Schwarz.
3. Schéma aux différences finies de Yee : théorie et illustrations numériques.
4. Méthode d'éléments finis de Nedelec : théorie et illustrations numériques.
5. Méthodes de Galerkin discontinues : théorie et illustrations numériques.
6. Quelques exemples d'applications aux problèmes réelles en utilisant le calcul parallèle.

Nombre de crédits ECTS : 5

Pré-requis : équations aux dérivées partielles et problèmes aux limites, analyse numérique, différences finies et éléments finis classiques (appliqués au Laplacien).

Mode d'évaluation : examen oral

Sessions d'examen : février - septembre

## CHAPITRES CHOISIS DE GÉOMÉTRIE DIOPHANTINNE 14M110P

D. CORAY, pti

### Semestre de printemps

Courbes elliptiques, surfaces cubiques, méthodes de géométrie algébrique appliquées à des problèmes d'arithmétique.

Nombre de crédits ECTS : 5

Pré-requis : néant

Mode d'évaluation : examen oral

Sessions d'examen : juin - septembre

## **CONFIGURATIONS OF POINTS ON THE PLANE : AN INTRODUCTION TO ALGEBRAIC GEOMETRY**

**14M105P**

(Cours en anglais)

A. SZENES, po

### **Semestre de printemps**

The course will serve as an introduction to the basic concepts of algebraic geometry using the example of the configuration spaces of points in the complex plane, and its resolution, the Hilbert scheme. We will introduce the notions of sheaves, cohomology, schemes, moduli spaces, quotients on the one hand, and describe the numerous connections of our example to other areas of mathematics : combinatorics, representation theory, and differential equations, on the other.

Nombre de crédits ECTS : 5

Pré-requis : algèbre II et géométrie II

Mode d'évaluation : examen oral

Sessions d'examen : juin - septembre

## **ÉQUATIONS DIFFÉRENTIELLES RAIDES**

**14M101P**

E. HAIRER, po

### **Semestre de printemps**

#### **Contenu**

Dans de nombreuses applications, la dynamique d'un système peut être modélisée par des équations différentielles ordinaires. Si les solutions perturbées s'approchent rapidement d'une solution lisse, on parle d'une "équation différentielle raide". Des exemples importants proviennent de la simulation des réactions chimiques (ayant plusieurs échelles de temps) et de la discrétisation en espace des équations aux dérivées partielles.

Ce cours discutera de la stabilité des équations différentielles (cas linéaire, cas dissipatif, équations à perturbation singulière, cas hamiltonien). Il expliquera pourquoi des méthodes numériques classiques ne sont souvent pas adaptées pour la résolution des problèmes raides, et il abordera la solution numérique par des méthodes A-stables (méthodes de collocation, étoiles d'ordre, méthodes multipas, barrières de Dahlquist, équations à perturbation singulière, méthode de lignes pour des équations aux dérivées partielles).

Nombre de crédits ECTS : 5

Pré-requis : Analyse II - analyse réelle, Analyse numérique

Mode d'évaluation : examen oral

Sessions d'examen : juin - septembre - février

A. ALEKSEEV, po

T. TERPAI, post-doctorant

**Semestre d'automne**

Ce cours porte sur des méthodes élémentaires (qui sont souvent utilisées au niveau de l'école secondaire) considérées dans le cadre des mathématiques universitaires. Parmi les sujets abordés voici quelques exemples :

Le principe des tiroirs de Dirichlet (si on met  $n+1$  boules dans  $n$  tiroirs, on aura forcément deux boules dans le même tiroir) et ses applications en combinatoire et en théorie des nombres.

La géométrie du triangle : au-delà du théorème de Pythagore et du théorème de Thalès, il y a aussi le théorème de Ceva, le théorème de Menelaus etc...

Invariants des processus discrets : pour un processus compliqué, on peut parfois s'aider dans l'étude en trouvant une fonction sur l'ensemble des états possibles qui ne change pas, ou change de manière contrôlable.

Dans ce cours, l'accent sera mis sur la résolution explicite de problèmes concrets.

Nombre de crédits ECTS : 5

Pré-requis : néant

Mode d'évaluation : examen oral

Sessions d'examen : février - septembre

(cours du programme doctoral et cours avancé)

S. SMIRNOV, po

**Semestre d'automne****Objectifs**

Définir des courbes fractales aléatoires SLE et explorer leurs propriétés.

**Contenu**

1. Crash-course en analyse complexe, théorème de Riemann, chaînes de Loewner.
2. Définition de SLE.
3. Calculs pour SLE, formule de Cardy.
4. Propriétés de localité et restriction.
5. Liens avec des modèles discrets.

Nombre de crédits ECTS : 5  
Pré-requis : néant  
Mode d'évaluation : examen oral  
Sessions d'examen : février - septembre

## **SURFACES DE RIEMANN**

**14M102P**

D. CIMASONI, mer

### **Semestre de printemps**

L'étude des surfaces de Riemann (c'est-à-dire des variétés complexes de dimension 1) se situe à l'intersection de l'analyse, de l'algèbre et de la géométrie. Elle constitue ainsi sans aucun doute l'une des plus belles illustrations de l'unité des mathématiques. Le but de ce cours est de proposer une introduction aux surfaces de Riemann, et de traiter au moins partiellement les résultats fondamentaux de la théorie : les théorèmes de Riemann-Roch, d'Abel, et le théorème d'uniformisation de Riemann.

Nombre de crédits ECTS : 5  
Pré-requis : Analyse II, Géométrie II  
Mode d'évaluation : examen oral  
Sessions d'examen : juin - septembre

## **THÉORIE ALGÈBRIQUE DES NOMBRES**

**14M107A**

P. SEVERA, smer

### **Semestre d'automne**

La théorie va être illustrée surtout dans le cas de corps quadratiques, avec des applications pour des équations Diophantiennes.

Nombres algébriques entiers, décomposition en idéaux premiers, réciprocité quadratique, finitude du groupe des classes d'idéaux, théorème des unités, fonction zeta de Dedekind, analogies entre corps de nombres algébriques et courbes algébriques.

Nombre de crédits ECTS : 5  
Pré-requis : algèbre II  
Mode d'évaluation : oral  
Sessions d'examen : février - septembre

## THÉORIE ANALYTIQUE DES NOMBRES

14M104A

Y.-F.S. PETERMANN, cc

### Semestre d'automne

Le théorème des nombres premiers établit l'équivalence asymptotique de la fonction de compte des nombres premiers jusqu'à  $x$ , à une fonction beaucoup plus explicite qui se comporte essentiellement comme  $x/\log x$  (où  $\log x$  désigne le logarithme naturel). Ce théorème a été conjecturé, indépendamment, par Legendre et Gauss à la fin du 18<sup>ème</sup> siècle et démontré pour la première fois -- indépendamment également! -- par Hadamard et de la Vallée Poussin, un siècle plus tard en 1896.

Le cours est consacré à la préparation d'une preuve et à la démonstration de ce résultat classique. Il contiendra une introduction à la théorie multiplicative des nombres : on étudiera les fonctions arithmétiques, les séries de Dirichlet complexes, et particulièrement la fonction zêta de Riemann.

Nombre de crédits ECTS : 5

Pré-requis : néant

Mode d'évaluation : examen oral

Sessions d'examen : février - septembre

## THÉORIE DES GRAPHES

14M099

V. QUACH-HONGLER, cc

### Semestre d'automne

Dans ce cours, après avoir introduit les notions fondamentales, on abordera quelques chapitres sympathiques de la Théorie des Graphes :

1. Théorème flot max/coupe-min.
2. Arbres recouvrants.
3. Mariages.
4. Coloriages des graphes.
5. Graphes planaires.
6. Nombres de Ramsey.
7. Méthodes probabilistes.
8. Applications à la Théorie des Noeuds.

Nombre de crédits ECTS : 5

Pré-requis : néant

Mode d'évaluation : examen oral

Sessions d'examen : février - septembre

P. TURNER, scc

**Semestre de printemps**

Les variétés jouent un rôle important dans plusieurs domaines des mathématiques. Le but de ce cours est de présenter des aspects topologiques et géométriques de ces objets fondamentaux. Après avoir abordé les bases, nous étudierons : l'analyse sur les variétés lisses; la cohomologie de De Rham et applications; la théorie de Morse.

Nombre de crédits ECTS : 5

Pré-requis : géométrie II, analyse II

Mode d'évaluation : examen oral

Sessions d'examen : juin- septembre

\*\*\*\*\*

# COURS DE 4<sup>ème</sup> ANNÉE

## ALGÈBRES DE HOPF

14M084

R. KASHAEV, mer

### Semestre d'automne

Les algèbres de Hopf forment une classe d'algèbres associatives ayant des liens avec de nombreux autres domaines mathématiques, comme la théorie des nœuds, les fonctions spéciales ou la théorie des représentations des groupes. En physique théorique, elles sont devenues un des outils principaux pour décrire de nouvelles symétries des champs quantiques.

Dans ce cours, nous étudions des propriétés et constructions générales associées aux algèbres de Hopf ainsi que le groupe quantique  $U_q(\mathfrak{sl}(2))$ , ses représentations, la  $R$ -matrice associée et des applications en théorie des nœuds.

Nombre de crédits ECTS : 5

Pré-requis : néant

Mode d'évaluation : examen oral

Sessions d'examen : février – septembre

## CALCUL SCIENTIFIQUE POUR ÉLECTROMAGNÉTISME 14M106A

V. DOLEAN, smer

### Semestre d'automne

#### Objectif

Il s'agit de donner une image de la simulation numérique pour des problèmes d'électromagnétisme à travers quelques méthodes numériques d'approximation (de type différences finies ou éléments finis) et de résolution parallèle (décomposition de domaine).

#### Contenu

1. Introduction historique et modélisation physique des phénomènes électromagnétiques.
2. Méthodes de décomposition de domaine pour les équations de Maxwell harmoniques et en domaine temporel, algorithmes de Schwarz.
3. Schéma aux différences finies de Yee : théorie et illustrations numériques.
4. Méthode d'éléments finis de Nedelec : théorie et illustrations numériques.
5. Méthodes de Galerkin discontinues : théorie et illustrations numériques.
6. Quelques exemples d'applications aux problèmes réelles en utilisant le calcul parallèle.

Nombre de crédits ECTS : 5

Pré-requis : équations aux dérivées partielles et problèmes aux limites, analyse numérique, différences finies et éléments finis classiques (appliqués au Laplacien).

Mode d'évaluation : examen oral

Sessions d'examen : février - septembre

## **CHAPITRES CHOISIS DE GÉOMÉTRIE DIOPHANTINNE 14M110P**

D. CORAY, pti

### **Semestre de printemps**

Courbes elliptiques, surfaces cubiques, méthodes de géométrie algébrique appliquées à des problèmes d'arithmétique.

Nombre de crédits ECTS : 5

Pré-requis : néant

Mode d'évaluation : examen oral

Sessions d'examen : juin - septembre

## **CONFIGURATIONS OF POINTS ON THE PLANE : AN INTRODUCTION TO ALGEBRAIC GEOMETRY 14M105P**

(Cours en anglais)

A. SZENES, po

### **Semestre de printemps**

The course will serve as an introduction to the basic concepts of algebraic geometry using the example of the configuration spaces of points in the complex plane, and its resolution, the Hilbert scheme. We will introduce the notions of sheaves, cohomology, schemes, moduli spaces, quotients on the one hand, and describe the numerous connections of our example to other areas of mathematics: combinatorics, representation theory, and differential equations, on the other.

Nombre de crédits ECTS : 5

Pré-requis : algèbre II et géométrie II

Mode d'évaluation : examen oral

Sessions d'examen : juin - septembre

E. HAIRER, po

**Semestre de printemps**

### Contenu

Dans de nombreuses applications, la dynamique d'un système peut être modélisée par des équations différentielles ordinaires. Si les solutions perturbées s'approchent rapidement d'une solution lisse, on parle d'une "équation différentielle raide". Des exemples importants proviennent de la simulation des réactions chimiques (ayant plusieurs échelles de temps) et de la discrétisation en espace des équations aux dérivées partielles.

Ce cours discutera de la stabilité des équations différentielles (cas linéaire, cas dissipatif, équations à perturbation singulière, cas hamiltonien). Il expliquera pourquoi des méthodes numériques classiques ne sont souvent pas adaptées pour la résolution des problèmes raides, et il abordera la solution numérique par des méthodes A-stables (méthodes de collocation, étoiles d'ordre, méthodes multipas, barrières de Dahlquist, équations à perturbation singulière, méthode de lignes pour des équations aux dérivées partielles).

Nombre de crédits ECTS : 5

Pré-requis : Analyse II - analyse réelle, Analyse numérique

Mode d'évaluation : examen oral

Sessions d'examen : juin - septembre - février

## **PROCESSUS DE SCHRAMM**

**14M109A**

(cours du programme doctoral et cours avancé)

S. SMIRNOV, po

**Semestre d'automne**

### Objectifs

Définir des courbes fractales aléatoires SLE et explorer leurs propriétés.

### Contenu

1. Crash-course en analyse complexe, théorème de Riemann, chaînes de Loewner.
2. Définition de SLE.
3. Calculs pour SLE, formule de Cardy.
4. Propriétés de localité et restriction.
5. Liens avec des modèles discrets.

Nombre de crédits ECTS : 5

Pré-requis : néant

Mode d'évaluation : examen oral

Sessions d'examen : février – septembre

## **SURFACES DE RIEMANN**

**14M102P**

D. CIMASONI, mer

### **Semestre de printemps**

L'étude des surfaces de Riemann (c'est-à-dire des variétés complexes de dimension 1) se situe à l'intersection de l'analyse, de l'algèbre et de la géométrie. Elle constitue ainsi sans aucun doute l'une des plus belles illustrations de l'unité des mathématiques. Le but de ce cours est de proposer une introduction aux surfaces de Riemann, et de traiter au moins partiellement les résultats fondamentaux de la théorie : les théorèmes de Riemann-Roch, d'Abel, et le théorème d'uniformisation de Riemann.

Nombre de crédits ECTS : 5

Pré-requis : Analyse II, Géométrie II

Mode d'évaluation : examen oral

Sessions d'examen : juin - septembre

## **THÉORIE ALGÈBRIQUE DES NOMBRES**

**14M107A**

P. SEVERA, smer

### **Semestre d'automne**

La théorie va être illustrée surtout dans le cas de corps quadratiques, avec des applications pour des équations Diophantiennes.

Nombres algébriques entiers, décomposition en idéaux premiers, réciprocité quadratique, finitude du groupe des classes d'idéaux, théorème des unités, fonction zeta de Dedekind, analogies entre corps de nombres algébriques et courbes algébriques.

Nombre de crédits ECTS : 5

Pré-requis : algèbre II

Mode d'évaluation : examen oral

Sessions d'examen : février - septembre

## THÉORIE ANALYTIQUE DES NOMBRES

14M104A

Y.-F.S. PETERMANN, cc

### Semestre d'automne

Le théorème des nombres premiers établit l'équivalence asymptotique de la fonction de compte des nombres premiers jusqu'à  $x$ , à une fonction beaucoup plus explicite qui se comporte essentiellement comme  $x/\log x$  (où  $\log x$  désigne le logarithme naturel). Ce théorème a été conjecturé, indépendamment, par Legendre et Gauss à la fin du 18<sup>ème</sup> siècle et démontré pour la première fois -- indépendamment également! -- par Hadamard et de la Vallée Poussin, un siècle plus tard en 1896.

Le cours est consacré à la préparation d'une preuve et à la démonstration de ce résultat classique. Il contiendra une introduction à la théorie multiplicative des nombres : on étudiera les fonctions arithmétiques, les séries de Dirichlet complexes, et particulièrement la fonction zêta de Riemann.

Nombre de crédits ECTS : 5

Pré-requis : néant

Mode d'évaluation : examen oral

Sessions d'examen : février - septembre

## THÉORIE DES GRAPHES

14M099

V. QUACH-HONGLER, cc

### Semestre d'automne

Dans ce cours, après avoir introduit les notions fondamentales, on abordera quelques chapitres sympathiques de la Théorie des Graphes :

1. Théorème flot max/coupe-min.
2. Arbres recouvrants.
3. Mariages.
4. Coloriages des graphes.
5. Graphes planaires.
6. Nombres de Ramsey.
7. Méthodes probabilistes.
8. Applications à la Théorie des Noeuds.

Nombre de crédits ECTS : 5

Pré-requis : néant

Mode d'évaluation : examen oral

Sessions d'examen : février - septembre

## TOPOLOGIE ET GÉOMÉTRIE DES VARIÉTÉS

14M103P

P. TURNER, scc

### Semestre de printemps

Les variétés jouent un rôle important dans plusieurs domaines des mathématiques. Le but de ce cours est de présenter des aspects topologiques et géométriques de ces objets fondamentaux. Après avoir abordé les bases, nous étudierons : l'analyse sur les variétés lisses; la cohomologie de De Rham et applications; la théorie de Morse.

Nombre de crédits ECTS : 5

Pré-requis : géométrie II, analyse II

Mode d'évaluation : examen oral

Sessions d'examen : juin - septembre

## TROPICAL GEOMETRY

14M108P

(cours de master en anglais)

G. MIKHALKIN, po

### Semestre de printemps

We treat basic notions in tropical geometry starting from the notion of tropical space continuing to tropical homology theories as well as other tropical incarnations of some classical algebro-geometric notions. The resulting theory turns out to be useful back in the classical theory and it will be shown in the class.

Nombre de crédits ECTS : 5

Pré-requis : néant

Mode d'évaluation : oral

Sessions d'examen : juin - septembre

# SÉMINAIRES

Les candidats au *Baccalauréat universitaire en mathématiques* choisissent un des trois séminaires ci-dessous.

Les candidats à la *Maîtrise universitaire en mathématiques, direction G* choisissent un des séminaires ci-dessous qu'ils n'ont pas déjà suivi pour le *Baccalauréat*, sauf accord exprès de l'enseignant.

## SÉMINAIRE ALGÈBRE-GÉOMÉTRIE- THÉORIE DES NOMBRES

13M756

V. QUACH-HONGLER, cc (semestre d'automne)

Y.-F PETERMANN, cc (semestre de printemps)

### Annuel

#### Semestre d'automne

##### Algèbre et géométrie

Des chapitres choisis principalement dans les domaines de la géométrie, la topologie et de l'algèbre sont proposés. Le programme des séminaires sera établi en fonction de l'intérêt et du type de diplôme poursuivi par les étudiants.

Quelques références :

- G.Toth : Glimpses of Algebra and Geometry.
- P. Hilton, D. Holton, J. Petersen : Mathematical Reflections.
- V.V. Prasolov: Intuitive Topology.

#### Semestre de printemps

##### Théorie des nombres

Ouvert aux candidats à un baccalauréat ou à une maîtrise universitaire en mathématiques. Et également aux candidats à une maîtrise bidisciplinaire, mineure en mathématiques, durant un semestre à choix.

On abordera la théorie multiplicative des nombres avec des méthodes plutôt élémentaires et parfois historiques. La liste qui suit des sujets possibles est à la fois non exhaustive et trop longue : on ne pourra pas tout faire !

1. Variations modernes sur le théorème d'Euclide.
2. Quelques preuves d'Euler mises au goût du jour.
3. Postulat de Bertrand.

4. Tentative de Cebysev pour démontrer le théorème des nombres premiers.
5. Un théorème d'Erdős caractérisant les fonctions arithmétiques multiplicatives.
6. Ordres moyens et ordres extrémaux.
7. Principe d'inclusion-exclusion et crible d'Eratosthène.
8. Crible de Brun et nombres premiers jumeaux.
9. Les nombres sans facteur carré.
10. Applications du théorème des nombres premiers : Problèmes de visibilité.

Nombre de crédits ECTS : 10

Pré-requis : néant

Mode d'évaluation : certificat

Sessions d'examen : --

## SÉMINAIRE PROBABILITÉS ET STATISTIQUE

13M755

Y. VELENIK, po

S. SARDY, mer

### Annuel

Chaînes et champs de Markov : théorie et applications

Nous introduirons/rappellerons les notions de chaînes et champs de Markov. Nous nous concentrerons sur diverses applications de ces outils, en introduisant à chaque fois les résultats théoriques requis. Nous étudierons entre autres :

- Théorie : convergence, théorèmes limites, théorème ergodique, analyse spectrale, chaînes de Markov cachées, etc.
- Applications : séries temporelles, traitement Bayésien du signal et de l'image, MCMC, etc.

Nombre de crédits ECTS : 10

Pré-requis : néant

Mode d'évaluation : certificat

Sessions d'examen: --

M. BUCHER, past  
P.-A. CHERIX, mer

**Annuel**

## Représentations de groupes

Un outil essentiel à l'étude des groupes, et à fortiori à la classification des groupes finis, est la théorie des représentations. Une représentation d'un groupe  $G$  est simplement un homomorphisme de  $G$  dans un groupe linéaire  $GL(n, \mathbb{R})$  ou  $GL(n, \mathbb{C})$ , ou en d'autres termes, une action linéaire de  $G$  sur un espace vectoriel. Intuitivement, une représentation permet d'étudier un groupe fini comme un ensemble de symétries d'un espace Euclidien ou Hermitien.

Dans ce séminaire, nous commencerons par suivre le livre classique "Linear Representations of Finite Groups" de Jean-Pierre Serre.

Nombre de crédits ECTS : 10

Pré-requis : néant

Mode d'évaluation : certificat

Sessions d'examen : --

\*\*\*\*\*

# COURS DONNÉS À D'AUTRES SECTIONS

## MATHÉMATIQUES GÉNÉRALES

11M000

S. SARDY, mer

### Semestre d'automne

Le but de ce cours est de dégager les idées du calcul différentiel et intégral à une et plusieurs variables qui sont importantes pour la pratique scientifique. On introduira également des éléments de base d'algèbre linéaire et d'équation différentielle.

Nombre de crédits ECTS : dépend des baccalauréats

Pré-requis : néant

Mode d'évaluation : examen écrit

Session d'examen : février - juin - septembre

## MATHÉMATIQUES GÉNÉRALES

11M001

S. SARDY, mer

### Semestre de printemps

#### Objectifs

Apprendre les concepts clefs en statistique et probabilités, tels que :

1. Analyse exploratoire (statistiques simples et analyse graphique) et utilisation du logiciel statistique R.
2. Calculs élémentaires de probabilités.
3. Variables aléatoires et distributions discrètes, leur espérance et variance. En particulier, distributions Bernoulli, Binomiale et Poisson.
4. Variables aléatoires et distributions continues, leur espérance et variance. En particulier, distributions Gaussienne et Student.
5. Introduction à la régression, au test statistique (test de Student) et estimateur.

Nombre de crédits ECTS : dépend des baccalauréats

Pré-requis : néant

Mode d'évaluation : examen écrit

Session d'examen : février - juin - septembre

V. DOLEAN, smer

### **Semestre de printemps**

#### **Objectifs**

Ce cours est une continuation d'Analyse I (automne) et d'Algèbre I (automne). Il traite quelques sujets plus avancés de mathématiques, qui sont importants pour les étudiants en informatique, et il donne les bases théoriques pour les sujets traités au cours "Analyse numérique" en deuxième année.

#### **Contenu**

1. Topologie de l'espace euclidien et fonctions continues. Distance, normes, convergence, ensembles ouverts et fermés, fonctions continues à plusieurs variables, courbe de Peano-Hilbert.
2. Calcul matriciel.  
Rappel d'algèbre linéaire, forme normale de Schur, matrices orthogonales, formes quadratiques, matrices définies positives, classification des hyper-quadriques, matrices définies positives, norme d'une matrice.
3. Calcul différentiel (plusieurs variables).  
Dérivées partielles, différentiabilité, dérivées d'ordre supérieur, série de Taylor, théorème des accroissements finis, théorème d'inversion locale, théorème des fonctions implicites. surfaces et sous-variétés, espace tangent.
4. Optimisation.  
Maxima relatifs, multiplicateurs de Lagrange, contraintes sous forme d'équations et inéquations, programmation linéaire, algorithme du simplexe.
5. Calcul intégral.  
Primitives, applications du calcul intégral, techniques d'intégration, intégration de fonctions rationnelles, substitutions importantes, intégrales multiples.
6. Séries de Fourier.  
Exemples et étude élémentaire de convergence, noyau de Dirichlet, convergence ponctuelle et en moyenne quadratique.

Nombre de crédits ECTS : 6

Pré-requis : Analyse I (automne), Algèbre I (automne)

Mode d'évaluation : examen oral

Session d'examen : juin - septembre - février

# COURS DONNÉS PAR DES ENSEIGNANTS D'AUTRES SECTIONS

**ALGORITHMIQUE**

**12X001**

J. ROLIM, po  
B. CHOPARD, pas

**Semestre de printemps**

## **Objectifs**

Ce cours est un approfondissement aux concepts et aux techniques de l'algorithmique.

## **Contenu**

On étudie les mécanismes utilisés par un ordinateur pour résoudre un problème donné, pour mesurer l'efficacité d'un algorithme proposé et pour comparer cet algorithme à d'autres solutions possibles. De nombreux algorithmes et techniques sont présentés et étudiés, de façon à bien comprendre leur conception et leur analyse.

Les sujets suivants seront abordés :

1. Structures de données avancées.
2. Algorithmes gloutons.
3. Diviser pour conquérir.
4. Programmation dynamique.
5. Backtracking.
6. Branch and bound.
7. Algorithmes d'approximation.

Documentation : « *Computer Algorithms* », Computer Science Press, 1998 – E. Horowitz, S. Sahni, S. Rajasekaran.

Nombre de crédits ECTS : 5

Pré-requis : Complexité et calculabilité

Mode d'évaluation : examen écrit

Session d'examen : juin-septembre

J. ROLIM, po

**Semestre d'automne**

Ce cours étudie les frontières fondamentales entre le possible (calculabilité) et le faisable (complexité) dans le traitement d'information par ordinateur.

En première partie, ce cours présente une introduction à la théorie de la calculabilité et de la décidabilité en utilisant les machines de Turing comme modèle universel des ordinateurs.

La deuxième partie du cours est dédiée à l'étude de la complexité d'un algorithme, laquelle mesure l'efficacité de celui-ci. Au-delà des algorithmes, la théorie de la complexité permet aussi d'étudier la difficulté intrinsèque des problèmes rencontrés en particulier en optimisation combinatoire, par l'élaboration d'une hiérarchie de difficultés de résolution y compris les problèmes NP-complets.

Les sujets suivants seront abordés :

1. Calculabilité effective.
2. Hypothèse de Church et machines universelles.
3. Langages récursifs et récursivement énumérables.
4. Machines de Turing déterministes et non-déterministes.
5. Classes P, NP, co-NP et PSPACE.
6. Transformations polynomiales.
7. Problèmes NP-complets et NP-difficiles.

Documentation : Liste d'ouvrages de référence et notes de cours.

Préparation pour : Algorithmique.

Nombre de crédits ECTS : 5

Pré-requis : Langages formels

Mode d'évaluation : examen écrit

Session d'examen : février-septembre

P. DUGERDIL, cc

**Semestre de printemps**

### **Objectifs**

Ce cours a pour but d'introduire les concepts fondamentaux de la construction de logiciels basée sur les objets. Après une introduction à la notion d'objet, le cours se concentre sur la modélisation des logiciels à objets en utilisant le langage de modélisation UML. Il présente ensuite une technique d'analyse et de conception de logiciels basée sur les objets.

Le cours est illustré par l'étude d'un langage de programmation orienté objets (Java).

Les séances d'exercices, liées au cours, donnent l'occasion de mettre en oeuvre les notions enseignées, tant sur papier pour les questions de modélisation que sur machine pour l'emploi de l'environnement de développement et du langage Java.

### **Contenu**

1. Concepts de programmation orienté objet (objets, messages, instances, classes, encapsulation, polymorphisme, héritage).
2. Modèles UML statiques des logiciels (diagramme de classe, de composants et d'objets).
3. Modèles UML dynamiques des logiciels (diagramme de séquence, de communication, d'activité et d'états).
4. Langage de modélisation de contraintes OCL.
5. Technique d'analyse de logiciels basée sur les responsabilités et les collaborations (RDD).

Présentation du langage Java qui est utilisé pour la plupart des exemples illustrant le cours ainsi que pour les travaux pratiques.

Documentation : Polycopié et ouvrages de référence.

Préparation pour : Génie logiciel.

Nombre de crédits ECTS : 5

Pré-requis : bon niveau de programmation

Mode d'évaluation : examen oral

Session d'examen : juin - septembre

## ÉLÉMENTS DE LA THÉORIE DE L'INFORMATION

12X004

(anciennement Structures discrètes et information)

O. KOVAL, mer

S. VOLOSHYNOVSKYY, pas

**Semestre de printemps**

### Objectifs

Le but du cours est de donner aux étudiants une introduction à la théorie de l'information. Le cours développera les volets théoriques nécessaires au traitement des problèmes dans les domaines suivants : réduction de la redondance, transfert de l'information, et tests d'hypothèses.

### Contenu

Le cours contiendra les chapitres suivants :

1. Méthodes probabilistes.
2. Mesure de l'information.
3. Sources de l'information (discrètes sans mémoire, de Markov, binaires et continues).
4. Réduction de la redondance (compression des données) et transfert de l'information.

Documentation : Note de cours et liste d'ouvrages de référence.

Préparation pour : Imagerie numérique, Imagerie numérique avancée, Data Mining, Cryptographie et sécurité, Multimédia security, Elements of multiuser information theory and wireless communications.

Nombre de crédits ECTS : 5

Pré-requis : Probabilités et statistiques

Mode d'évaluation : examen oral ou contrôle continu

Session d'examen : juin - septembre

M. TOMASSINI, cc

**Semestre d'automne****Objectifs**

Le but de ce cours est celui de fournir les notions et les outils de base de l'informatique et de l'algorithmique aux étudiants en première année de mathématiques.

**Contenu**

Le premier objectif du cours consiste en une exposition aux concepts fondamentaux de l'algorithmie. Secondairement, on vise l'obtention de la maîtrise d'un langage de programmation (C++) et de son environnement avec les exercices appropriés.

En ce qui concerne l'algorithmie, on présentera le concept d'algorithmie. Ces notions seront suivies d'une approche à la complexité des algorithmes basée sur le cas le plus défavorable. Puis, seront présentés les algorithmes de base de l'informatique : recherche, tri et les structures de données fondamentales : listes, files, piles, suivies par les structures de données non-linéaires : arbres, graphes et leurs algorithmes fondamentaux. Une introduction sera faite aux classes de complexité des problèmes avec un accent sur les problèmes intraitables et leur signification.

Nombre de crédits ECTS : 4

Pré-requis : néant

Mode d'évaluation : examen écrit

Session d'examen : février - septembre

T. PUN, po

**Semestre d'automne**

### **Objectifs**

Ce cours a pour but d'introduire les concepts fondamentaux de l'algorithmique et de la programmation des ordinateurs en suivant simultanément l'approche de la programmation fonctionnelle et celle de la programmation procédurale. Des algorithmes représentatifs de problèmes classiques tels que tri, recherche d'information, analyse de textes, sont étudiés.

### **Contenu**

1. Concepts d'algorithmes, notions fondamentales, abstraction, séquences, itérations, récursivité.
2. Programmes et langages de programmation.
3. Analyse, performance et complexité des algorithmes.
4. Programmation fonctionnelle :
  - Expressions fonctionnelles, procédures, récursivité, processus de calcul.
  - Lambda-calcul, modèles d'évaluation et de substitution.
  - Procédures et fonctions d'ordre supérieur.
  - Abstraction de données, données composées et hiérarchie de données.
5. Programmation procédurale :
  - Modèle de von Neumann, types abstraits de données.
  - Instructions d'affectation et de contrôle, sous-programmes.
  - La récursivité en programmation procédurale.
6. Algorithmes numériques : calcul matriciel, produit en chaîne, nombres pseudo-aléatoires, etc.
7. Algorithmes non numériques : algorithmes de tri et de recherche, recherche de motifs, programmation linéaire, etc.

Le cours est illustré par l'étude d'un langage fonctionnel (Scheme) et d'un langage procédural (Pascal).

Nombre de crédits ECTS : 7

Pré-requis : Bon niveau en mathématiques élémentaires

Mode d'évaluation : examen écrit

Session d'examen : février - septembre

J. ROLIM, po

**Semestre de printemps**

### **Objectifs**

Ce cours a pour sujet l'étude et l'analyse des langages formels et de leurs éléments : les mots.

Les langages formels sont des objets fondamentaux en informatique comme les langages de programmation, compilation, codages, complexité, etc...

On étudie les langages formels et les systèmes qui en permettent une spécification ou représentation comme les automates, grammaires, systèmes de réécriture et logiques.

### **Contenu**

Les sujets suivants seront abordés :

1. Langages réguliers.
2. Automates à états finis.
3. Expressions et grammaires régulières.
4. Langages hors-contexte.
5. Grammaires.
6. Automates à piles déterministes et non déterministes.
7. Langages récursivement énumérables.
8. Machines de Turing.
9. Logiques de 1<sup>er</sup> ordre.

Préparation pour : Complexité et calculabilité.

Nombre de crédits ECTS : 5

Pré-requis : néant

Mode d'évaluation : examen écrit

Session d'examen : juin - septembre

F. FLUCKIGER, ce

**Semestre de printemps**

### **Objectifs**

Fournir une vue générale des principes et du fonctionnement des réseaux informatiques, en particulier les principes et techniques sous-jacents des infrastructures téléinformatiques. Décrire la représentation des données non textuelles. Fournir une première vue du rôle et fonctionnement des systèmes d'exploitation et des logiciels de base des ordinateurs.

Note : le cours n'a pas pour but d'enseigner l'usage des réseaux informatiques mais leur fonctionnement. Il n'a pas non plus pour but l'enseignement des langages de programmation.

### **Contenu**

1. Principes et architectures des réseaux.
2. Technologie de transmission.
3. Traitement des erreurs.
4. Technologies de liaison, réseau et transport.
5. Représentation des informations multimédia.
6. Langages informatiques, assembleurs, compilateurs.
7. Systèmes d'exploitation, processus et gestion de la mémoire.

Documentation : copies de transparents et liste d'ouvrages de référence.

Préparation pour : Concepts de langages informatiques, Imagerie numérique.

Nombre de crédits ECTS : 3

Pré-requis : Technologie des ordinateurs

Mode d'évaluation : examen écrit

Session d'examen : juin - septembre

D. BUCHS, pas

**Semestre d'automne**

### **Objectifs**

Ce cours introduit les concepts et les techniques qui permettent de modéliser formellement des systèmes informatiques dynamiques et discrets. L'accent sera mis sur les concepts fondamentaux des modèles existants et leurs propriétés formelles. La vérification des propriétés des systèmes modélisés au moyen de techniques algorithmiques et de mécanismes de raisonnement symbolique sera également abordée.

### **Contenu**

Les outils mathématiques élémentaires seront introduits et ensuite différents modèles fondamentaux seront abordés parmi les sujets suivants :

1. Réseaux de Petri : formalisation, propriétés, graphes de marquage, graphes de couverture, utilisation de l'algèbre linéaire, invariants, extensions temporelles et extensions colorées.
2. Introduction à la logique et aux preuves.

Documentation : Liste d'ouvrages de référence et notes de cours.

Préparation pour : Génie logiciel, modélisation et vérification.

Nombre de crédits ECTS : 5

Pré-requis : néant

Mode d'évaluation : examen oral

Session d'examen : février - septembre

## PHYSIQUE GÉNÉRALE

11P090

C. RENNER, po

**Semestre d'automne**

### Objectifs

Ce cours doit permettre aux étudiants d'acquérir une connaissance de base des lois fondamentales de la physique à travers les grands domaines de la physique classique ainsi que certains aspects de la physique moderne.

Introduction à la physique, cinématique, lois de Newton, dynamique, statique, gravitation, rotation, énergie mécanique, les solides, les fluides, oscillations et ondes mécaniques, le son, propriétés thermiques de la matière, chaleur et thermodynamique.

### REFERENCES

Physique, Eugène Hecht, De Boeck Université.

Physique générale (3 volumes), D.C. Giancoli, De Boeck Université.

Physique (3 volumes), D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, Ed. Dunod.

Nombre de crédits ECTS : math 5, math-info 4

Pré-requis : néant

Mode d'évaluation : examen écrit

Sessions d'examen : février - septembre

## PHYSIQUE GÉNÉRALE

11P091

C. RENNER, po

**Semestre de printemps**

### Objectifs

Ce cours doit permettre aux étudiants d'acquérir une connaissance de base des lois fondamentales de la physique à travers les grands domaines de la physique classique ainsi que certains aspects de la physique moderne.

Electrostatique, électrodynamique, magnétisme, induction électromagnétique. circuits, courant continu et alternatif, ondes électromagnétiques, propagation de la lumière, optique géométrique, optique ondulatoire, relativité restreinte, origines de la physique moderne, théorie quantique.

## REFERENCES

Physique, Eugène Hecht, De Boeck Université.

Physique générale (3 volumes), D.C. Giancoli, De Boeck Université.

Physique (3 volumes), D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, Ed. Dunod.

Nombre de crédits ECTS : math 5, math-info 4

Pré-requis : néant

Mode d'évaluation : examen écrit

Sessions d'examen : juin - septembre

## PROGRAMMATION DES SYSTÈMES

12X006

P. LEONE, mer

**Semestre de printemps**

### Objectifs

L'objectif de ce cours est de présenter les aspects matériels des systèmes informatiques du point de vue du programmeur. Les travaux pratiques permettent de mettre en oeuvre les concepts abordés au cours en pratiquant la programmation de bas niveau en langages C et assembleur.

### Contenu

1. Architecture des systèmes informatiques : notion des bus, mémoires, plan d'adressage.
2. Systèmes d'interruptions : interruptions vectorisées, systèmes d'interruption du processeur ARM7.
3. Jeu d'instruction du processeur ARM7TDMI.
4. Programmation de périphériques spécifiques : timers, DMA, graphiques.
5. Optimisation des programmes et performances.

Documentation : liste d'ouvrages de référence et notes de cours.

Nombre de crédits ECTS : 5

Pré-requis : technologie des ordinateurs, logiciels et réseaux informatiques.

Mode d'évaluation : examen oral ou contrôle continu.

Sessions d'examen : juin - septembre

S. MARCHAND-MAILLET, mer

**Semestre de printemps**

### **Objectifs**

Ce cours a pour but d'initier les étudiants à une méthodologie formelle à travers la modélisation d'un panorama de structures de données complexes.

### **Contenu**

1. Formalisme, outils basiques de modélisation.
2. Types abstraits, notion de pointeur.
3. Structures dynamiques fondamentales : chaînes, anneaux, piles, files d'attente, listes généralisées, arbres, graphes.
4. Algorithmes de construction, de parcours et de manipulation.
5. Transformation de clés et « hash-coding ».
6. Structures complexes : fichiers séquentiels indexés et B-arbres.

Pour les travaux pratiques, voir « Laboratoire de programmation ».

Documentation : Livre support de cours et liste d'ouvrage de référence.

Préparation pour : Langages informatiques .

Nombre de crédits ECTS : 6

Pré-requis : Introduction aux algorithmes

Mode d'évaluation : examen écrit ou contrôle continu

Session d'examen : juin - septembre

J. MENU, ce

**Semestre d'automne**

### **Objectifs**

Introduction aux API permettant d'accéder aux fonctionnalités des systèmes d'exploitation et à la programmation d'applications les utilisant. Compréhension du fonctionnement d'un système d'exploitation et de la représentation des données qu'il met en oeuvre. Familiarisation avec le système d'exploitation.

### **Contenu**

Le cours poursuit un double but : à partir de l'exemple d'UNIX, il montre l'implantation des composantes d'un système d'exploitation (systèmes de fichiers, multitâches, entrées et sorties), et il donne à l'étudiant une bonne maîtrise de la programmation d'un tel système ; de plus, les travaux pratiques comportent une introduction à la programmation en langage C.

1. Prologue.
2. Caractéristiques de C.
3. Introduction à Unix.
4. Concepts fondamentaux d'Unix.
5. Fichiers et disques.
6. Signaux.
7. Entrées/sorties.
8. Processus.
9. Communication entre processus.
10. Compléments.

Documentation : copies de transparents et liste d'ouvrages de référence :

<http://cui.unige.ch/Di/cours/SystInformatiques>

Préparation pour : Programmation des systèmes, Parallélisme, développement informatique.

Nombre de crédits ECTS : 5

Pré-requis : Structure de données, Introduction aux algorithmes

Mode d'évaluation : examen oral (2/3) + travaux pratiques (1/3)

Session d'examen : février - septembre

F. FLUCKIGER, ce

### **Semestre d'automne**

#### **Objectifs**

Fournir une vue générale du fonctionnement des ordinateurs et plus spécifiquement de leur architecture et de leurs composants matériels. Apprendre et pratiquer certaines techniques de calcul, d'analyse et de synthèse : arithmétique binaire, logique booléenne, circuits logiques.

Note : le cours n'a pas pour but d'enseigner l'usage des ordinateurs mais leur fonctionnement.

#### **Contenu**

1. Historique.
2. Numération binaire.
3. Représentation des informations numériques et textuelles.
4. Fonctionnement général.
5. Circuits logiques.
6. Composants électroniques.
7. Mémoires.
8. CPUs et architectures.
9. Systèmes complets.

Nombre de crédits ECTS : 4

Pré-requis : néant

Préparation pour : Logiciels et Réseaux informatiques

Mode d'évaluation : examens écrit

Session d'examen : février - septembre

\*\*\*\*\*

# SÉMINAIRES AVANCÉS

<u>NUMERO</u>	<u>SEMINAIRE</u>	<u>ENSEIGNANT</u>	<u>CREDITS ECTS</u>
15M711	Algèbres, géométrie et combinatoire	M. Bucher-Karlsson, A. Karlsson, P. de la Harpe	10
15M740	Analyse numérique	M. Gander, E. Hairer	10
15M746	Fables géométriques	G. Mikhalkin, A. Szenes	10
15M710	Groupes de Lie et espaces de modules	A. Alekseev, A. Szenes	10
15M747	Groupes et Géométrie	A. Karlsson, P. de la Harpe, T. Smirnova-Nagnibeda)	10
15M745	Mathématique physique	S. Smirnov	10
14P709	Physique mathématique	A. Alekseev, J.-P. Eckmann, S. Smirnov	10
15M735	Théorie des noeuds	R. Kashaev, V. Quach Hongler, C. Weber	10

\*\*\*\*\*

## COURS À OPTION

### Pour les candidats au Baccalauréat universitaire en mathématiques

En 2011/2012, les candidats au Baccalauréat choisissent, comme cours à option prévus aux plans d'études, deux cours semestriels ou un cours annuel de 2 à 3 heures hebdomadaires dans les disciplines suivantes :

1. **Histoire et philosophie des sciences.**
2. **Informatique.**
3. **Physique.**
4. **Econométrie** (cours du Master en statistiques).

*CE CHOIX DOIT ÊTRE AGRÉÉ PAR LES ENSEIGNANTS RESPONSABLES ET PAR LE CONSEILLER AUX ETUDES DE LA SECTION DE MATHÉMATIQUES AU DÉBUT DE L'ANNÉE.*

**COURS AVANCÉS de 3<sup>ème</sup> et 4<sup>ème</sup> année**  
**pour les candidats**  
**au Baccalauréat universitaire et à la Maîtrise**  
**universitaire en mathématiques**

<u>NUMERO</u>	<u>COURS</u>	<u>SEMESTRE</u>	<u>ENSEIGNANT</u>	<u>CREDITS ECTS</u>
13M010	Algèbre et Géométrie III*	Annuel	P. Severa	10
14M084	Algèbre de Hopf	Automne	R. Kashaev	5
13M020	Analyse III*	Annuel	A. Karlsson A. Alekseev	10
14M106A	Calcul scientifique pour électromagnétisme	Automne	V. Dolean	5
14M110P	Chapitres choisis de géométrie diophantienne	Printemps	D. Coray	5
14M105P	Configurations of points on the plane : an introduction to algebraic geometry	Printemps	A. Szenes	5
14M101P	Equations différentielles raides	Printemps	E. Hairer	5
14M080	Méthodes élémentaires*	Automne	A. Alekseev	5
14M109A	Processus de Schramm	Automne	S. Smirnov	5
14M102P	Surface de Riemann	Printemps	D. Cimasoni	5
14M099	Théorie des graphes	Automne	V. Quach Hongler	5
14M107A	Théorie algébrique des nombres	Automne	P. Severa	5
14M104A	Théorie analytique des nombres	Automne	Y.-F. Petermann	5
14M103P	Topologie et géométrie des variétés	Printemps	P. Turner	5
14M108P	Tropical geometry**	Printemps	G. Mikhalkin	5

\* : cours de baccalauréat uniquement

\*\* : cours de maîtrise uniquement

**COURS AVANCÉS de 3<sup>ème</sup> et 4<sup>ème</sup> année**  
**pour les candidats**  
**au Baccalauréat et à la Maîtrise universitaires en**  
**mathématiques et sciences informatiques**

<u>NUMERO</u>	<u>COURS</u>	<u>SEMESTRE</u>	<u>ENSEIGNANT</u>	<u>CREDITS ECTS</u>
13M010	Algèbre et Géométrie III*	Annuel	P. Severa	10
14M084	Algèbre de Hopf	Automne	R. Kashaev	5
14X001	Algorithmes distribués pour réseaux de capteurs sans fils	Printemps	A. Jarry J. Rolim	5
14X003	Algorithmes pour le Web**	Automne	J. Rolim	5
13M020	Analyse III*	Annuel	A. Karlsson A. Alekseev	10
14M106A	Calcul scientifique pour électromagnétisme	Automne	V. Dolean	5
14M110P	Chapitres choisis de géométrie diophantienne	Printemps	D. Coray	5
13X001	Compilateurs et interprètes	Automne	J. Menu	5
14M105P	Configurations of points on the plane : an introduction to algebraic geometry	Printemps	A. Szenes	5
14X008	Cybernétique appliquée**	Annuel	T. Pun S Volosyhnovskyy	10
14M101P	Equations différentielles raides	Printemps	E. Hairer	5
13X003	Génie Logiciel	Automne	D. Buchs, P. Dugerdil	5
13X004	Imagerie numérique	Annuel	T. Pun	10
13X005	Intelligence artificielle : principes et méthodes**	Automne	A. Jarry	4
14M080	Méthodes élémentaires*	Automne	A. Alekseev	5
14X013	Méthodes et heuristiques d'apprentissage et d'optimisation**	Annuel	B. Chopard, M. Tomassini	10
14X014	Outils formels avancés**	Automne	D. Buchs	5
13X007	Parallélisme	Automne	B. Chopard	5
14M109A	Processus de Schramm	Automne	S. Smirnov	5
13X009	Réseaux informatiques	Automne	P. Leone	5
14M102P	Surface de Riemann	Printemps	D. Cimasoni	5
14X018	Systèmes concurrents et distribués**	Automne	P. Leone	5

14M099	Théorie des graphes	Automne	V. Quach Hongler	5
14M107A	Théorie algébrique des nombres	Automne	P. Severa	5
14M104A	Théorie analytique des nombres	Automne	Y.-F. Petermann	5
14M103P	Topologie et géométrie des variétés	Printemps	P. Turner	5
14X020	Traces numériques en criminalistique**	Automne	D. Billard	5
14M108P	Tropical geometry**	Printemps	G. Mikhalkin	5

\* : cours de baccalauréat uniquement

\*\* : cours de maîtrise uniquement

\*\*\*\*\*

# **ENSEIGNEMENT POSTGRADE** **EN MATHÉMATIQUES**

## **III<sup>ème</sup> CYCLE ROMAND DE MATHÉMATIQUES**

1. « Train tracks, Thurston and Teichmueller theory»  
Prof. Sebastian Baader (Bern)  
Le mercredi à l'EPFL (horaire et salle à confirmer)
2. « Floer homology with applications II»  
Prof. Felix Schlenk (Neuchâtel)  
Le mercredi à l'EPFL (horaire et salle à confirmer)

Des informations plus précises seront données ultérieurement sur le site  
<http://www.cuso.ch/3e-cycle/mathematiques/>

## **III<sup>ème</sup> CYCLE ROMAND DE STATISTIQUE ET PROBABILITÉ APPLIQUÉE**

1. Ecole d'été du IIIe cycle romand de statistique et de probabilités appliquées.  
12 septembre - 17 septembre 2011  
A Ovronnaz
2. Séminaire de printemps  
5 février – 8 février 2012  
Aux Diablerets

Des informations plus précises seront données ultérieurement sur :  
<http://www.cuso.ch/3e-cycle/statistique/>

**NOTES**

## INDEX ALPHABÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

14M084	ALGÈBRES DE HOPF	10-18
13M010	ALGÈBRE ET GÉOMÉTRIE III	10
11M010/011	ALGÈBRE I	1
12M010	ALGÈBRE II	5
12X001	ALGORITHMIQUE	29
11M020/021	ANALYSE I	2
12M020/021	ANALYSE II - Analyse complexe	5
12M025/026	ANALYSE II - Analyse réelle	6
13M020	ANALYSE III	10
12M040	ANALYSE NUMÉRIQUE	7
14M106A	CALCUL SCIENTIFIQUE POUR ÉLECTROMAGNÉTISME	11-18
14M110P	CHAPITRES CHOISIS DE GÉOMÉTRIE DIOPHANTINNE	12-19
12X002	COMPLEXITÉ ET CALCULABILITÉ	30
12X003	CONCEPTS ET LANGAGES ORIENTÉS OBJETS	31
14M105P	CONFIGURATIONS OF POINTS ON THE PLANE : AN INTRODUCTION TO ALGEBRAIC GEOMETRY	13-19
12X004	ÉLÉMENTS DE LA THÉORIE DE L'INFORMATION	32
14M101P	ÉQUATIONS DIFFÉRENTIELLES RAIDES	13-20
11M030/031	GÉOMÉTRIE I	3
12M030	GÉOMÉTRIE II	8
12X013	INTRODUCTION À L'INFORMATIQUE	33
11X001	INTRODUCTION AUX ALGORITHMES	34
11M050	LABORATOIRE DE PROGRAMMATION MATHÉMATIQUE	4
11X003	LANGAGES FORMELS	35
11X004	LOGICIELS ET RÉSEAUX INFORMATIQUES	36
11M000/001	MATHÉMATIQUES GÉNÉRALES	27
11M005	MATHÉMATIQUES POUR INFORMATIENS	28
14M080	MÉTHODES ÉLÉMENTAIRES	14
12X005	OUTILS FORMELS DE MODÉLISATION	37
11P090/091	PHYSIQUE GÉNÉRALE	38
12M060A/P	PROBABILITÉS ET STATISTIQUE	9
14M109A	PROCESSUS DE SCHRAMM	14-20
12X006	PROGRAMMATION DES SYSTÈMES	39
15M711	SÉMINAIRE ALGÈBRES, GÉOMÉTRIE ET COMBINATOIRE	43
13M756	SÉMINAIRE ALGÈBRE-GÉOMÉTRIE-THÉORIE DES NOMBRES	24
15M740	SÉMINAIRE D'ANALYSE NUMÉRIQUE	43
15M745	SÉMINAIRE DE MATHÉMATIQUE PHYSIQUE	43
14P709	SÉMINAIRE DE PHYSIQUE MATHÉMATIQUE	43
15M735	SÉMINAIRE DE THÉORIE DES NŒUDS	43
15M746	SEMINAIRE FABLES GÉOMÉTRIQUES	43
15M710	SÉMINAIRE GROUPES DE LIE ET ESPACES DE MODULES	43
15M749	SÉMINAIRE GROUPES ET GÉOMÉTRIE	43
13M755	SÉMINAIRE PROBABILITÉS ET STATISTIQUE	25
13M754	SÉMINAIRE THÉORIE DES GROUPES	26
11X005	STRUCTURE DE DONNÉES	40
14M102P	SURFACES DE RIEMANN	15-21
12X009	SYSTÈMES INFORMATIQUES	41
11X006	TECHNOLOGIES DES ORDINATEURS	42
14M107A	THÉORIE ALGÈBRIQUE DES NOMBRES	15-21
14M104A	THÉORIE ANALYTIQUE DES NOMBRES	16-22
14M099	THÉORIE DES GRAPHES	16-22
14M103P	TOPOLOGIE ET GÉOMÉTRIE DES VARIÉTÉS	17-23
14M108P	TROPICAL GEOMETRY	23