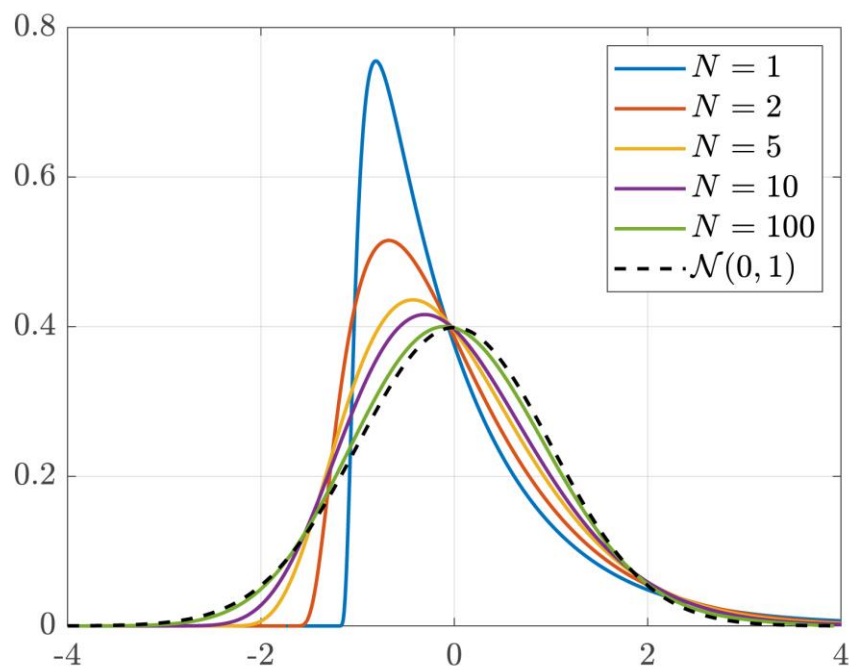


# LISTE DES COURS

## SECTION DE MATHÉMATIQUES



**2 0 2 5 - 2 0 2 6**



**UNIVERSITÉ  
DE GENÈVE**

## RÉSUMÉ DES COURS

### COURS DONNÉS PAR LES ENSEIGNANTS DE LA SECTION

#### BACCALAURÉAT 1<sup>ère</sup> ANNÉE

♦ ALGÈBRE I	5
♦ ANALYSE I	7
♦ GÉOMÉTRIE I	9
♦ INTRODUCTION A LA LOGIQUE ET À LA THÉORIE DES ENSEMBLES	10
♦ LABORATOIRE DE PROGRAMMATION MATHÉMATIQUE	11
♦ MATHÉMATIQUES DISCRÈTES	12

#### BACCALAURÉAT 2<sup>ème</sup> ANNÉE

♦ ALGÈBRE II	14
♦ ANALYSE II (ANALYSE COMPLEXE)	15
♦ ANALYSE II (ANALYSE RÉELLE)	17
♦ ANALYSE NUMÉRIQUE	19
♦ MESURE ET INTÉGRATION	20
♦ TOPOLOGIE GÉNÉRALE	21

#### BACCALAURÉAT 3<sup>ème</sup> ANNÉE (cours obligatoires)

♦ ANALYSE FONCTIONNELLE	23
♦ GÉOMETRIE DIFFÉRENTIELLE	24
♦ MÉCANIQUE CLASSIQUE POUR MATHÉMATICIEN-NE-S	25
♦ MÉCANIQUE QUANTIQUE POUR MATHÉMATICIEN-NE-S	26
♦ PROBABILITÉS ET STATISTIQUE	27
♦ TOPOLOGIE ALGÈBRIQUE	29

#### BACCALAURÉAT 3<sup>ème</sup> ANNÉE ET MAÎTRISE 1<sup>ère</sup> et 2<sup>ème</sup> ANNÉES (cours avancés)

♦ ALGEBRAIC GEOMETRY	31
♦ ALGEBRAIC NUMBER THEORY	32
♦ CHAPITRES CHOISIS DE THÉORIE DES PROBABILITÉS A	33
♦ COMBINATORICS OF INTEGER PARTITIONS	34
♦ GAUSSIAN SPACES AND FIELD THEORY	35
♦ GEOMETRY OF PDE	36
♦ GROUP THEORY BY EXAMPLES	37
♦ INTRODUCTION TO THE REPRESENTATION OF FINITE GROUPS	38
♦ L'INFORMATIQUE AU SERVICE DES MATHS ET DE SON ENSEIGNEMENT	39
♦ LES DIMÈRES ET LEURS AMIS / DIMERS AND THEIR FRIENDS	40
♦ MATHEMATICAL FOUNDATIONS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE	41
♦ MÉTHODES ÉLÉMENTAIRES	42
♦ MÉTHODES ITÉRATIVES	43
♦ MÉTHODES NUMÉRIQUES POUR LES ÉQUATIONS DIFFÉRENTIELLES STOCHASTIQUES	44
♦ MODÈLES MATHÉMATIQUES POUR LES HUMAINS ET LES ANIMAUX	45
♦ PARADOXES EN MATHÉMATIQUES	46
♦ PAVAGES	47
♦ RANDOMIZED METHODS FOR MATRIX COMPUTATIONS	48

♦ STATISTICAL MACHINE LEARNING	49
♦ STOCHASTIC PROCESSES WITH INDEPENDENT INCREMENTS AND THEIR APPLICATIONS	50
♦ THÉORIE DES NŒUDS	51
<b><u>SÉMINAIRES</u></b>	52
♦ ANALYSE ET PROBABILITÉS	
♦ GÉOMÉTRIE ET PHYSIQUE	
♦ GROUPES, GÉOMÉTRIE, COMBINATOIRE	
♦ MATHÉMATIQUES APPLIQUÉES	
♦ TOPOLOGIE	
<b><u>SÉMINAIRES DE RECHERCHE</u></b>	53
♦ ANALYSE NUMÉRIQUE	
♦ GROUPES ET GÉOMÉTRIE	
♦ GROUPES DE LIE ET ESPACE DES MODULES	
♦ MATHÉMATIQUE PHYSIQUE	
♦ PHYSICAL MATHEMATICS	
♦ TOPOLOGIE ET GÉOMÉTRIE	
<b><u>COURS DONNÉS À D'AUTRES SECTIONS</u></b>	
♦ BIOSTATISTIQUES I	55
♦ MATHÉMATIQUES GÉNÉRALES	56
♦ MATHÉMATIQUES GÉNÉRALES - Analyse	57
♦ MATHÉMATIQUES GÉNÉRALES - Statistiques	58
♦ MATHÉMATIQUES POUR INFORMATICIEN-NE-S	59
♦ PROBABILITÉS ET STATISTIQUE - pour informaticiens	60
♦ STATISTIQUES ET MÉTHODOLOGIE PHARMACEUTIQUE	61
♦ MATHÉMATIQUES POUR LES SCIENCES COMPUTATIONNELLES	62
♦ LABORATOIRE DE PROGRAMMATION MATHÉMATIQUE	63
<b><u>COURS DONNÉS PAR DES ENSEIGNANTS D'AUTRES SECTIONS</u></b>	
♦ ALGORITHMIQUE	65
♦ BASES DE DONNÉES	66
♦ COMPLEXITÉ ET CALCULABILITÉ	67
♦ CONCEPTS ET LANGAGES ORIENTÉS OBJETS	68
♦ CRYPTOGRAPHIE ET SÉCURITÉ	69
♦ INTRODUCTION A LA PROGRAMMATION DES ALGORITHMES	70
♦ INTRODUCTION À L'INFORMATIQUE	71
♦ LANGAGES FORMELS	72
♦ LOGICIELS ET RÉSEAUX INFORMATIQUES	73
♦ OUTILS FORMELS DE MODÉLISATION	74
♦ PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DES ORDINATEURS	75
♦ PROGRAMMATION DES SYSTÈMES	76
♦ SÉMANTIQUE DES LANGAGES INFORMATIQUES	77
♦ STRUCTURE DE DONNÉES	78
♦ SYSTÈMES D'EXPLOITATION	79

**COURS DONNÉS**  
**PAR LES ENSEIGNANTS DE LA SECTION**  
**DE MATHÉMATIQUES**

# **BACCALAURÉAT 1<sup>ère</sup> ANNÉE**

T. SMIRNOVA-NAGNIBEDA, pas

**Semestre d'automne**

	Cours	Exercices	TP	TOTAL
Nombre d'heures par semaine	4	2	0.50	6.50
Nombre d'heures par semestre	56	28	14	91

**Objectifs**

Ce cours sert d'introduction à l'algèbre linéaire. Motivés par le problème de résolution de systèmes d'équations linéaires, nous développerons les techniques de calcul matriciel et nous étudierons des premiers exemples de structures algébriques, tels espaces vectoriels et applications linéaires.

**Contenu**

1. Espaces vectoriels réels et complexes.
2. Applications linéaires et leurs représentations matricielles.
3. Déterminants.
4. Valeurs et vecteurs propres, forme de Jordan.
5. Théorème spectral.

Nombre de crédits ECTS : 8

Pré-requis : néant

Mode d'évaluation : examen écrit

Sessions d'examen : février - septembre

R. KASHAEV, po

**Semestre de printemps**

	Cours	Exercices	TP	TOTAL
Nombre d'heures par semaine	4	2	0.50	6.50
Nombre d'heures par semestre	56	28	7	91

**Objectifs**

Ce cours constitue une initiation à l'algèbre formelle via les structures algébriques les plus fondamentales. Un accent particulier sera mis sur l'apprentissage de la manipulation de ces objets et les applications, notamment en arithmétique.

**Contenu**

1. Groupes (groupes, sous-groupes, homomorphismes, théorème de Lagrange, groupes cycliques, groupes symétriques, sous-groupes normaux, groupes quotients, actions de groupes et applications),
2. Anneaux (anneaux et corps, homomorphismes, idéaux et anneaux quotients, anneaux principaux, factoriels, euclidiens, entiers de Gauss, anneaux de polynômes),
3. Corps (existence de corps finis).

Nombre de crédits ECTS : 7

Pré-requis : Algèbre I (automne)

Mode d'évaluation : examen écrit

Sessions d'examen : juin - septembre

A. KNOWLES, po

**Semestre d'automne**

	Cours	Exercices	TP	TOTAL
Nombre d'heures par semaine	4	3	0.50	7.50
Nombre d'heures par semestre	56	42	7	105

**Objectifs**

Ce cours constitue une introduction à l'analyse. Il a pour but d'initier les étudiants à l'étude rigoureuse des nombres réels, des suites numériques et des fonctions continues, ainsi que de revisiter les notions de dérivée et intégrale étudiées au collège.

**Contenu**

1. Introduction à la logique et à la théorie des ensembles.
2. Ensembles des nombres entiers, rationnels et réels.
3. Suites numériques.
4. Fonctions continues d'une variable réelle.
5. La dérivée.
6. L'intégrale et le théorème fondamental de l'analyse.
7. Les fonctions trigonométriques, le logarithme et l'exponentielle.
8. Fonctions convexes

Nombre de crédits ECTS : 9

Pré-requis : néant

Mode d'évaluation : examen écrit

Sessions d'examen : février - septembre



A. ALEKSEEV, po

**Semestre de printemps**

	Cours	Exercices	TP	TOTAL
Nombre d'heures par semaine	4	3	0.50	7.50
Nombre d'heures par semestre	56	42	7	105

**Objectifs**

Les objectifs de ce cours sont d'approfondir des savoirs par les étudiants de l'analyse à une variable et de commencer les études d'analyse à plusieurs variables.

**Contenu**

1. Séries numériques.
2. Espaces métriques.
3. Suites et séries de fonctions.
4. Équations différentielles ordinaires.
5. Fonctions à plusieurs variables (calcul différentiel).
6. Intégrales multiples.

Nombre de crédits ECTS : 8

Pré-requis : Analyse I (automne)

Mode d'évaluation : examen écrit

Sessions d'examen : juin - septembre

P.-A. CHERIX, mer

**Semestre de printemps**

	Cours	Exercices	TP	TOTAL
Nombre d'heures par semaine	4	2	-	6
Nombre d'heures par semestre	56	28	-	84

**Objectifs**

Le but de ce cours est d'apporter à l'étudiant une maîtrise solide des notions de base de la géométrie. L'étudiant développera son intuition de l'espace et acquerra les outils et concepts mathématiques permettant d'exprimer rigoureusement certaines idées géométriques. Nous aborderons ces notions et résultats de manière historique, la géométrie euclidienne ayant été durant presque 2000 ans l'archétype de la rigueur, puis nous prendrons une approche plus algébrisée. Une utilisation d'outil de géométrie dynamique sera proposée.

**Contenu**

1. Géométrie classique : Thalès et Pythagore, Euclide, trigonométrie.
2. Géométrie analytique : Descartes, constructions à la règle et au compas, calcul vectoriel applications linéaires.
3. Géométrie projective : principe de Poncelet, espace projectif.
4. Actions de groupes : groupes et sous-groupes, homomorphismes, actions de groupes.
5. Isométries : distances et isométries, le groupe des isométries de l'espace euclidien, classification des isométries, groupes de symétries.
6. Géométrie hyperbolique : inversions, transformations de Mobius, disque de Poincaré, isométries hyperboliques.

Nombre de crédits ECTS : 7

Pré-requis : néant (mais avoir suivi les cours du 1<sup>er</sup> semestre est un atout)

Mode d'évaluation : examen écrit

Sessions d'examen : juin - septembre

# INTRODUCTION A LA LOGIQUE ET A LA THÉORIE DES ENSEMBLES

11M060

M. BUCHER, mer

**Semestre d'automne**

	Cours	Exercices	TP	TOTAL
Nombre d'heures par semaine	2	2	-	4
Nombre d'heures par semestre	28	28	-	56

## Objectifs

Ce cours est une introduction au raisonnement mathématique. Il traitera de la communication et de la formalisation des idées mathématiques.

## Contenu

1. Raisonnement et communication mathématiques.
2. Théorie des ensembles.
3. Cardinalité.
4. Logique.
5. Relations d'équivalence et relations d'ordre.
6. Nombres : entiers naturels et relatifs, rationnels, réels et complexes.

Nombre de crédits ECTS : 6

Pré-requis : néant

Mode d'évaluation : examen écrit

Sessions d'examen : février – septembre

P. SEVERA, mer

**Semestre de printemps**

	Cours	Exercices	TP	TOTAL
Nombre d'heures par semaine	-	-	3	3
Nombre d'heures par semestre	-	-	42	42

**Objectifs**

Le but de ces travaux pratiques est d'être un appui informatique pour les cours de mathématiques de première année. Il s'agit de résoudre, à l'aide d'un logiciel de calcul informatique, des problèmes provenant de l'analyse, de l'algèbre linéaire principalement, mais aussi reliés à des applications physiques ou statistiques. Ces travaux pratiques permettent à l'étudiant de comprendre comment les outils acquis dans les cours de mathématiques permettent de résoudre certains problèmes plus concrets et ainsi de percevoir leur utilité. 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.

**Contenu**

1. Calcul matriciel, la résolution de systèmes linéaires, changements de base.
2. Une application de l'algèbre linéaire : la perspective.
3. Résolution d'équations non linéaires, dérivation, graphes, séries de Taylor.
4. Intégration, équations différentielles.
5. Mathématiques énumératives.

Nombre de crédits ECTS : 2  
Pré-requis : néant  
Mode d'évaluation : certificat  
Sessions d'examen : --

J. DOUSSE, past

**Semestre de printemps**

	Cours	Exercices	TP	TOTAL
Nombre d'heures par semaine	2	2	-	4
Nombre d'heures par semestre	28	28	-	56

**Objectifs**

Ce cours est une initiation au domaine des mathématiques discrètes. Il a pour but de familiariser les étudiants avec les techniques basiques de dénombrement et d'énumération, et de les mettre en pratique sur des objets classiques de la combinatoire.

**Contenu**

1. Dénombrement et problèmes d'énumération
2. Séries génératrices
3. Techniques combinatoires
4. Énumération d'objets classiques : permutations, partitions, mots, combinaisons, ...
5. Introduction à la théorie des graphes

Nombre de crédits ECTS : 6

Pré-requis : avoir suivi les cours du premier semestre

Mode d'évaluation : examen écrit

Sessions d'examen : juin - septembre

## **BACCALAURÉAT 2<sup>ème</sup> ANNÉE**

D. CIMASONI, mer

**Annuel**

	Cours	Exercices	TP	TOTAL
Nombre d'heures par semaine	2	2	-	4
Nombre d'heures par année	56	56	-	112

### **Objectifs**

Ce cours a pour but de poursuivre l'étude des structures algébriques fondamentales débutée en Algèbre I. Il culmine avec la présentation de la théorie de Galois et de quelques unes de ses applications les plus spectaculaires.

### **Contenu**

1. Catégories
2. Groupes.
3. Corps.
4. Théorie de Galois.

Nombre de crédits ECTS : 12

Pré-requis : Algèbre I

Mode d'évaluation : examen écrit et oral

Sessions d'examen : février - juin – septembre

A. KARLSSON, pas

**Semestre d'automne**

	Cours	Exercices	TP	TOTAL
Nombre d'heures par semaine	2	2	-	4
Nombre d'heures par semestre	28	28	-	56

**Objectifs**

Connaissance de la théorie d'analyse complexe et applications à des problèmes concrets.

**Contenu**

1. Différentiabilité complexe : équations de Cauchy-Riemann, fonctions analytiques, calcul avec des séries, fonction exponentielle, logarithme.
2. Théorie des fonctions holomorphes : intégrale curviligne, formule intégrale de Cauchy, théorème de Liouville, prolongement analytique.
3. Singularités et fonctions méromorphes : singularités isolées, théorème des résidus, calcul des intégrales, fonctions méromorphes, principe de l'argument.

Nombre de crédits ECTS : 6

Pré-requis : Analyse I

Mode d'évaluation : examen écrit

Sessions d'examen : février - septembre



A. KARLSSON, pas

**Semestre de printemps**

	Cours	Exercices	TP	TOTAL
Nombre d'heures par semaine	2	2	-	4
Nombre d'heures par semestre	28	28	-	56

**Objectifs**

Connaissance de l'analyse de Fourier et ses applications, principalement en théorie des équations différentielles aux dérivées partielles.

**Contenu**

1. Séries de Fourier : convergence en moyenne quadratique et convergence simple. Fonctions à variation bornée. Systèmes orthogonaux.
2. Équations aux dérivées partielles : équation des ondes, équation de la chaleur, équation de Laplace.
3. Transformations de Fourier et de Laplace.

Nombre de crédits ECTS : 6

Pré-requis : Analyse I

Mode d'évaluation : examen écrit

Sessions d'examen : juin - septembre

P. SEVERA, mer

**Semestre d'automne**

	Cours	Exercices	TP	TOTAL
Nombre d'heures par semaine	2	2	-	4
Nombre d'heures par semestre	28	28	-	56

**Objectifs**

Éléments de la théorie des fonctions de plusieurs variables réelles.  
Introduction à la théorie des formes différentielles.

**Contenu**

1. Fonctions de plusieurs variables réelles, fonctions implicites.
2. Formes différentielles, formes exactes et fermées, intégrales des formes différentielles, théorème de Green, lemme de Poincaré, théorème de Stokes.

Nombre de crédits ECTS : 6  
Pré-requis : Analyse I, Algèbre I  
Mode d'évaluation : examen écrit  
Sessions d'examen : février – septembre

P. SEVERA, mer

**Semestre de printemps**

	Cours	Exercices	TP	TOTAL
Nombre d'heures par semaine	2	2	-	4
Nombre d'heures par semestre	28	28	-	56

**Objectifs**

Introduction à la théorie des équations différentielles ordinaires.

**Contenu**

1. Espaces de Banach, applications lipschitziennes, théorème du point fixe.
2. Équations différentielles ordinaires, existence et unicité des solutions, méthodes de résolution, systèmes d'EDO linéaires et non linéaires.

Nombre de crédits ECTS : 6

Pré-requis : Analyse I, Algèbre I, 1<sup>er</sup> semestre d'analyse II réelle

Mode d'évaluation : examen écrit

Sessions d'examen : juin – septembre

M. GANDER, po

**Annuel**

	Cours	Exercices	TP	TOTAL
Nombre d'heures par semaine	2	1	2	5
Nombre d'heures par semestre	56	28	56	140

**Objectifs**

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

**Contenu**

1. Calcul avec précision finie
2. Systèmes d'équations linéaires
3. Équations non linéaires
4. Méthodes itératives
5. Méthodes des moindres carrés
6. Valeurs et vecteurs propres
7. Interpolation et approximation
8. Intégration numérique
9. Équations différentielles ordinaires

Nombre de crédits ECTS : bachelor math : 12 / bachelor math-info : 14

Pré-requis : 1ere année de mathématique ou informatique ou physique

Mode d'évaluation : examen écrit et travaux pratiques

Sessions d'examen : juin - septembre

H. DUMINIL-COPIN, po

**Semestre de printemps**

	Cours	Exercices	TP	TOTAL
Nombre d'heures par semaine	2	2	-	4
Nombre d'heures par semestre	28	28	-	56

**Objectifs**

Apprendre des méthodes et des concepts de base de la théorie de la mesure et de l'intégration de Lebesgue.

**Contenu**

Tribus, espaces mesurables, applications mesurables, mesures, espaces mesurés, mesures extérieures, mesure de Lebesgue, fonctions étagées, l'intégrale de Lebesgue, théorème de convergence monotone, lemme de Fatou, théorème de convergence dominée, espaces  $L^p$ , inégalité de Hölder, théorème de Fubini, mesures signées, théorème de Radon-Nikodym, théorème de représentation de Riesz, formule de changement de variables.

Nombre de crédits ECTS : 6

Pré-requis : néant

Mode d'évaluation : examen écrit

Sessions d'examen : juin - septembre

A. SZENES, po

**Semestre d'automne**

	Cours	Exercices	TP	TOTAL
Nombre d'heures par semaine	2	2	-	4
Nombre d'heures par semestre	28	28	-	56

**Objectifs**

L'objectif de ce cours est de développer les notions de base de la topologie générale à partir de la notion d'espace métrique.

**Contenu**

Espaces métriques ; espaces topologiques; applications continues; bases et prébases; topologies initiale et finale; topologies produit et quotient; suites et limites; topologie séquentielle; espaces connexes; espaces connexes par arcs; espaces compacts; complexes cellulaires.

Nombre de crédits ECTS : 6

Pré-requis : Analyse I, Algèbre I, Géométrie I

Mode d'évaluation : examen écrit

Sessions d'examen : février - septembre

**BACCALAURÉAT 3<sup>ème</sup> ANNÉE**  
**Cours obligatoires**

V. VARGAS, pas

**Semestre d'automne**

	Cours	Exercices	TP	TOTAL
Nombre d'heures par semaine	2	2	-	4
Nombre d'heures par semestre	28	28	-	56

**Objectifs**

Introduction aux éléments de l'analyse fonctionnelle.

**Contenu**

Espaces  $L^p$ , l'inégalité de Hölder, théorème de Hahn-Banach, l'espace dual topologique, espaces réflexifs, théorème de Baire, espaces de Baire, théorème de Banach-Steinhaus, théorème de l'application ouverte, théorème d'isomorphisme de Banach, théorème du graphe fermé, espaces de Hilbert, bases de Hilbert, théorème de représentation de Riesz, topologie faible, topologie faible\*, théorème de Alaoglu.

Nombre de crédits ECTS : 6

Pré-requis : Analyse II

Mode d'évaluation : examen écrit

Sessions d'examen : février - septembre



G. MIKHALKIN, po

**Semestre de printemps**

	Cours	Exercices	TP	TOTAL
Nombre d'heures par semaine	2	2	-	4
Nombre d'heures par semestre	28	28	-	56

### **Objectifs**

Étudier les courbes et les surfaces au moyen des outils de la géométrie différentielle.

### **Contenu**

1. Géométrie différentielle des courbes.
  - a. Généralités sur les courbes : paramétrisation, longueur d'arc, courbure.
  - b. Plan osculateur, torsion, les formules de Frenet.
2. Géométrie différentielle des surfaces.
  - a. Calcul différentiel sur les surfaces : fonctions lisses, plan tangent, différentielle d'une fonction.
  - b. Première forme fondamentale, calcul de longueurs et d'angles.
  - c. Deuxième forme fondamentale, courbures principales.
  - d. Theorema egregium.
  - e. Théorème de Gauss-Bonnet.

### **Références**

- Vincent Guedj, Introduction à la géométrie différentielle, DUNOD 2022.

Nombre de crédits ECTS : 6

Pré-requis : Analyse I, Algèbre I et Géométrie I

Mode d'évaluation : examen écrit (peut être remplacé par un examen oral selon le nombre d'étudiants)

Sessions d'examen : juin - septembre

# MÉCANIQUE CLASSIQUE POUR MATHÉMATICIEN-NE-S 13M070

(Sur le nouveau P.E., le cours est intitulé Physique pour mathématiciens)

A. ALEKSEEV, po

J. SONNER, po

## Semestre d'automne

	Cours	Exercices	TP	TOTAL
Nombre d'heures par semaine	2	2	-	4
Nombre d'heures par semestre	28	28	-	56

## Objectifs

Ce cours constitue une introduction en mécanique classique en tant que discipline mathématique. Nous considérons trois approches différentes : la mécanique de Newton qui ressemble aux cours de physique au collège, la mécanique lagrangienne basée sur le calcul variationnel et la mécanique hamiltonienne qui utilise les notions de la géométrie différentielle.

## Contenu

1. Systèmes dynamiques, mécanique newtonienne, exemples.
2. Mécanique lagrangienne : lois de conservation, théorème de Ostrogradskii.
3. Symétries, théorème de Noether.
4. Mécanique hamiltonienne : espace de phase, équations canoniques, crochet de Poisson et forme symplectique, transformations canoniques.
5. Théorème de Liouville, récurrence de Poincaré.
6. Intégrabilité et super-intégrabilité, théorème de Liouville-Arnold.
7. Équation de Hamilton-Jacobi, problème de Kepler.
8. Théorème de Kolmogorov-Arnold-Moser (KAM).

## Références

- V.I. Arnold, Mathematical Methods of Classical Mechanics, Springer 1978.
- R. Abraham and J.E. Marsden, Foundations of Mechanics, Benjamin/Cummings 1978.

Nombre de crédits ECTS : 6

Pré-requis : Algèbre I, Analyse I, Analyse réelle

Mode d'évaluation : examen écrit

Sessions d'examen : février - septembre

## MÉCANIQUE QUANTIQUE POUR MATHÉMATICIEN-NE-S 13M071

(Sur le nouveau P.E., le cours est intitulé Physique pour mathématiciens)

A. GRASSI, pi (pas)

### Semestre de printemps

	Cours	Exercices	TP	TOTAL
Nombre d'heures par semaine	2	2	-	4
Nombre d'heures par semestre	28	28	-	56

### Objectifs

Ce cours est une introduction en mécanique quantique destinée aux étudiant-e-s en mathématiques.

### Contenu

0. Rappel de physique classique.
1. Rappel d'algèbre linéaire.
2. Mécanique quantique en dimension finie :
  - a. Axiomes et structure, partie I : états, observables, l'interprétation probabiliste, principe d'incertitude de Heisenberg.
  - b. Exemple d'un système quantique : le spin  $1/2$ .
  - c. Axiomes et structure, partie II : l'évolution quantique, l'équation de Schrödinger, symétries et lois de conservation.
3. Mécanique quantique en dimension infinie :
  - a. Rappel : espaces de Hilbert.
  - b. Axiomes et structure : un aperçu.
  - c. Opérateurs sur les espaces de Hilbert.
  - d. Spectre et Mesure
4. L'oscillateur harmonique.
5. Particule libre et paquet d'ondes.
6. Barrière de potentiel.
7. Évidences expérimentales.

Nombre de crédits ECTS : 6

Pré-requis : Algèbre I, Analyse I, Analyse réelle, Analyse fonctionnelle

Mode d'évaluation : examen écrit

Sessions d'examen : juin - septembre

Y. VELENIK, po

**Semestre d'automne**

	Cours	Exercices	TP	TOTAL
Nombre d'heures par semaine	2	2	-	4
Nombre d'heures par semestre	28	28	-	56

**Objectifs**

Le but du premier semestre du cours est d'introduire les éléments de base de la théorie des probabilités, illustrés sur des exemples intéressants, ainsi que quelques outils importants, puis de démontrer certains résultats classiques.

**Contenu**

1. Probabilité, indépendance
2. Variables aléatoires
3. Marche aléatoire simple sur  $\mathbb{Z}$
4. Fonctions génératrices
5. Fonctions caractéristiques
6. Théorèmes limites

Un polycopié détaillé (couvrant les 2 semestres) est mis à disposition sur la page moodle du cours.

Nombre de crédits ECTS : 6

Pré-requis : Analyse I et II, Mathématiques Discrètes, Mesure et Intégration

Mode d'évaluation : examen écrit

Sessions d'examen : février – septembre

Y. VELENIK, po

**Semestre de printemps**

	Cours	Exercices	TP	TOTAL
Nombre d'heures par semaine	2	2	-	4
Nombre d'heures par semestre	28	28	-	56

**Objectifs**

Le but du second semestre du cours est d'introduire le concept d'espérance conditionnelle, ainsi que quelques classes importantes de processus stochastiques en temps discret. Le cours se termine avec une brève introduction aux statistiques.

**Contenu**

7. Chaînes de Markov
8. Marche aléatoire simple sur  $\mathbb{Z}^d$
9. Espérance conditionnelle
10. Martingales
11. Modèle de percolation
12. Introduction à la statistique

Un polycopié détaillé (couvrant les 2 semestres) est mis à disposition sur la page moodle du cours.

Nombre de crédits ECTS : 6

Pré-requis : Algèbre linéaire, Analyse I et II, Mesure et Intégration, Analyse Fonctionnelle

Mode d'évaluation : examen écrit

Sessions d'examen : juin - septembre

(Sur le nouveau P.E, le cours est intitulé Géométrie et topologie)

G. MIKHALKIN, po

**Semestre d'automne**

	Cours	Exercices	TP	TOTAL
Nombre d'heures par semaine	2	2	-	4
Nombre d'heures par semestre	28	28	-	56

**Objectifs**

Assimiler les premiers outils de la topologie algébrique (groupe fondamental, espaces cellulaires, revêtements) et connaître leurs applications basiques.

**Contenu**

1. Constructions de base : chemins, homotopie, groupe fondamental, applications.
2. Computations : théorème de Seifert – Van Kampen, attachement de cellules, espaces cellulaires.
3. Revêtements : propriété de relèvement et classification des revêtements.

**Références**

- Y. Felix, D. Tanré, Topologie algébrique, Cours et exercices corrigés, Dunod, Paris 2010.
- C. Godbillon, Éléments de topologie algébrique, Hermann, Paris 1971.

Nombre de crédits ECTS : 6

Pré-requis : Algèbre II, Topologie générale

Mode d'évaluation : examen écrit (peut être remplacé par un examen oral selon le nombre d'étudiants)

Sessions d'examen : février - septembre

**BACCALAUREAT 3<sup>ème</sup> ANNÉE ET  
MAÎTRISE 1<sup>ère</sup> ET 2<sup>ème</sup> ANNÉE  
(Cours avancés)**

D. BERALDO, pas

**Semestre de printemps**

	Cours	Exercices	TP	TOTAL
Nombre d'heures par semaine	2	2	-	4
Nombre d'heures par semestre	28	28	-	56

**Objectifs**

Algebraic geometry is the study of geometric shapes defined by polynomial equations. Though its roots go back centuries, the subject remains central in modern mathematics, with strong connections to number theory, commutative algebra, and topology. In this course, we'll explore the basic concepts of algebraic geometry with emphasis on explicit examples.

Nombre de crédits ECTS : 6

Pré-requis : algèbre II, topologie générale

Mode d'évaluation : examen écrit – contrôles continus

Sessions d'examen : juin - septembre



P. SEVERA, mer

**Semestre d'automne**

	Cours	Exercices	TP	TOTAL
Nombre d'heures par semaine	2	2		4
Nombre d'heures par semestre	28	28		56

### **Objectifs**

A gentle introduction to Algebraic number theory, especially to quadratic number fields, with applications to Diophantine equations.

### **Contenu**

- Algebraic integers
- Unique factorization to prime ideals
- Quadratic reciprocity and quadratic number fields
- Cyclotomic fields
- Finiteness of the ideal class group
- Ramification and discriminants
- Minkowski's bound for the class number
- Dirichlet's unit theorem
- $p$ -adic numbers

Nombre de crédits ECTS : 6

Pré-requis :

Mode d'évaluation : examen oral

Sessions d'examen : février - septembre

Y. VELENIK, po

**Semestre d'automne**

	Cours	Exercices	TP	TOTAL
Nombre d'heures par semaine	2	2	-	4
Nombre d'heures par semestre	28	28	-	56

**Objectifs**

Le but de ce cours est de présenter divers sujets de théorie des probabilités, en privilégiant autant que possible la simplicité de l'exposition à la généralité. Les différents thèmes abordés sont courts (généralement couverts en 1 à 2 semaines) et indépendants. Ils offrent ainsi un petit aperçu de la diversité des problèmes abordés aujourd'hui par la théorie des probabilités. De plus, leur analyse sera l'occasion d'introduire les étudiants à une palette d'outils très variés.

**Contenu**

Les sujets abordés seront sélectionnés dans la liste suivante :

1. La loi forte des grands nombres sous condition de dépendance faible
2. Le théorème limite local
3. La loi du logarithme itéré
4. La loi du semi-cercle
5. Chaînes de Markov réversibles et réseaux électriques
6. Le phénomène de *cutoff*
7. Le théorème ergodique
8. La marche aléatoire en milieu aléatoire
9. Adsorption d'un polymère
10. Le modèle de monomères-dimères

L'ordre dans lequel seront enseignés les différents sujets n'est pas fixé à l'avance. J'essaierai d'alterner des chapitres de difficultés variables.

*Note : ce cours est entièrement indépendant du cours "Chapitres choisis de théorie des probabilités B" (qui sera donné en 2026-2027).*

Nombre de crédits ECTS : 6

Pré-requis : Cours de bachelor (en particulier, Probabilités et Statistique).

Mode d'évaluation : examen oral

Sessions d'examen : février – septembre

J. DOUSSE, past

### Semestre de printemps

	Cours	Exercices	TP	TOTAL
Nombre d'heures par semaine	2	2	-	4
Nombre d'heures par semestre	28	28	-	56

### Objectifs

A partition of a positive integer  $n$  is a non-increasing sequence of numbers whose sum is  $n$ , the partitions of 3 being (3), (2,1) and (1,1,1). Though simple to define, these objects are very deep combinatorially. The goal of this course is to present different aspects of the theory of integer partitions (mostly combinatorial, but also number theoretic and algebraic): generating functions, partition identities, congruences, bijections, etc.)

### Contenu

1. Generating functions
2. Graphical representations
3.  $q$ -series
4.  $q$ -binomial coefficients
5. Partition identities
6. Congruences
7. Bijections

*Cours donné en anglais*

Nombre de crédits ECTS: 6

Pré-requis: aucun (conseillé : mathématiques discrètes, algèbre)

Mode d'évaluation : examen écrit

Sessions d'examen : juin - septembre

A. KNOWLES, po  
C. CARACI, assistante

**Semestre de printemps**

	Cours	Exercices	TP	TOTAL
Nombre d'heures par semaine	2	2	-	4
Nombre d'heures par semestre	28	28	-	56

**Objectifs**

This course gives an introduction to the theory of infinite-dimensional Gaussian random fields. After going over the basics of Gaussian fields, Wick ordering, chaos decompositions, and hypercontractivity, we study non-Gaussian field theories such as the celebrated  $\phi^4_2$  quantum field theory.

**Contenu**

- Gaussian spaces
- Wick products and chaos decomposition
- Fock space
- Hypercontractivity
- Non-Gaussian field theories

Nombre de crédits ECTS : 6

Pré-requis : basic probability theory and functional analysis.

Mode d'évaluation : examen oral

Sessions d'examen : juin - septembre

G. MIKHALKIN, po

**Semestre de printemps**

	Cours	Exercices	TP	TOTAL
Nombre d'heures par semaine	2	2	-	4
Nombre d'heures par semestre	28	28	-	56

**Objectifs**

Setting up geometric framework for Partial Differential Equations. Introduction to symplectic and contact geometries and wave front propagation in various settings.

**Contenu**

Partial differential equations as subspaces of the jet space. Contact and symplectic structures. Characteristic foliations. Eikonal equation and wave front propagation. Caustics. Huygens principle. PDEs of higher order.

**Références**

[1] **Vladimir I. Arnold**, **Lectures on Partial Differential Equations**, Springer 2004.

*Cours donné en anglais*

Nombre de crédits ECTS: 6  
Pré-requis: Géométrie différentielle  
Mode d'évaluation : examen oral  
Sessions d'examen : juin – septembre

T. SMIRNOVA-NAGNIBEDA, pas

**Semestre de printemps**

	Cours	Exercices	TP	TOTAL
Nombre d'heures par semaine	2	2	-	4
Nombre d'heures par semestre	28	28	-	56

**Contenu**

Group theory is a branch of algebra, but its modern development is very much connected to other areas of mathematics such as geometry, low-dimensional topology, theory of dynamical systems and more. The aim of the course is to explore these various connections by visiting a 'zoo' of groups and getting acquainted with its inhabitants, hence making abstract group theory less abstract and more concrete.

*The course will be given in English or in French, according to the audience wishes.*

Nombre de crédits ECTS : 6  
Pré-requis : Algèbre I et II  
Mode d'évaluation : examen oral  
Sessions d'examen : juin - septembre

A. SZENES, po

**Semestre d'automne**

	Cours	Exercices	TP	TOTAL
Nombre d'heures par semaine	2	2	-	4
Nombre d'heures par semestre	28	28	-	56

**Objectifs**

Introduce the basic concepts and applications of representation theory

**Contenu**

- Schur's Lemma and representations of commutative groups
- Character theory
- Induced representations
- The representation theory of permutation groups
- Matrix groups and Weyl's theory

*Cours en français ou en anglais selon la demande des étudiants.*

Nombre de crédits ECTS : 6

Pré-requis : Algèbre I, II

Mode d'évaluation : Examen oral, contrôle continu

Sessions d'examen : février - septembre

P-A. CHERIX, mer

**Semestre de printemps**

	Cours	Exercices	TP	TOTAL
Nombre d'heures par semaine	2	2	-	4
Nombre d'heures par semestre	28	28	-	56

**Contenu**

Des outils informatiques de plus en plus performants sont à notre disposition dans tous les domaines, en particulier en mathématiques.

L'apparition de ces outils à amener à changer notre manière de concevoir la démonstration mathématique, mais plus encore ces outils nous offrent des moyens de perspectives face à des questions ouvertes (ou simplement dont nous ne connaissons pas la réponse).

Le but de ce cours est de présenter et de s'approprier certains logiciels et de voir comment ceux-ci peuvent être utiles pour un enseignant de mathématiques ou pour un mathématicien professionnel (ou amateur).

En plus de l'utilisation de la calculatrice, les logiciels suivants seront abordés :

- Geogebra
- Tex, Latex, TexnicCenter, Sumatra
- la suite Libre Office
- Scilab,
- Python avec les packages numpy et sympy (suggestion d'IDE Anaconda)

et une réflexion sur l'utilisation de l'IA semble être pertinente.

Nombre de crédits ECTS : 6  
Pré-requis : Algèbre linéaire  
Mode d'évaluation : examen oral  
Sessions d'examen : juin - septembre



S. SMIRNOV, po

### Semestre d'automne

	Cours	Exercices	TP	TOTAL
Nombre d'heures par semaine	2	2	-	4
Nombre d'heures par semestre	28	28	-	56

### Objectifs

Notre objectif est de donner une introduction à un beau domaine à l'intersection de la combinatoire et des probabilités.

### Contenu

Le modèle des dimères étudie les recouvrements de tous les sommets d'un graphe par des arêtes non intersectantes.

Par exemple, pour une grille carrée de 8x8, cela revient à recouvrir un échiquier avec des dominos.

De nombreuses questions peuvent alors se poser :

- Quand est-il possible de paver un plateau avec des dominos ?
- Combien de recouvrements possibles existe-t-il ?
- À quoi ressemble un recouvrement aléatoire ?
- Pourquoi certains plateaux présentent-ils des zones « gelées » dans les configurations aléatoires ?

Nous aborderons ces questions ainsi que les liens entre les dimères et d'autres modèles, tels que celui du ferromagnétisme d'Ising.

*Cours en français ou en anglais selon la demande des étudiants.*

Nombre de crédits ECTS : 6

Pré-requis : néant

Mode d'évaluation : examen oral

Sessions d'examen : février - septembre

A. KARLSSON, pas

**Semestre de printemps**

	Cours	Exercices	TP	TOTAL
Nombre d'heures par semaine	2	2	-	4
Nombre d'heures par semestre	28	28	-	56

**Objectifs**

This course will cover the basics of deep learning and how today's artificial intelligence works. The focus will be on all the mathematics involved.

**Contenu**

Artificial neural networks, supervised learning, training of models, convolutional neural nets, unsupervised learning, graph theory, graph neural nets, transformers, LLMs, groups, symmetries, equivariance, nonexpansive maps, Markov decision processes, and reinforcement learning.

Nombre de crédits ECTS : 6

Pré-requis : cours des deux premières années du bachelor en mathématiques

Mode d'évaluation : examen écrit

Sessions d'examen : juin – septembre

A. ALEXEEV, po  
P. BAUDAT, assistante  
G. VEPREV, assistant

**Semestre de printemps**

	Cours	Exercices	TP	TOTAL
Nombre d'heures par semaine	1	2	-	3
Nombre d'heures par semestre	14	28	-	42

**Objectifs**

Le cours de méthodes élémentaires est un cours de troisième année atypique : il ne demande presque aucun prérequis, mais exploite toutes connaissances antérieures pour résoudre des problèmes aux énoncés simples (souvent de type olympiades) et aux solutions peu évidentes de prime abord.

Ce cours sera donné en trois heures : une heure consacrée à de la théorie et aux démonstrations les plus complexes, les deux autres dédiées aux exercices : une partie correction et une partie de résolution pas à pas en classe.

Parmi les techniques et thèmes abordés, on trouvera le principe des tiroirs, la récurrence, la théorie des graphes, les invariants et la théorie des jeux. Le but est d'une part de savoir utiliser ces outils pour résoudre des problèmes peu difficiles (qui seront à faire à la maison), d'une autre de comprendre leur utilisation dans des démonstrations plus complexes qui seront présentées en cours. Un grand nombre de problèmes seront décortiqués et effectués pas à pas en classe par les élèves.

**Contenu**

1. Introduction.
2. Principe des tiroirs.
3. Invariants.
4. Objets extrémaux.
5. Théorie des graphes.
6. Théorie des jeux.

Nombre de crédits ECTS : 6

Pré-requis : néant

Mode d'évaluation : exercices à présenter + tests

Sessions d'examen : juin – septembre

M. GANDER, po

**Semestre de printemps**

	Cours	Exercices	TP	TOTAL
Nombre d'heures par semaine	2	2	-	4
Nombre d'heures par semestre	28	28	-	56

**Objectifs**

L'arrivée des ordinateurs a changé fondamentalement notre façon de résoudre des problèmes. D'un point de vue mathématique, il existe des problèmes triviaux, par exemple la résolution d'un système linéaire, qu'on réussit sans difficulté par une élimination de Gauss en un nombre fini d'opérations, et des problèmes insolubles, par exemple la détermination des valeurs propres d'une matrice, car pour une matrice de taille plus que 4 fois 4, la détermination analytique des racines du polynôme caractéristique n'est plus possible.

Tout change si on a accès à un ordinateur : le calcul des valeurs propres d'une matrice devient aussi simple (avec la même complexité en nombre d'opérations) que la résolution du système associé avec la matrice. L'idée fondamentale qui permet cet anéantissement de difficulté mathématique est d'utiliser des méthodes itératives, qui calculent des approximations de plus en plus précises de la solution désirée. Ces méthodes ne trouvent jamais la solution exacte, mais d'excellentes approximation avec une efficacité extraordinaire.

Aujourd'hui, nous sommes arrivés à un point où il peut s'avérer plus avantageux d'utiliser une méthode itérative, même si un algorithme direct existe. Ceci est le cas pour la résolution de systèmes linéaires à grande taille : même si en théorie il est possible de les résoudre en utilisant une élimination de Gauss, les méthodes itératives sont beaucoup plus efficaces.

Ce cours est une introduction aux méthodes itératives pour les systèmes linéaires, un grand domaine de recherches actuel. J'expliquerai comment les méthodes itératives modernes calculent rapidement des approximations à haute précision et ainsi dépassent largement l'algorithme classique qui trouve la solution exacte en un nombre fini d'opérations.

**Contenu**

1. Les méthodes itératives stationnaires : Jacobi, Gauss-Seidel, SOR. Convergence et étude du paramètre optimal.
2. Les méthodes itératives de type Krylov : espace de Krylov, meilleure approximation, la méthode du gradient conjugué et GMRES. Estimations de convergence.
3. Preconditionnement matriciel : par des méthodes itératives stationnaires, et par des factorisations approchées du type ILU.
4. Preconditionnement physique : les méthodes multi-grille et décomposition de domaine.

Nombre de crédits ECTS: 6

Pré-requis: cours d'analyse et d'algèbre, un premier cours d'analyse numérique.

Mode d'évaluation : examen oral et série d'exercices

Sessions d'examen : juin - septembre

# MÉTHODES NUMÉRIQUES POUR LES ÉQUATIONS DIFFÉRENTIELLES STOCHASTIQUES 14M243

G. VILMART, mer

Semestre d'automne

	Cours	Exercices	TP	TOTAL
Nombre d'heures par semaine	2	2		4
Nombre d'heures par semestre	28	28		56

## Objectifs

Les équations différentielles stochastiques (EDS) interviennent dans de nombreux modèles en physique, chimie, économie. Ce cours avancé est une introduction aux méthodes numériques pour les EDS, d'un point de vue à la fois théorique et pratique avec la mise en œuvre de méthodes numériques importantes. Des connaissances préalables en théorie de la mesure et probabilités ainsi qu'en analyse numérique des équations différentielles sont souhaitables, mais le cours comportera les rappels nécessaires.

## Contenu

1. Rappels et compléments de probabilité. Mouvement brownien, bruit blanc.
2. Intégrales stochastiques, formule d'Itô.
3. Convergence forte et convergence faible, méthodes numériques classiques.
4. Étude de stabilité, intégrateurs pour les EDS raides.
5. Intégrateurs numériques d'ordre faible élevé.
6. Réduction de variance : méthode de Monte-Carlo multi-niveaux.
7. Introduction aux équations différentielles stochastiques aux dérivées partielles.

Nombre de crédits ECTS :6

Pré-requis : analyse numérique

Mode d'évaluation : examen oral

Sessions d'examen : février - septembre

M. MARINO, past

**Semestre d'automne**

	Cours	Exercices	TP	TOTAL
Nombre d'heures par semaine	2	2	-	4
Nombre d'heures par semestre	28	28	-	56

**Objectifs**

Ce cours est une introduction à la modélisation mathématique basé sur la théorie des jeux et la théorie des jeux évolutionniste, avec des applications à l'économie et à la biologie

This course provides an introduction to mathematical modeling based on game theory and evolutionary game theory, with applications to economics and biology.

**Contenu**

1. Conflits et jeux. Équilibre de Nash
2. Applications de l'équilibre de Nash
3. Jeux dynamiques
4. Jeux et information
5. Jeux évolutionnistes et stratégies évolutivement stables
6. Négociation

*Le cours sera donné en français ou en anglais, à la demande des élèves.*

Nombre de crédits ECTS : 6

Pré-requis: Néant

Mode d'évaluation : examen écrit

Sessions d'examen : février - septembre

H. DUMINIL-COPIN, po

**Semestre de printemps**

	Cours	Exercices	TP	TOTAL
Nombre d'heures par semaine	2	2	-	4
Nombre d'heures par semestre	28	28	-	56

**Objectifs**

Explorer des situations mathématiques en apparence contradictoires, afin de mettre en lumière les subtilités fondamentales du raisonnement mathématique. L'objectif est de développer un regard critique, de comprendre comment les paradoxes ont contribué à façonner la pensée mathématique moderne, et d'affiner l'intuition par l'étude de cas contre-intuitifs.

**Contenu**

- Paradoxes logiques et de la théorie des ensembles
- Paradoxes en analyse
- Paradoxes en probabilités
- Paradoxes géométriques et topologiques

Nombre de crédits ECTS : 6

Prérequis : cours de première et de deuxième année de bachelor en mathématiques

Mode d'évaluation : examen écrit ou oral

Sessions d'examen : juin - septembre

M. BUCHER, mer

**Semestre d'automne**

	Cours	Exercices	TP	TOTAL
Nombre d'heures par semaine	2	2	-	4
Nombre d'heures par semestre	28	28	-	56

**Objectifs**

Ce cours discutera de divers problèmes de pavages du plan. Nous traiterons à la fois de sujets classiques tels que la classification de pavages périodiques ou l'existence de pavages apériodiques ainsi que d'applications de la théorie géométrie des groupes. Ainsi, ce cours devrait être pertinent à la fois aux étudiants se destinant à l'enseignement secondaire, et ceux s'orientant vers la recherche, en passant par tous ceux désireux d'étendre leur culture générale.

Le pré-requis de Géométrie I se limite à la connaissance des isométries de l'espace Euclidien, en particulier du plan. Le pré-requis d'Algèbre I concerne la théorie des groupes.

**Contenu**

1. Frises.
2. Pavages périodiques.
3. Théorèmes de Bieberbach.
4. Pavages apériodiques.
5. Pavages de régions.
6. Pavages affines.

Nombre de crédits ECTS : 6

Pré-requis : Géométrie I, Algèbre I

Mode d'évaluation : examen oral

Sessions d'examen : février - septembre



B. VANDEREYCKEN, pa

**Semestre d'automne**

	Cours	Exercices	TP	TOTAL
Nombre d'heures par semaine	2	2	-	4
Nombre d'heures par semestre	28	28	-	56

**Objectifs**

Analysis of modern randomized methods to solve problems in scientific computing with a focus on numerical linear algebra.

**Contenu**

- Embeddings, trace estimation
- low-rank approximation
- interpolative decompositions
- linear solvers and regression.

Nombre de crédits ECTS : 6

Pré-requis : Linear algebra, Multivariable calculus, Probability theory, Programming (Python, Matlab, ...)

Mode d'évaluation : examen oral

Sessions d'examen : février - septembre

S. SARDY, pas

### Semestre d'automne

	Cours	Exercices	TP	TOTAL
Nombre d'heures par semaine	2	2	-	4
Nombre d'heures par semestre	28	28	-	56

### Contenu

Pour les problèmes de régression et de classification, on étudiera dans un premier temps les modèles linéaires, les modèles non paramétriques basés sur des expansions linéaires avec splines ou ondelettes, les modèles additifs, projection pursuit, CART, random forest et les réseaux de neurones. Puis on étudiera l'estimation par moindres carrés et la régularisation par shrinkage, seuillage, subset selection, ridge regression, lasso pour éviter l'overfitting du training set. On étudiera ensuite des méthodes de choix de l'hyperparamètre par validation croisée, AIC/BIC, Stein unbiased risk estimation, quantile universal threshold pour des critères tels que l'erreur de prédiction, le true positive rate et le false discovery rate. On présentera enfin quelques algorithmes employés pour résoudre les moindres carrés (pénalisés ou pas) tels que (stochastic) gradient descent et coordinate descent.

Nombre de crédits ECTS : 6

Pré-requis : algèbre linéaire, analyse réelle, probabilités et statistique, programmation

Mode d'évaluation : examen oral

Sessions d'examen : février – septembre

# STOCHASTIC PROCESSES WITH INDEPENDENT INCREMENTS AND THEIR APPLICATIONS

## 14M389

A. PILIPENKO, PI

Semestre de printemps

	Cours	Exercices	TP	TOTAL
Nombre d'heures par semaine	2	2	-	4
Nombre d'heures par semestre	28	28	-	56

### Objectifs

Processes with independent increments frequently appear in various fields, including insurance, financial mathematics, ecology, physics, etc. This advanced course will cover the construction of processes with independent increments, their properties, computer simulations, and applications to finance and insurance. While prior knowledge of probability is desirable, the course will include necessary refreshers.

### Contenu

1. Examples: Brownian motion and Poisson process
2. Compound Poisson process
3. The Lévy-Khintchine representation for characteristic function of a Lévy process
4. Poisson point measures. The Lévy-Itô decomposition.
5. Important classes of processes with independent increments: subordinators, stable processes, etc.
6. Ruin theory and the classical Cramér-Lundberg model
7. Simulation of processes with independent increments.
8. Stochastic integration and a generalization of the Black-Scholes equation

Nombre de crédits ECTS: 6

Pré-requis: probability

Mode d'évaluation : examen oral

Sessions d'examen : juin - septembre

D. CIMASONI, mer

**Semestre d'automne**

	Cours	Exercices	TP	TOTAL
Nombre d'heures par semaine	2	2	-	4
Nombre d'heures par semestre	28	28	-	56

**Objectifs**

Le but de ce cours est de présenter quelques chapitres de la théorie des noeuds de façon élémentaire.

**Contenu**

1. Concepts de base en théorie des nœuds
2. Invariants classiques
3. Invariants quantiques

Nombre de crédits ECTS : 6

Pré-requis : première année du bachelor

Mode d'évaluation : examen oral

Sessions d'examen : février - septembre

# SÉMINAIRES

## Semestre d'automne et semestre de printemps

	Cours	Exercices	TP	TOTAL
Nombre d'heures par semaine	2	-		2
Nombre d'heures par semestre	28			28

Dans le cadre du nouveau plan d'études, la section de mathématiques propose aux étudiants en Master 5 séminaires à choix, correspondants aux 5 groupes de recherche suivants :

<u>NUMERO</u>	<u>SEMINAIRE</u>	<u>ENSEIGNANT</u>
<b>13M780A/P</b>	Mathématiques appliquées	M. Gander, S. Sardy, B. Vandereycken G. Vilmart
<b>13M785A/P</b>	Géométrie et physique	A. Alexeev, G. Mikhalkin, A. Szenes
<b>13M782A/P</b>	Analyse et probabilités	H. Duminil-Copin, A. Knowles, S. Smirnov, Y. Velenik
<b>13M786A/P</b>	Groupes, Géométrie, Combinatoire	M. Bucher, P.-A. Cherix, A. Karlsson, T. Smirnova-Nagnibeda, C. Pittet
<b>13M784A/P</b>	Topologie	D. Cimasoni, R. Kashaev, P. Turner

Chaque séminaire dure un semestre, à raison de 2 heures par semaine, l'organisation précise dépendant du groupe de recherche.

Les informations détaillées (thème du séminaire, description du contenu, mode d'organisation,) seront publiées dans la page Moodle <https://moodle.unige.ch/course/view.php?id=10945> le lundi 15 septembre 2025.

Le nombre d'étudiants pour chaque séminaire étant limité, il est indispensable de vous inscrire dans un des séminaires sur cette même page Moodle.

**Il est indispensable de vous inscrire dans un groupe sur cette page avant le vendredi 19 septembre 2025.**

Nombre de crédits ECTS : 6  
Pré-requis : néant  
Mode d'évaluation : certificat  
Sessions d'examen : -

# SÉMINAIRES DE RECHERCHE

<u>Numéros</u>	<u>Titre</u>	<u>Professeurs responsables</u>
15M740	Analyse numérique	M. Gander, S. Sardy, B. Vandereycken, G. Vilmart
15M747	Groupes et géométrie	M. Bucher, P.A Chérix, A. Karlsson, C. Pittet, T. Smirnova-Nagnibeda
15M710	Groupes de Lie et espaces de modules	A. Alekseev, A. Szenes
15M745	Mathématique physique	H. Duminil-Copin, A. Knowles, S. Smirnov, Y. Velenik
15M700	Physical mathematics	A. Grassi, N. Orantin
15M735	Topologie et géométrie	D. Cimasoni, R. Kashaev, P. Turner

## **COURS DONNÉS À D'AUTRES SECTIONS**

S. SARDY, pas  
E. S. POLONI, cc

**Semestre de printemps**

	Cours	Exercices	TP	TOTAL
Nombre d'heures par semaine	2	-	2	4
Nombre d'heures par semestre	28	-	28	56

Ce cours est destiné aux étudiants de biologie. Il doit être suivi avec les travaux pratiques (11M904) pour l'obtention des 4 crédits ECTS

**Objectifs**

Apprendre les concepts clefs en statistique et probabilités.

**Contenu**

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 : 4 (en suivant les travaux pratiques 11M904)

Pré-requis : néant

Mode d'évaluation : examen écrit, 2h en coordination avec Biostatistiques I : applications (11M904)

Sessions d'examen : juin - septembre



P. TURNER, cc

**Semestre d'automne**

	Cours	Exercices	TP	TOTAL
Nombre d'heures par semaine	2	2	-	4
Nombre d'heures par semestre	28	28	-	56

Ce cours est destiné aux étudiants de chimie, pharmacie, biologie, sciences de la terre.

**Objectifs**

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.

Le but des séances d'exercices est de mettre en pratique concrète les éléments théoriques enseignés lors du cours.

**Contenu**

1. Équations et fonctions
2. Calcul différentiel : fonctions réelles (une variable et plusieurs variables) et équations différentielles
3. Développement en séries entières
4. Nombres complexes
5. Algèbre linéaire
6. Calcul différentiel : optimisation
7. Calcul intégral

Nombre de crédits ECTS : dépend des baccalauréats

Pré-requis : néant

Mode d'évaluation : examen écrit

Sessions d'examen : février – septembre

P. TURNER, cc

**Semestre de printemps**

	Cours	Exercices	TP	TOTAL
Nombre d'heures par semaine	2	2	-	4
Nombre d'heures par semestre	28	28	-	56

Ce cours est destiné aux étudiants de chimie.

**Objectifs**

Ce cours développe des notions basiques de calcul différentiel et intégral pour des applications dans la chimie.

**Contenu**

1. Calcul différentiel de plusieurs variables.
2. Nombre et fonctions complexes.
3. Équations différentielles.
4. Intégrales multiples.
5. Analyse vectorielle.

Nombre de crédits ECTS : dépend des baccalauréats

Pré-requis : néant

Mode d'évaluation : examen écrit

Sessions d'examen : juin - septembre

S. SARDY, pas

**Semestre de printemps**

	Cours	Exercices	TP	TOTAL
Nombre d'heures par semaine	2	2	-	4
Nombre d'heures par semestre	28	28	-	56

Ce cours est destiné aux étudiants des sciences de la terre.

**Objectifs**

Apprendre les concepts clefs en statistique et probabilités.

**Contenu**

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

Sessions d'examen : juin - septembre

B. VANDEREYCKEN, pa

### Semestre de printemps

	Cours	Exercices	TP	TOTAL
Nombre d'heures par semaine	4	2	-	6
Nombre d'heures par semestre	56	28	-	84

### Objectifs

Ce cours est une continuation d'Analyse I (automne) et d'Algèbre I (automne). Il traite des 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.  
Distances, normes, convergence, ensembles ouverts et fermés, fonctions à plusieurs variables, continuité, courbe de Peano-Hilbert.
2. Calcul matriciel.  
Rappel de l'algèbre linéaire, forme normale de Schur, matrices orthogonales, formes quadratiques, classification des hyper-quadriques matrices définies positives, norme d'une matrice, applications bilinéaires et multilinéaires, décomposition en valeurs singulières.
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, paramètres de Lagrange, programmation linéaire, algorithme du simplexe.
5. Calcul intégral.  
Primitives, applications du calcul intégral, techniques d'intégration et substitutions importantes.
6. Équations différentielles ordinaires.  
Quelques types d'équations intégrables, équations différentielles linéaires, itération de Picard-Lindelöf, existence et unicité de solutions de systèmes d'équations non linéaires.
7. 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 écrit

Sessions d'examen : juin - septembre

A. SZENES, po

**Semestre d'automne**

	Cours	Exercices	TP	TOTAL
Nombre d'heures par semaine	2	2	-	4
Nombre d'heures par semestre	28	28	-	56

**Objectifs**

Le but de ce cours est une introduction aux probabilités. Nous illustrerons la théorie par simulations informatiques.

**Contenu**

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. Tests d'hypothèses. Intervalles de confiance.

Nombre de crédits ECTS : 4

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

Mode d'évaluation : examen oral

Sessions d'examen : février - septembre

S. SARDY, pas  
J. BOCCARD, Scols

**Semestre d'automne**

	Cours	Exercices	TP	TOTAL
Nombre d'heures par semaine	2	1	-	3
Nombre d'heures par semestre	28	14	-	42

**Objectifs**

Ce cours a pour objectif de présenter les concepts clefs en Statistique et Probabilités et de les appliquer à des données en Sciences Pharmaceutiques. Les éléments du cours répondent aux exigences des objectifs de formation en pharmacie de manière à permettre à l'étudiant-e d'acquérir un degré d'autonomie suffisant pour pouvoir, à la fois :

- Apprendre les Probabilités qui servent de fondation à la Statistique.
- Apprendre à modéliser des données en Sciences Pharmaceutiques en vue de faire de l'inférence statistique.
- Reconnaître la structure d'un jeu de données et le type de variables.
- Construire et commenter les représentations graphiques adéquates.
- Manipuler et organiser un tableau de données en vue de son analyse.
- Évaluer les caractéristiques d'un jeu de données à l'aide des statistiques descriptives.
- Critiquer les résultats statistiques en relation avec des lois de probabilités.

**Contenu**

Les cours théoriques (2 heures par semaine) seront dédiés à la présentation des concepts qui seront ensuite appliqués lors des séances pratiques (1 heure par semaine) dans le cadre de la résolution d'exercices venant des Sciences Pharmaceutiques.

1. Analyse exploratoire (statistiques descriptives et analyse graphique).
2. Calculs élémentaires de probabilités.
3. Variables aléatoires et lois discrètes, leur espérance et variance.
4. Variables aléatoires et lois continues, leur espérance et variance. En particulier, distributions Gaussienne et Student.
5. Lois multivariées : conjointes, conditionnelles, indépendantes.
6. Estimation statistique : méthode des moments, maximum de vraisemblance, moindres carrés. Critères de qualités : biais, variance, robustesse.
7. Intervalle de confiance.
8. Tests statistiques.
9. Introduction à la régression : variables explicatives, réponse, résidus.

**Références**

- Initiation aux probabilités, Ross, Presses polytechniques et universitaires romandes.
- Maîtriser l'aléatoire, Cantoni, Huber, Ronchetti, Springer.

Nombre de crédits ECTS : 2

Prérequis : néant

Mode d'évaluation : examen écrit

Sessions d'examen : février - septembre

# MATHÉMATIQUES POUR LES SCIENCES COMPUTATIONNELLES

11M080

(Cours pour le Bachelor en sciences computationnelles)

G. VILMART, mer

## Semestre d'automne

	Cours	Exercices	TP	TOTAL
Nombre d'heures par semaine	4	2	-	6
Nombre d'heures par semestre	56	28	-	84

## Objectifs

Ce cours constitue une introduction aux notions mathématiques fondamentales de l'analyse et de l'algèbre linéaire. Nous étudions les notions de suites numériques et de fonctions continues, puis le calcul différentiel et intégral pour les fonctions d'une variable réelle. Nous introduisons les notions algébriques d'espaces vectoriel, de valeurs et vecteurs propres et le calcul matriciel.

Ce cours fournit les premiers outils mathématiques indispensables pour les sciences computationnelles. Il prépare aux cours mathématiques pour informaticiens (printemps), puis le cours d'analyse numérique (deuxième année).

## Contenu

1. Introduction à la logique et la théorie des ensembles
2. Convergence des suites numériques
3. Fonctions continues
4. Calcul différentiel en dimension un
5. Calcul intégral
6. Fonctions élémentaires : logarithme, exponentielle, fonctions trigonométriques
7. Nombres complexes
8. Espaces vectoriels réels et complexes
9. Applications linéaires, calcul matriciel, déterminants
10. Valeurs et vecteurs propres

**Rappel concernant la semaine de la rentrée :** Le premier cours est prévu **jeudi 18 septembre 2025**, les cours du lundi 15 septembre 2025 matin étant traditionnellement supprimés en raison de la séance d'accueil de la Faculté des Sciences.

Nombre de crédits ECTS : 5

Pré-requis : néant

Mode d'évaluation : examen écrit

Sessions d'examen : février - septembre

P. SEVERA, mer

**Semestre de printemps**

	Cours	Exercices	TP	TOTAL
Nombre d'heures par semaine	-	-	3	3
Nombre d'heures par semestre	-	-	42	42

**Objectifs**

Le but de ces travaux pratiques est d'être un appui informatique pour les cours de mathématiques de première année. Il s'agit de résoudre, à l'aide d'un logiciel de calcul informatique, des problèmes provenant de l'analyse, de l'algèbre linéaire principalement, mais aussi reliés à des applications physiques ou statistiques. Ces travaux pratiques permettent à l'étudiant de comprendre comment les outils acquis dans les cours de mathématiques permettent de résoudre certains problèmes plus concrets et ainsi de percevoir leur utilité. 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.

**Contenu**

1. Calcul matriciel, la résolution de systèmes linéaires, changements de base.
2. Une application de l'algèbre linéaire : la perspective.
3. Résolution d'équations non linéaires, dérivation, graphes, séries de Taylor.
4. Intégration, équations différentielles.
5. Mathématiques énumératives.

Nombre de crédits ECTS : 2  
Pré-requis : néant  
Mode d'évaluation : certificat  
Sessions d'examen : --



## **COURS DONNÉS PAR DES ENSEIGNANTS D'AUTRES SECTIONS**

A. CASTEIGTS, po  
F. RAYNAUD, mer

**Semestre d'automne**

	Cours	Exercices	TP	TOTAL
Nombre d'heures par semaine	2	2		4
Nombre d'heures par semestre	28	28		56

**Objectifs**

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

**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 ScienceS Press, 1998 – E. Horowitz, S. Sahni, S. Rajasekaran.

Nombre de crédits ECTS : 6

Pré-requis : complexité et calculabilité

Mode d'évaluation : examen écrit

Session d'examen : février - septembre

J. RALYTE, mer

**Semestre de printemps**

	Cours	Exercices	TP	TOTAL
Nombre d'heures par semaine	2	2		4
Nombre d'heures par semestre	28	28		56

**Objectifs**

Le stockage, l'exploitation et la mise à jour des données sont au c'ur de nombreuses applications informatiques. Ce cours fournit les fondements théoriques et pratiques de création et de manipulation des bases de données relationnelles.

**Contenu**

- Introduction aux bases de données relationnelles et SGBD
- Modèle relationnel
- Algèbre relationnelle
- Normalisation des relations : dépendances fonctionnelles, formes normales, décomposition
- Création et interrogation des bases de données en SQL
- Transactions et gestion de la concurrence

Nombre de crédits ECTS : 4

Pré-requis : Modélisation des systèmes d'information et des services

Mode d'évaluation : examen écrit Travaux à rendre régulièrement au séminaire selon des conditions d'évaluation précisées au début de l'enseignement.

Session d'examen : juin - septembre

A. CASTEIGTS, po

**Semestre de printemps**

	Cours	Exercices	TP	TOTAL
Nombre d'heures par semaine	2	2		4
Nombre d'heures par semestre	28	28		56

**Objectifs**

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

**Contenu**

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 rékursifs 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 : 6

Pré-requis : langages formels

Mode d'évaluation : examen écrit

Session d'examen : juin - septembre

J.-L. FALCONE, mer

### Semestre de printemps

	Cours	Exercices	TP	TOTAL
Nombre d'heures par semaine	2	2		4
Nombre d'heures par semestre	28	28		56

### Objectifs

Fleuron du génie logiciel des années 80-90, la programmation dite orientée-objet est devenue incontournable. En effet, presque tous les langages de programmation créés ces 30 dernières sont définis comme étant orientés-objet. Cependant si l'on compare les capacités de ces langages et leur utilisation, on se rend compte que l'étiquette d'orienté objet recoupe des réalités et des usages relevant de compréhensions très différentes, voire incompatibles.

Pour y voir plus clair parmi les différents concepts et définitions de la programmation orientée-objet, le cours se concentrera sur le **langage Java**. De la programmation à la modélisation, les notions principales seront abordées par le biais d'exemples pratiques et réels (cf. contenu). Elles seront ensuite généralisées et comparées avec leur implémentation dans d'autres langages orientés-objet (Swift, python, javascript, smalltalk. . . ) afin de dégager des principes plus généraux.

Après avoir suivi ce cours, les étudiant-e-s seront capables de :

Programmer en Java.

Expliquer les principes et les constructions de l'approche orientée-objet.

Concevoir et organiser un programme selon l'approche orientée objet.

### Contenu

**Langage Java** : environnement, types, syntaxes, librairie standard.

**Concepts théoriques** : encapsulation, abstraction, polymorphismes, généricité.

**Concepts pratiques** : classes, instances, interfaces, héritage, types génériques.

**Modélisation** : analyse, diagrammes UML.

Les notions ci-dessus ne figurent pas dans l'ordre où elles seront abordées.

Documentation : Copie des slides PPT et ouvrages de référence.

Préparation pour : Génie logiciel.

Nombre de crédits ECTS : 4

Pré-requis : expérience en programmation (env. 3 semestres) ; connaissance d'un langage statiquement typé (C, Scala, Swift, etc.) et de la syntaxe de base du C ou d'un langage apparenté (Javascript, C#, PHP, etc.)

Mode d'évaluation : examen oral et TP évalués

Session d'examen : juin - septembre

E. SOLANA, cc

### Semestre d'automne

	Cours	Exercices	TP	TOTAL
Nombre d'heures par semaine	2	2		4
Nombre d'heures par semestre	28	28		56

### Objectifs

Ce cours a pour sujet l'étude et l'analyse de la sécurité des systèmes informatiques en mettant l'accent sur les aspects cryptographiques.

Sur le plan de la cryptographie, on aborde des questions qui se rapportent à des schémas de cryptage, à des générateurs pseudos aléatoires et à des signatures digitales. On traite également les protocoles d'authentification et d'établissement de clés ainsi que les questions relatives à l'identité digitale et à la certification. Le cours aborde également les aspects technologiques des monnaies virtuelles et du blockchain.

### Contenu

1. Base mathématiques et modèles de calcul.
2. Schémas de chiffrement et de signature digitale.
3. Protocoles d'authentification et d'établissement de clés.
4. Identité digitale et certification.

### Bibliographie :

- **Handbook of Applied Cryptography.** Menezes, A et al. CRC series on discrete mathematics and its applications. 1997.
- **Cryptanalysis of Number Theoretic Ciphers.** Samuel S. Wagstaff, Jr. Computational Mathematic Series. Chapman & Hall /CRC, 2003.
- **Cryptography Theory and Practice. (4<sup>th</sup> Edition).** Douglas R. Stinson and Maura B. Paterson Chapman and Hall /CRC press 2019.
- **Cryptography and Network Security : Principles and Practice (7<sup>th</sup> Edition).** Williams Stallings. Pearson, 2017.

Nombre de crédits ECTS : 5

Pré-requis : connaissances de base en informatique théorique

Mode d'évaluation : examen écrit

Session d'examen : février - septembre

# INTRODUCTION A LA PROGRAMMATION DES ALGORITHMES

11X001

J. BUWAYA, scc

## Semestre d'automne

	Cours	Exercices	TP	TOTAL
Nombre d'heures par semaine	4	2		6
Nombre d'heures par semestre	56	28		84

## Objectifs

Ce cours a pour but d'introduire les concepts fondamentaux de la programmation des ordinateurs et de l'algorithmique. Des algorithmes représentatifs de problèmes classiques sont étudiés.

## Contenu

Concepts d'algorithmes, notions fondamentales, abstraction, séquences, itérations, récursivité.

1. Programmes et langages de programmation, compilateurs et interpréteurs.
2. Fondamentaux de la programmation.
  - Modèle de von Neumann, mémoire,
  - Types primitifs,
  - Tableaux et chaînes de caractères,
  - Structures et énumérations,
  - Instructions d'affectation et de contrôle,
  - Fonctions, récursivité,
  - Fonctions anonymes et d'ordres supérieurs.
3. Pratique de la programmation
  - Entrées/sorties, fichiers,
  - Utilisation de bibliothèques préexistantes,
  - Gestion des erreurs, débogage.
4. Analyse, notion de complexité des algorithmes.
5. Algorithmes et leur analyse, tris, programmation dynamique et recherche de motifs.

*\*En parallèle, il est nécessaire de suivre le laboratoire de programmation : 4h par semaine*

Documentation : Support de cours et ouvrages de référence.

Préparation pour : Langages formels, Structure de données, Sémantique des langages informatiques.

Nombre de crédits ECTS : 7

Pré-requis : néant

Mode d'évaluation : examen écrit

Session d'examen : février - septembre

Y. THORIMBERT, cc

**Semestre d'automne**

	Cours	Exercices	TP	TOTAL
Nombre d'heures par semaine	3	2		5
Nombre d'heures par semestre	42	28		70

**Objectifs**

Le but de ce cours est de présenter les notions et les outils de base de l'informatique aux étudiants en première année de mathématiques, et de proposer une introduction à la programmation d'ordinateurs.

**Contenu**

Ce cours contient deux parties distinctes. La première partie propose une introduction théorique au fonctionnement des ordinateurs :

1. Histoire de l'informatique.
2. Représentation des données dans un ordinateur.
3. Composants électroniques et logiques d'un ordinateur.
4. Algorithmique.
5. Concepts des systèmes d'exploitation.
6. Réseaux et Internet.

La deuxième partie propose une introduction théorique et pratique à la programmation, en utilisant le langage Matlab. Les séances d'exercices portent sur cette deuxième partie et se présentent sous forme d'exercices de programmation.

**COURS DONNE AUX ETUDIANTS DE LA SECTION DE MATHEMATIQUES**

Nombre de crédits ECTS : 7

Pré-requis : néant

Mode d'évaluation : examen écrit et travaux pratiques

Session d'examen : février - septembre



J. BUWAYA, scc

**Semestre d'automne**

	Cours	Exercices	TP	TOTAL
Nombre d'heures par semaine	2	2		4
Nombre d'heures par semestre	28	28		56

**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 pile déterministes et non déterministes
- 7.Langages récursivement énumérables
- 8.Machine de Turing

Préparation pour : Complexité et calculabilité.

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

Nombre de crédits ECTS : 4

Pré-requis : néant

Mode d'évaluation : examen écrit

Session d'examen : février - septembre

E. SOLANA, cc

### Semestre de printemps

	Cours	Exercices	TP	TOTAL
Nombre d'heures par semaine	2	1		3
Nombre d'heures par semestre	28	14		42

### Objectifs

Ce cours a pour but de présenter les principes de fonctionnement des réseaux informatiques et des systèmes distribués. Il introduit également les principaux concepts inhérents à la sécurité des systèmes et à la protection des réseaux.

### Contenu

1. Principes fondamentaux et architecture de base des réseaux.
2. Technologies de transmission et techniques de traitement des erreurs.
3. Technologies de liaison, réseau et transport.
4. Adressage au niveau réseau, découpage statistique et dynamique.
5. Systèmes et applications distribués.
6. Introduction à la sécurité informatique et à la protection des informations digitales.
7. Techniques des protections des réseaux et des ressources informatiques.

### Bibliographie :

- **Understanding Networked Multimedia: Applications and Technologies.** F. Fluckiger, Prentice Hall, 1995.
- **Data and Computer Communications (10th Edition).** Williams Stallings. William Stallings Books on Computer and Data Communications, 2013.
- **Architecture des Réseaux (2e édition).** Danièle Dromard, Dominique Seret. Pearson Education, 2010.
- **Architecture de l'Ordinateur (4e édition).** Andrew Tanenbaum. Dunod, 2001.
- **Cryptography and Network Security: Principles and Practice (7th Edition).** Williams Stallings. Pearson, 2017.
- **Security Engineering: A Guide to Building Dependable Distributed Systems (2nd Edition).** Ross J. Anderson. Wiley 2008.

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

Préparation pour : Concepts de langages informatiques, imagerie numérique.

Nombre de crédits ECTS : 4

Pré-requis : technologie des ordinateurs

Mode d'évaluation : examen écrit

Session d'examen : juin - septembre

K. ALTISEN, po

**Semestre d'automne**

	Cours	Exercices	TP	TOTAL
Nombre d'heures par semaine	2	2		4
Nombre d'heures par semestre	28	28		56

**Objectifs**

Ce cours introduit les premiers outils qui permettent de modéliser formellement et de raisonner sur des systèmes informatiques. L'accent est mis sur les concepts fondamentaux de modèles existants et de leurs propriétés formelles. L'expression puis la validation de propriétés des systèmes modélisés seront également abordées au moyen de techniques algorithmiques et de mécanismes de raisonnement symbolique.

**Contenu**

Les outils élémentaires de mathématiques discrètes, tels que l'induction seront introduits et ensuite différents outils fondamentaux de modélisation seront abordés :

Introduction à la logique propositionnelle et du 1er ordre) et aux preuves :

- Formule logique comme outil de modélisation, syntaxe et sémantique
- Formule logique comme outil de raisonnement, déduction naturelle

Quelques modèles simples pour les systèmes à événements discrets :

- Machines à états discrets : automates simples, à entrées/sorties
- Spécification de propriétés et diagnostics

Documentation : Liste d'ouvrages de référence et notes de cours.  
Préparation pour : Génie logiciel.

Nombre de crédits ECTS : 6

Pré-requis : néant

Mode d'évaluation : examen écrit

Session d'examen : février - septembre

J. LÄTT, pas

**Semestre d'automne**

	Cours	Exercices	TP	TOTAL
Nombre d'heures par semaine	2	1		3
Nombre d'heures par semestre	28	14		42

**Objectifs**

À la fin de ce cours, les étudiants connaissent le fonctionnement d'un ordinateur, sont familiarisés avec les fondements théoriques du calcul automatisé, les circuits logiques ainsi que le codage des données.

**Contenu**

Ce cours décrit les principes fondamentaux du fonctionnement des ordinateurs tels qu'on les connaît aujourd'hui, et passe en revue des notions de base telles que le codage de données, la conception de circuits logiques et l'architecture des ordinateurs.

1. Historique.
2. Codage de l'information.
3. Circuits logiques combinatoires et séquentiels.
4. Architecture des ordinateurs.

Documentation : Polycopié et notes de cours.

Préparation pour : Logiciels et réseaux informatiques.

Nombre de crédits ECTS : 4

Pré-requis : néant

Mode d'évaluation : examen écrit et TP évalués

Session d'examen : février - septemb

P. LEONE, mer

**Semestre de printemps**

	Cours	Exercices	TP	TOTAL
Nombre d'heures par semaine	2	2		4
Nombre d'heures par semestre	28	28		56

**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 œuvre 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 : du mprocesseur ARM7.
3. Jeu d'instruction du processeur ARM7TDMI.
4. Appel systèmes.
5. Optimisation des programmes et performances.

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

Nombre de crédits ECTS : 5

Pré-requis : néant.

Mode d'évaluation : examen écrit ou contrôle continu.

Sessions d'examen : juin - septembr

K. ALTISEN, po

**Semestre de printemps**

	Cours	Exercices	TP	TOTAL
Nombre d'heures par semaine	2	2	1*	4
Nombre d'heures par semestre	28	28		56

**Objectifs**

Ce cours est une introduction à la sémantique des langages de programmation en s'appuyant sur les deux approches :

- Sémantique opérationnelle
- Sémantique dénotationnelle

**Contenu**

Nous présenterons

- les idées fondamentales derrière ces approches
- leurs relations en exprimant et prouvant les théorèmes correspondants
- des illustrations à l'aide d'un langage jouet et de langages usités

Documentation : Polycopié et liste d'ouvrages de référence.

Préparation pour : Génie logiciel, Compilateurs et interprètes.

Nombre de crédits ECTS : 4

Pré-requis : bon niveau de programmation fonctionnelle et impérative.

Mode d'évaluation : examen écrit.

Sessions d'examen : juin - septembre

S. MARCHAND-MAILLET, pas

**Semestre de printemps**

	Cours	Exercices	TP	TOTAL
Nombre d'heures par semaine	4	2	*	6
Nombre d'heures par semestre	56	28		84

**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.

*\*En parallèle, il est nécessaire de suivre le laboratoire de programmation : 4h par semaine.*

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

Préparation pour : Langages informatiques.

Nombre de crédits ECTS : 9

Pré-requis : Introduction à la programmation des algorithmes.

Mode d'évaluation : examen écrit.

Sessions d'examen : juin - septembre

G. CHANEL, cc

**Semestre d'automne**

	Cours	Exercices	TP	TOTAL
Nombre d'heures par semaine	2	2	1	5
Nombre d'heures par semestre	28	28	14	70

**Objectifs**

Utilisation et compréhension du fonctionnement d'un système d'exploitation et de la représentation des données qu'il met en œuvre.

Introduction aux API permettant d'accéder aux fonctionnalités des systèmes d'exploitation et à la programmation d'applications les utilisant.

**Contenu**

1. Concepts fondamentaux du système Unix.
2. Ligne de commande et scripts shell.
3. Introduction au langage C.
4. Fichiers et disques.
5. Entrées/sorties.
6. Processus.
7. Communication entre processus.
8. Signaux.

Forme de l'enseignement : Cours, exercices et TP intégrés.

Documentation : Support de cours en ligne.

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

Nombre de crédits ECTS : 5

Pré-requis : structure de données, introduction à la programmation des algorithmes

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

Session d'examen : février - septembre