

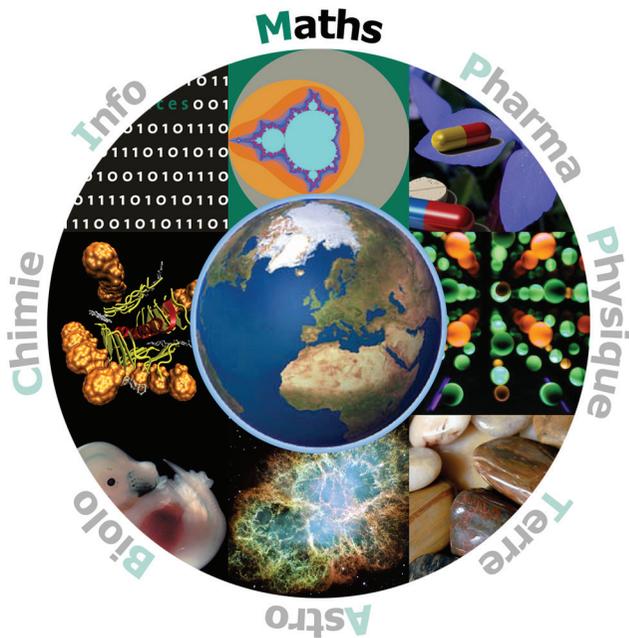


UNIVERSITÉ  
DE GENÈVE  
FACULTÉ DES SCIENCES

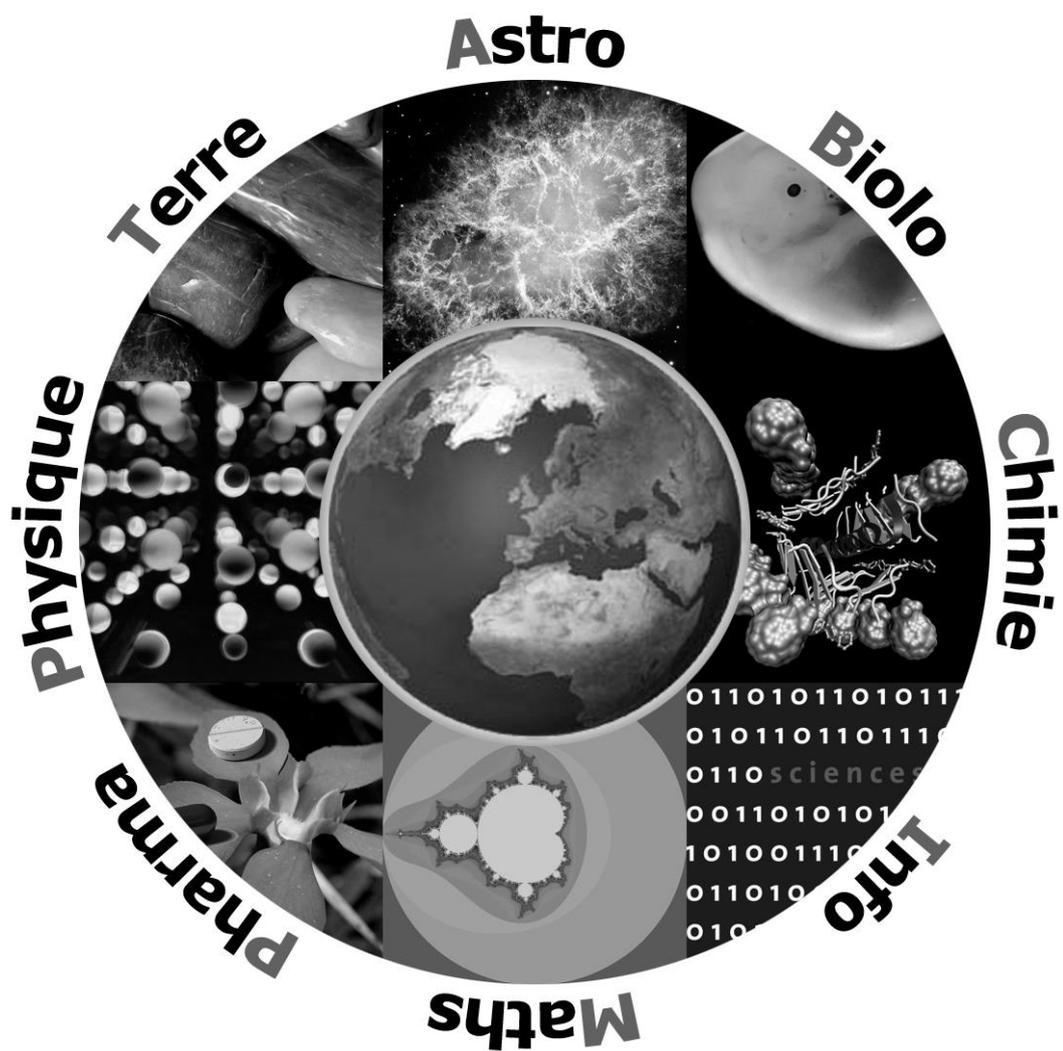
# Étudier en mathématiques

## 2024 – 2025

sciences



# Informations générales





## PRÉAMBULE

La Faculté des sciences de l'Université de Genève est mondialement connue pour ses travaux de recherche. L'obtention du Prix Nobel de Physique 2019 pour la découverte de la première planète en dehors du système solaire, une 2<sup>ème</sup> médaille Fields, considérée comme « le Prix Nobel de mathématiques », obtenue en 2022, les exploits en téléportation quantique et les études de la génétique du développement embryonnaire ne sont que quelques exemples d'une activité intense dans un éventail très large de domaines : astronomie, biologie, chimie, informatique, mathématiques, physique, sciences pharmaceutiques et sciences de la Terre et de l'environnement. Une autre mission importante de la Faculté des sciences est l'enseignement et la formation. Ces missions sont fortement liées, les enseignant-es se devant d'être à la pointe de la recherche au niveau universitaire.

Ce document comprend deux parties : une première partie « facultaire », contenant des informations sur l'organisation de l'Université et de la Faculté des sciences, ainsi que des adresses utiles et diverses informations pratiques. La deuxième partie est le guide de l'étudiant-e, il donne des renseignements pratiques (grilles horaires, informations sur les cours, etc.) spécifique à votre filière. Un rappel des dates importantes de même que le plan de situation des principaux bâtiments figurent sur les pages internes de la couverture. Nous espérons ainsi que les étudiantes et étudiants se sentiront rapidement à l'aise dans cette Faculté qui a la plus grande diversité d'enseignements et de titres de l'Université.

Chaque filière (biologie, chimie, biochimie, informatique, mathématiques, physique, sciences de la Terre et de l'environnement, et sciences pharmaceutiques) est sous la responsabilité d'une subdivision appelée section (à l'exception de l'informatique qui est un département). Il faut y ajouter l'Institut des sciences de l'environnement et le Département d'astronomie.

En tant qu'étudiante ou étudiant, vous vous intéressez en premier lieu à votre formation. Néanmoins, nous vous encourageons à participer également à la vie de l'institution, qu'il s'agisse d'élire les membres vous représentant aux différents conseils ou d'en faire partie. Précisons en effet qu'il existe des conseils à tous les niveaux, regroupant des représentant-es du corps professoral, des collaborateurs/trices de l'enseignement et de la recherche, des étudiant-es ainsi que des membres du personnel administratif et technique :

- Assemblée de l'Université
- Conseil participatif de la Faculté
- Conseils de Section

Il vous est aussi recommandé de devenir membre de l'association des étudiant-es de votre filière.

Un tout dernier mot pour souhaiter aux étudiantes et étudiants plein succès dans des études qu'ils trouveront sans doute exigeantes mais captivantes, comme le sont les sciences, et leur dire qu'en cas de difficultés, les membres du corps enseignant, les conseillers/ères académiques et les services administratifs se tiennent à leur disposition.

La Doyenne

## LA FACULTÉ DES SCIENCES SE PRÉSENTE

L'Université de Genève est une des treize universités européennes, et seule université suisse, membres fondateurs de la Ligue européenne des universités de recherche. Récemment, elle est entrée dans le club très fermé des cent meilleures institutions universitaires au monde selon le classement de Shanghai. Elle est également dans le peloton de tête avec l'Université et l'École polytechnique de Zurich, pour l'obtention par ses chercheurs de subsides de recherche compétitifs (Fonds National). De plus, l'Université de Genève offre la possibilité de devenir enseignant-e en sciences (une des deux seules universités Suisses dotées d'une équipe d'enseignement et de recherche de niveau professoral dans ce domaine). Enfin, c'est elle qui est la plus internationale tant dans la diversité de ses étudiant-es que de ses enseignant-es.

La Faculté des sciences est un des fers de lance de ce succès. Elle comprend plus de 2850 étudiant-es (49 % d'étudiantes), 190 professeur-es, 1120 collaborateurs/trices de l'enseignement et de la recherche (maîtres d'enseignement et de recherche, chargé-es de cours, chargé-es d'enseignement, maîtres-assistant-es, assistant-es) ainsi que quelque 525 membres du personnel administratif et technique. La Faculté comprend huit subdivisions correspondant aux domaines de recherche et d'enseignement : six sections et deux départements directement rattachés à la Faculté. Chaque section ou département rattaché possède également son/sa propre conseiller/ère académique.

La Faculté des sciences décerne des titres de *bachelor* (baccalauréat universitaire), de *master* (maîtrise universitaire) et de doctorat selon le processus européen dit de Bologne. Ce processus harmonise les titres et les durées d'études correspondantes. Il introduit aussi un système de crédits transférables (ECTS) qui permettent la reconnaissance par une université européenne d'études complètes ou partielles faites dans une autre université européenne. L'offre de formation de la Faculté des sciences est très étendue, tant au niveau de la formation de base que de la formation avancée. L'enseignement est réparti en plus de 900 cours, travaux pratiques et séminaires. Les étudiantes et étudiants ont accès à plus de 50 titres différents (*bachelor*, *master*, *master* bi-disciplinaires, doctorats, ainsi que certificats complémentaires et maîtrises universitaires d'études avancées).

A la Faculté des sciences, la recherche occupe une place très importante. Ainsi, plus de 580 étudiantes et étudiants préparent une thèse de doctorat, quelque 120 titres de doctorat étant délivrés annuellement. Cette recherche aboutit à plus de 1000 publications scientifiques par an. En ce qui concerne l'enseignement et la recherche, la Faculté des sciences entretient des collaborations avec de nombreuses institutions régionales, nationales et internationales. La Faculté des sciences a également tissé des liens avec des organismes comme le CERN, l'OMS, l'Organisation Européenne des Sciences de la Vie, et l'Agence spatiale européenne.

Enfin, signalons que le budget annuel de la Faculté des sciences est de l'ordre de 150 millions de francs. La valeur de l'équipement scientifique avoisine les 135 millions. Mentionnons aussi l'importance des fonds provenant d'autres sources que le Canton de Genève, qu'il s'agisse par exemple du Fonds national suisse de la recherche scientifique, de fonds européens ou de l'industrie. Ces ressources sont aujourd'hui de plus de 50 millions de francs, soit 33 % du budget de la Faculté des sciences.

## LES ADRESSES

### FACULTÉ DES SCIENCES

30, quai Ernest-Ansermet, 1211 Genève 4  
T 022 379 66 52 – F 022 379 66 98

### DÉCANAT ET ADMINISTRATION

#### Doyenne

Professeure Costanza BONADONNA, Sciences II, bureau 4-506  
T 022 379 66 51 et 379 66 52

#### Vice-doyenne/Vice-doyens/Vice-doyen associé

Professeure Enrica BORDIGNON Sciences II, 220 T 022 379 65 39	Professeur Christoph RENNER Ecole de physique, 010C T 022 379 35 44	Professeur Jean-Luc WOLFENDER CMU, B06.1716.a T 022 379 33 85	Professeur Jonas LATT Secrétariat des étudiants T 022 379 66 62
--	--	--	--

#### Administrateur

M. Bernard SCHALLER, Sciences II, bureau 4-504  
T 022 379 32 30

### PRÉSIDENTS DE SECTIONS ET DIRECTEURS DE DÉPARTEMENTS

<b>Section de biologie :</b>	Prof. Michel MILINKOVITCH Quai Ernest-Ansermet 30, 1211 Genève 4 T 022 379 33 38
<b>Section de chimie et biochimie :</b>	Prof. Nicolas WINSSINGER Quai Ernest-Ansermet 30, 1211 Genève 4 T 022 379 61 05
<b>Section de mathématiques :</b>	Prof. Rinat KASHAEV Rue du Conseil-Général 7, 1211 Genève 4 T 022 379 11 48
<b>Section de physique :</b>	Prof. Jean-Pierre WOLF Rue de l'Ecole-de-Médecine 20, 1211 Genève 4 T 022 379 05 03
<b>Section des sciences pharmaceutiques :</b>	Prof. Gerrit BORCHARD Rue Michel-Servet 1, 1211 Genève 4 T 022 379 69 45
<b>Section des sciences de la Terre et de l'environnement :</b>	Prof. Luca CARICCHI Rue des Maraichers 13, 1205 Genève T 022 379 66 30
<b>Département d'astronomie :</b>	Prof. Francesco PEPE Chemin Pegasi 51, 1290 Versoix T 022 379 23 96
<b>Département d'informatique :</b>	Prof. Svyatoslav VOLOSHYNOVSKYY Route de Drize 7, 1227 Carouge T 022 379 01 58

## DES QUESTIONS ?

### SECRÉTARIAT DES ÉTUDIANT-ES

Le secrétariat des étudiants se trouve au rez-de-chaussée du bâtiment Sciences III, bureau 0003. Le secrétariat gère les dossiers d'étudiant-es, reçoit les inscriptions aux examens, établit l'horaire des examens, remet les formules de demande de changement de diplôme ainsi que celles de changement d'adresse, émet les procès-verbaux d'examens après les sessions.

T 022 379 66 61/62/63 – F 022 379 67 16 – Secretariat-Etudiants-sciences@unige.ch

### CONSEILLER ACADÉMIQUE DE LA FACULTÉ

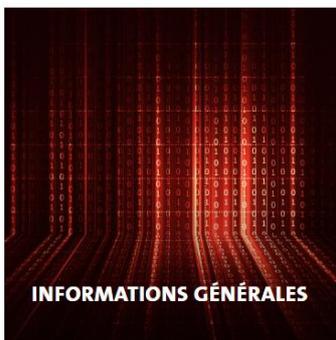
Le Dr Xavier CHILLIER reçoit toute l'année sur rendez-vous (inscription sur sa porte) dans le bureau 0001 au rez-de-chaussée du bâtiment Sciences III. En outre, durant les périodes de cours, une permanence (sans rendez-vous) est mise sur pied le lundi entre 17-18h et mardi de 10-12h.

Le conseiller académique reçoit tout le monde. Il propose une orientation personnalisée sur les voies de formation offertes par la Faculté des sciences, présente les plans d'études et les matières, discute d'une éventuelle réorientation. En cas de difficulté quelconque dans les études (scolaires, matérielles, de santé, de langue, de compréhension ou autre), il convient d'en informer sans délai le conseiller académique.

T 022 379 67 15 – Conseiller-etudes-sciences@unige.ch

Vous trouverez toutes les réponses à vos questions sur les pages « Étudiant-es / Doctorant-es » à l'adresse [www.unige.ch/sciences/fr/espace-etudiant/](http://www.unige.ch/sciences/fr/espace-etudiant/).

### Étudiant-es / Doctorant-es



**STRUCTURE DU CORPS ENSEIGNANT****CORPS PROFESSORAL****Professeur-e ordinaire (PO)**

enseignement + recherche + direction

**Professeur-e associé-e (PAS)**

enseignement + recherche + gestion

**Professeur-e titulaire (PT)**enseignement + recherche  
activité principale hors de l'université**Professeur-e titulaire "ancienne loi" (PTI)**

enseignement + recherche

**Professeur-e assistant-e (PAST)**

enseignement + recherche

**Professeur-e invité-e (PI)**enseignement + recherche  
séjour d'une année au plus**COLLABORATEURS/TRICES DE L'ENSEIGNEMENT  
ET DE LA RECHERCHE****Maître d'enseignement et de recherche (MER)**

enseignement + recherche

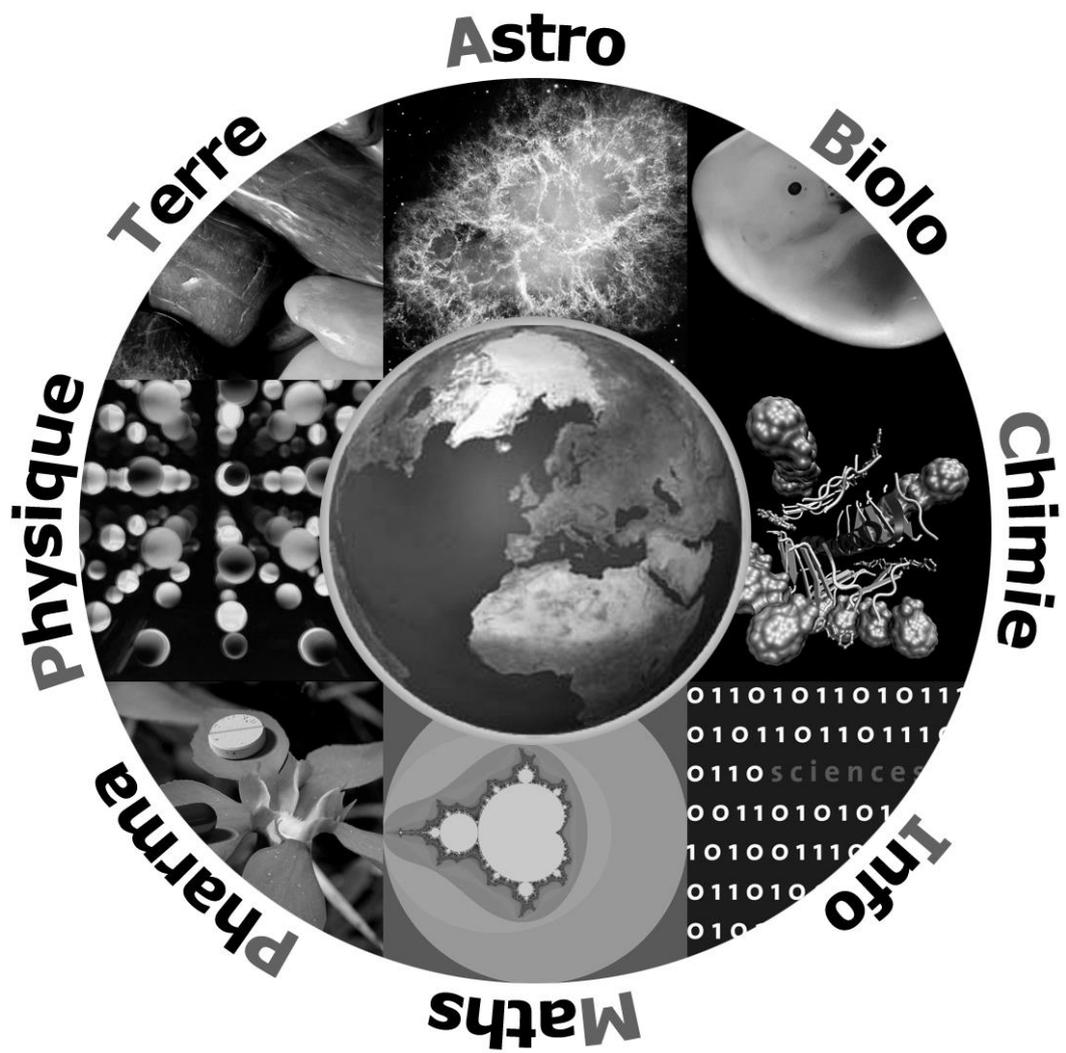
**Chargé-e de cours (CC)**Nommé-e pour un enseignement particulier  
temps partiel**Privat-docent (PD)**enseignement sans traitement  
temps partiel**Chargé-e d'enseignement (CE)**

enseignement + dans certains cas recherche

**Conseiller/ère académique (CET)**tâches d'orientation et de conseils auprès des  
étudiant-es**Collaborateur/trice scientifique (COLS) I et II**  
recherche**Maître-assistant-e (MA)**enseignement + recherche  
docteur-e et expérimenté-e en recherche**Post-doctorant-e (PDOC)**encadrement des étudiant-es + recherche  
titulaire d'un doctorat**Assistant-e (AS) A1 et A2**encadrement des étudiant-es + recherche  
thèse de doctorat en cours**Auxiliaire de recherche et d'enseignement  
(ARE)**encadrement, temps partiel  
étudiant-e en cours de formation

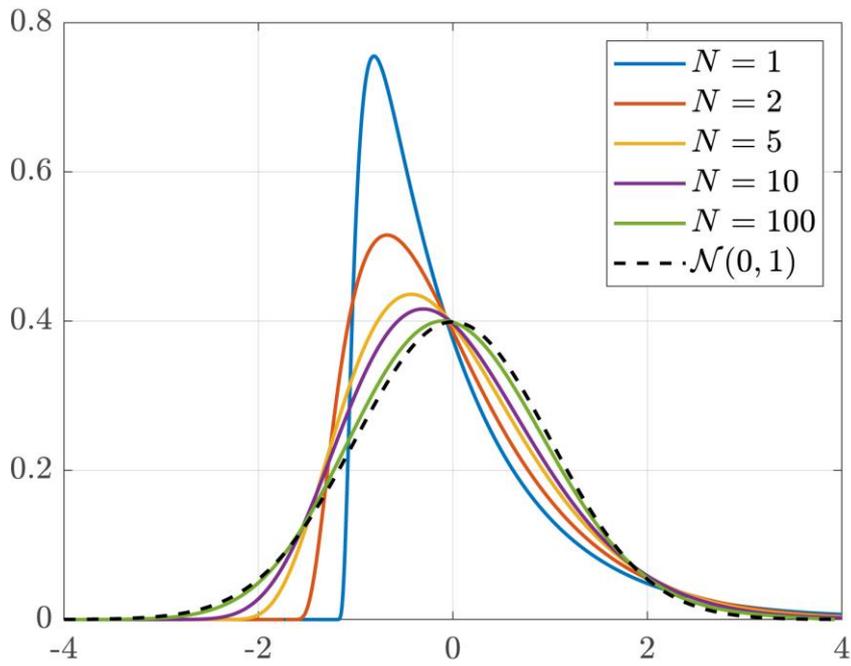


# Guide de l'étudiant-e





**LISTE DES COURS**  
**SECTION DE MATHÉMATIQUES**



**2 0 2 4 - 2 0 2 5**



**UNIVERSITÉ  
DE GENÈVE**

## RÉSUMÉ DES COURS

### COURS DONNÉS PAR LES ENSEIGNANTS DE LA SECTION

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

◆ 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	25
◆ MÉCANIQUE QUANTIQUE POUR MATHÉMATIENS	26
◆ PROBABILITÉS ET STATISTIQUE	27
◆ TOPOLOGIE ALGÈBRIQUE	29

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

◆ ALGÈBRE DE HOPF	31
◆ ANALYSE NUMÉRIQUE ET ANALYSE FONCTIONNELLE DES ÉQUATIONS DIFFÉRENTIELLES AUX DÉRIVÉES PARTIELLES	32
◆ ANALYSE NUMÉRIQUE DES ÉQUATIONS AUX DÉRIVÉES PARTIELLES	33
◆ COMBINATORICS OF WORDS	34
◆ GROUPES DE COXETER	35
◆ H- PRINCIPLE AND SOME RELATED TOPICS	36
◆ HOMOLOGIES	37
◆ INTRODUCTION AUX FORMES MODULAIRES	38
◆ LIE ALGEBRAS AND THEIR REPRESENTATIONS	39
◆ MÉTHODES ÉLÉMENTAIRES	40
◆ MODÈLES MATHÉMATIQUES POUR LES HUMAINS ET LES ANIMAUX	41
◆ OPTIMIZATION WITH APPLICATION I	42
◆ OPTIMIZATION WITH APPLICATION II	43
◆ PERTURBED RANDOM WALKS AND THEIR SCALING	44
◆ PRINCIPES TRANSVERSAUX EN MATHÉMATIQUES	45
◆ RANDOM GRAPHS AND THEIR SPECTRA	46
◆ RIEMANN SURFACES	47
◆ SYSTÈMES SUR RÉSEAU ET TRANSITIONS DE PHASE	48

◆ THÉORIE DES NOMBRES	49
◆ THÉORIE MATHÉMATIQUE DE LA PERCOLATION	50
◆ TOPICS IN GRAPH THEORY	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 INFORMATIENS	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

M. BUCHER, mer

**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 et oral

Sessions d'examen : juin - septembre

A. KNOWLES, pas

**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 élémentaires et recherche de primitives.

Nombre de crédits ECTS : 9

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	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

H. DUMINIL-COPIN, 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 se compose à la fois d'une révision des objets de base des mathématiques et d'une introduction au raisonnement mathématique. Il a pour but d'approfondir et d'élargir les connaissances acquises au Collège, en insistant davantage sur les preuves et la communication et 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 et contrôle continu

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 semestre	56	56	-	112

**Objectifs**

Ce cours a pour but de poursuivre l'étude des structures algébriques fondamentales débutée en Algèbre I.

**Contenu**

1. Catégories
2. Groupes.
3. Extensions de 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

A. BYTSKO, scols2

**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

A. BYTSKO, scols2

**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. Equations 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

B. VANDEREYCKEN, pas

**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. Intégration numérique.
2. Interpolation et approximation
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 : bachelor math : 12 / bachelor math-info : 14

Pré-requis : 1ère année de mathématique ou informatique

Mode d'évaluation : examen écrit et travaux pratiques

Sessions d'examen : juin - septembre

(Anciennement théorie de la mesure et intégration sur R.E)

R. KASHAEV, 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, la mesure de Lebesgue, fonctions étagées, l'intégrale de Lebesgue, théorème de convergence monotone, lemme de Fatou, théorème de convergence dominée, l'intégrale inférieure et supérieure de Lebesgue, théorème de Fubini, mesures signées, théorème de Radon-Nikodym.

Nombre de crédits ECTS : 6

Pré-requis : Analyse II

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

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. Espaces de probabilité, variables aléatoires, indépendance, probabilité conditionnelle (élémentaire)
2. Marche aléatoire simple sur  $\mathbf{Z}$
3. Fonctions génératrices, application au processus de Galton-Watson
4. Fonction caractéristique
5. Théorèmes limites : lois faible et forte des grands nombres, théorème central limite, lemmes de Borel-Cantelli, Loi 0-1 de Kolmogorov

Nombre de crédits ECTS : 6

Pré-requis : Analyse II (réelle et complexe), 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, puis de présenter une brève introduction aux statistiques.

**Contenu**

1. Espérance conditionnelle
2. Marche aléatoire simple sur  $\mathbb{Z}^d$
3. Chaînes de Markov
4. Martingales
5. Introduction à la statistique : estimateurs, intervalles de confiance, tests d'hypothèse

Nombre de crédits ECTS : 6

Pré-requis : Algèbre linéaire, Analyse II (réelle et complexe), mesure et intégration

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> ANNEE ET  
MAÎTRISE 1<sup>Ère</sup> ET 2<sup>Ème</sup> ANNÉE  
(Cours avancés)**

R. KASHAEV, 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 théorie d'algèbres de Hopf.

Étant un complément à la théorie des groupes, le cours sera particulièrement utile en topologie quantique, physique mathématique, physique théorique.

**Contenu**

Groupes et algèbres de Hopf ; algèbres, cogèbres, bigèbres; l'algèbre de convolution; le dual restreint d'une algèbre; le double quantique; l'équation de Yang-Baxter.

Nombre de crédits ECTS : 6

Pré-requis : algèbre I, II

Mode d'évaluation : examen oral

Sessions d'examen : février - septembre

# ANALYSE NUMÉRIQUE ET ANALYSE FONCTIONNELLE DES ÉQUATIONS DIFFÉRENTIELLES AUX DÉRIVÉES PARTIELLES

14M216

G. VILMART, cols2/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 aux dérivées partielles (EDP) sont omniprésentes en sciences, et sont utilisées aussi bien en physique, chimie, biologie, économie, etc. Leur complexité fait qu'une solution exacte est en générale inaccessible et une solution numérique approchée doit être calculée. En analyse numérique, la méthode des éléments finis est parmi les méthodes les plus importantes pour calculer rigoureusement une telle solution numérique. Ce cours est une introduction aux éléments d'analyse fonctionnelle et aux espaces de Sobolev pour étudier la mise en œuvre et la convergence de la méthode des éléments finis.

## Contenu

1. Espace des distributions, espaces de Sobolev, Formulations variationnelles.
2. Problèmes aux limites elliptiques du second ordre, principe du maximum, théorème de Lax-Milgram.
3. Méthode des éléments finis, éléments finis de Lagrange.
4. Convergence de la méthode pour des problèmes stationnaires, linéaires et non-linéaires.
5. Problèmes d'évolution paraboliques (intégration en espace et en temps).
6. Crimes variationnels.

Nombre de crédits ECTS : 6

Pré-requis : analyse numérique. Conseillé : théorie de la mesure et intégration

Mode d'évaluation : examen oral

Sessions d'examen : février - septembre

M. GANDER, 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 donne une introduction à l'analyse numérique des équations aux dérivées partielles suivant une recommandation de Émile Picard (1893) : "Les méthodes d'approximation dont nous faisons usage sont théoriquement susceptibles de s'appliquer à toute équation, mais elles ne deviennent vraiment intéressantes pour l'étude des propriétés des fonctions définies par les équations différentielles que si l'on ne reste pas dans les généralités et si l'on envisage certaines classes d'équations."

On choisira alors comme classe d'équations les processus de diffusion manisotrope, comme discrétisation la méthode de volume finis et la plus récente invention des DDFV (Discrete Duality Finite Volumes), avec des propriétés géométriques spectaculaires, et comme méthode de résolution des problèmes discrétisés la classe de méthodes de Schwarz, qui ont leurs racines dans une faute dans la preuve du dernier théorème de Riemann dans sa thèse de doctorat.

**Contenu**

1. Introduction : processus de diffusion, idée de discrétisation et méthodes de Schwarz.
2. Méthodes de Schwarz continues : la méthode alternée et parallèle, analyse de Fourier, méthodes de Schwarz optimisées, application aux processus de diffusion anisotrope.
3. Discrétisation par la méthode de volumes finis : volume finis classiques de type cell centered et vertex centered sur des maillages cartésiens, conditions aux bords de type Dirichlet, Neumann, Robin et Ventcel, algorithmes de Schwarz et analyses de Fourier discrètes.
4. Méthodes de volumes finis sur des maillages arbitraires, TPFA (Two Point Flux Approximation), Discrete Duality Finite Volumes, algorithmes de Schwarz discrètes pour la diffusion anisotrope. Application au traitement d'images.

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 : 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

**Contenu**

A word is a sequence of symbols, called letters, taken from a set called the alphabet. These objects are related to several fields of mathematics, such as group theory, probabilities, or theoretical computer science. The goal of this course is to study several aspects of the combinatorics of words. After an introduction on words and their basic properties, we will cover a selection of topics among the following:

- asymptotic properties of words
- automata
- formal languages
- patterns within words
- Van der Waerden's theorem
- monoids, semigroups and groups
- connections between words and non-commutative algebra
- words and trees

*Cours donné en anglais*

Nombre de crédits ECTS: 6

Pré-requis: basic knowledge in linear algebra and group theory, discrete mathematics

Mode d'évaluation : examen écrit

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**

Les groupes de Coxeter ont été introduits comme une abstraction naturelle des groupes de réflexion, c'est-à-dire des groupes engendrés par des réflexions de l'espace Euclidien. Ils admettent, par définition, une présentation qui peut paraître très restrictive, et qui par sa forme particulière, permettra d'établir des propriétés combinatoires et géométriques tout à fait remarquables. Malgré l'apparente restriction imposée par la présentation, les groupes de Coxeter apparaissent naturellement dans de nombreux domaines, ils sont par exemple à la base de la classification des groupes ou algèbres de Lie. Ils englobent tous les groupes d'isométries de polytopes réguliers, et en particulier les groupes symétriques.

**Contenu**

Étude des propriétés combinatoires et géométriques des groupes de Coxeter. En particulier : classification des groupes de Coxeter finis, métrique des mots et croissance, représentation de Tits, groupes cristallographiques.

Nombre de crédits ECTS : 6  
Pré-requis : Algèbre I et II, Géométrie I.  
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

Introduction to geometry of Partial Differential Equations (PDE) and Partial Differential Relations (PDR).

### Contenu

Geometric formulation of Partial Differential Equation of first order, Hamilton-Jacobi equations, characteristics. Jets of smooth functions, symplectic and contact structures. Holonomic and non-holonomic sections, h-principle.

### Références

- V. I. Arnold, "Lectures on Partial Differential Equations", Springer/Phasis Universitext.
- K. Cielebak, Y. Eliashberg, N. Mishachev, "Introduction to the h-principle" (second edition), Graduate Studies in Mathematics 239, American Mathematical Society.
- M. Gromov, "Partial Differential Relations", Springer, Ergebnisse der Mathematik und ihrer Grenzgebiete. 3. Folge / A Series of Modern Surveys in Mathematics (MATHE3, volume 9).

*Cours donné en anglais*

Nombre de crédits ECTS: 6

Pré-requis: Familiarity with basic notions of Geometry, Topology and Real Analysis.

Mode d'évaluation : examen oral

Sessions d'examen : juin - septembre

C. PITTET, cc/smer

**Semestre d'automne**

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

**Objectifs**

Le but du cours est d'introduire les définitions et méthodes de base de l'homologie, de les illustrer par des applications à la topologie et à la théorie des groupes. La théorie de l'homologie s'est développée pour répondre à des questions de topologie. Aujourd'hui les méthodes homologiques sont très largement utilisées non seulement en topologie et en géométrie, mais aussi en analyse complexe et en géométrie algébrique.

**Contenu**

1. Modules et complexes.
2. Homologie d'un complexe.
3. Homologie singulière et cellulaire.
4. Applications de l'homologie à la topologie.
5. Axiomes de l'homologie.
5. Cohomologie des groupes.

**Bibliographie.**

- "**Homology**" Saunders Mac Lane, Springer Classics In Mathematics, Berlin-Heidelberg 1995.
- "**Cohomology of Groups**" Kenneth S. Brown, Springer-Verlag Graduate Texts in Mathematics, New-York Heidelberg Berlin 1982.
- "**Algebraic Topology**" Edwin H. Spanier, Springer-Verlag New-York Heidelberg Berlin 1966.
- "**Géométrie contemporaine, méthodes et applications, 3ème partie, méthodes de la théorie de l'homologie**" B. Doubrovine, S. Novikov, A. Fomenko, Edition Mir Moscou 1987.

Nombre de crédits ECTS : 5

Pré-requis : cursus de 2ème année en maths

Mode d'évaluation : examen oral

Sessions d'examen : février - 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

Ce cours sert d'introduction à la théorie des formes modulaire. L'idée est de combiner l'analyse complexe avec la théorie des groupes, et construire un bel objet, qui se trouve au coeur des mathématiques modernes. Les formes modulaires ont beaucoup d'applications dans la théorie de nombres (le théorème de Fermat), en particulier, nous allons montrer que tout nombre naturel peut être représenté comme la somme de 4 carrés.

This course serves as an introduction to the theory of modular forms. The idea is to combine complex analysis with group theory, and construct a beautiful object which lies at the heart of modern mathematics. Modular forms have many applications in number theory (Fermat's last theorem), and in particular, we will show that any positive integer may be represented as a sum of 4 squares.

### Contenu

1. The group  $SL(2)$ .
2. Definition and classification of modular forms.
3. Eisenstein series.
4. Theta functions and applications.
5. Hecke operators.

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

Nombre de crédits ECTS : 6

Pré-requis : Cours d'analyse complexe

Mode d'évaluation : examen écrit

A. BYTSKO, scols2

**Semestre d'automne**

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

**Objectifs**

The aim of this course is to give an introduction to the theory of Lie algebras.

**Contenu**

Definitions, examples. Subalgebras, ideals, center, derivations. Nilpotent, solvable and simple Lie algebras. Ado theorem, Lie's theorem, Noether theorems. Representations, modules, irreducible representations. Simple, decomposable, semi-simple modules, Schur's lemma. Lie algebra  $\mathfrak{sl}(2, \mathbb{C})$ , highest weight representations, tensor product of representations.

Cours donné en anglais

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

A. ALEXEEV, po  
V. MONTESSUIT, assistant  
G. VEPREV, assistant

**Semestre d'automne**

	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 : février – septembre

## MODÈLES MATHÉMATIQUES POUR LES HUMAINS ET LES ANIMAUX 14M197

M. MARINO, 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 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 : juin - 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**

En statistique de nombreux estimateurs sont définis comme solution d'un problème d'optimisation, par exemple l'estimateur des moindres carrés, du maximum de vraisemblance, ou vraisemblances pénalisées (e.g., ridge, lasso, basis pursuit). Nous étudierons ces problèmes d'optimisation (existence, unicité, convexité, différentiabilité) et développerons des algorithmes pour calculer ces estimateurs, notamment steepest descent, conjugate gradient, BFGS, relaxation (back-fitting), méthodes duales. Des travaux pratiques mettront en applications ces méthodes en les programmant en Python ou R.

Nombre de crédits ECTS : 6

Pré-requis : Algèbre linéaire, analyse multivariée. Conseillé : analyse numérique, probabilité, connaissances Matlab, R, Python, Julia.

Mode d'évaluation : examen oral (4/6) et TP (2/6). Basée sur contenu théorique et exercices de programmation.

Sessions d'examen : février - septembre

B. VANDEREYCKEN, 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**

The aim is to recognize and solve convex optimization problems. We cover a basic introduction to convex analysis, sets and functions. Theory also includes optimality conditions and duality, and theorems of alternative. We treat applications that lead to convex optimization problems in machine learning, statistics, signal processing, control, and finance. Specialised numerical algorithms include interior point methods and sub-gradient methods.

*Cours donné en anglais*

Nombre de crédits ECTS: 6

Pré-requis: algèbre linéaire, analyse multivariée. Conseillé : analyse numérique, probabilité, connaissances Matlab, R, Python, Julia

Mode d'évaluation : examen oral et TP. L'évaluation est basée sur contenu théorique et exercices de programmation

Sessions d'examen : juin - septembre

# PERTURBED RANDOM WALKS AND THEIR SCALING LIMIT

14M270

A. PILIPENKO, pi/cs1  
E. BRONASCO, assistant

## Semestre de printemps

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

## Contenu

In the course we study a behavior of random walks that possess irregularities at some fixed set of states. These irregularities may describe reflecting screens or semi-permeable membranes. The corresponding models appear naturally in telecommunication theory, material sciences, chemistry, etc. It is well known that a Brownian motion is a scaling limit of random walks whose jumps are mean-zero i.i.d. random variables with finite variance. Limits of perturbed random walks will be diffusions with reflecting screens or diffusions with semi-permeable membranes.

## Objectifs

1. Random walks: transience/recurrence, resolvent, Andre's reflection principle, distribution of maximum, arcsine law, etc.
2. Weak convergence of probability measures: definition and properties, continuous mapping theorem, Skorokhod representation theorem, Brownian motion, Donsker's theorem on convergence of scaled random walks to a Brownian motion.
3. Reflected processes: the Skorokhod reflection problem, reflected Brownian motion, functional limit theorems for reflected random walks and applications for heavy traffic limits.
4. A skew Brownian motion and limits of random walks with semipermeable membranes.

*Cours donné en anglais*

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

Ce cours est principalement orienté vers les personnes se destinant à l'enseignement des mathématiques. Il arrive que dans les études en mathématiques la spécialisation extrême sur un sujet face perdre de vue l'unité des mathématiques. Or c'est cette unité qui fait la force, mais aussi parfois la difficulté de cette branche. En mathématiques, il existe des objets, des idées et des approches qui apparaissent toujours, même si elles sont légèrement cachées par la technicité et le vocabulaire propre à chaque sujet. Voir où et comment ces notions transversales sont présentes (de manière peut être embryonnaire) dans l'enseignement des mathématiques au secondaire et comment elles se développent dans la formation universitaire et la recherche est le but premier de ce cours. Ceci permet en effet aux étudiants de faire des liens entre les notions abordées dans des cours différents.

Quelques idées concernant des sujets transversaux à toutes les branches des mathématiques :

- Ensembles de nombres.
- Symétries et invariants.
- L'Approximation.
- Structures algébriques.

Pour répondre au manque de sens que les élèves ressentent, l'approche historique peut être une bonne solution. Le fait de connaître l'évolution de certaines notions (sous la pression de tel ou tel problème) et comment ces changements de point de vue ont permis de résoudre des problèmes longtemps insolubles, donne à l'enseignant et à l'élève une vision plus dynamique des mathématiques. Cela permet aussi de voir le degré de difficulté de certaines notions (si on accepte l'hypothèse que des notions plus complexes ont émergé plus tard).

Il est bien clair que ces sujets transversaux ne pourront pas tous être traités en détail. Un ou plusieurs de ces sujets seront approfondis.

Le dernier but de ce cours serait de pousser chaque étudiant à se construire une image mentale du paysage mathématique. En particulier d'arriver à voir la filiation entre les principaux courants de mathématiques existants.

Nombre de crédits ECTS : 6

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

Mode d'évaluation : examen oral

Sessions d'examen : juin – septembre

A. KNOWLES, pa

A. RANALLO, ma

### Semestre d'automne

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

### Objectifs

This course is an introduction to the theory of random graphs. It consists of two main parts. In the first part, the most important models of random graphs are introduced and their basic properties are derived. In the second part, we introduce the notion of spectrum of a graph and understand how it is related to the graph.

### Contenu

Models of random graphs, branching processes, phase transitions in the Erdős-Rényi graph, the spectral measure, eigenvalues and eigenvectors of a graph, aspects of localization / delocalization (if time permits).

Course taught in English by Alessio Ranallo

Nombre de crédits ECTS : 6

Pré-requis : Basics of probability theory (e.g. Probabilités et statistique automne)

Mode d'évaluation : Oral exam, 25 minutes

Sessions d'examen : février - 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**

An introduction to the theory of Riemann surfaces. This subject reunites several branches of mathematics : complex analysis, topology, algebra, and hyperbolic geometry.

**Contenu**

1. Riemann surfaces, i.e. 1-dimensional complex manifolds
2. Topology of surfaces, genus, ramified coverings, Riemann-Hurwitz formula
3. Compact Riemann surfaces and field extensions
4. Elliptic curves and elliptic functions
5. de Rham and Dolbeault cohomology
6. Riemann-Roch theorem
7. Outlook : Abel-Jacobi theorem, uniformization and hyperbolic geometry

Nombre de crédits ECTS : 6

Pré-requis : Deux premières années bachelor

Mode d'évaluation : examen oral

Sessions d'examen : février - septembre

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 d'introduire les étudiants à l'analyse mathématique des systèmes sur réseau et des transitions de phase associées. C'est sur ce type de modèles que repose la plus grande partie de l'étude mathématique de la physique statistique, branche dont le but est la dérivation des propriétés des systèmes macroscopiques à partir de leur description microscopique. De nombreux concepts, techniques et modèles d'importance fondamentale seront introduits. Afin de minimiser les difficultés purement techniques, le cours privilégiera la discussion d'exemples importants à la dérivation des résultats les plus généraux possibles.

**Contenu**

Les premières semaines du cours seront consacrées à la discussion détaillée de l'un des modèles les plus étudiés, le modèle d'Ising, dont on construira le diagramme de phase. Ceci nous permettra d'introduire de nombreux concepts, outils et résultats fondamentaux (transition de phase, potentiel thermodynamique, paramètre d'ordre, inégalité de corrélation, états de Gibbs, développement basse et haute température, argument de Peierls, théorème de Lee-Yang, etc.).

La seconde partie du cours pourra aller dans trois directions, au choix des étudiants : la première serait consacrée aux modèles à symétrie continue (champ libre gaussien, théorème de Mermin-Wagner, positivité sous réflexion); la seconde présenterait la théorie de Dobrushin-Lanford-Ruelle, dont le but est la construction générale de systèmes infinis de particules en interaction et les propriétés génériques de tels systèmes; la troisième serait consacrée au modèle de gaz sur réseau et se focaliserait sur les potentiels thermodynamiques, l'équivalence des ensembles, la dérivation rigoureuse de la construction de Maxwell, etc.

Le cours sera basé sur certains chapitres du livre « *Statistical Mechanics of Lattice Systems : a Concrete Mathematical Introduction – S.Friedli et Y.Velenik, Cambridge University Press, 2017* », dont une version peut être librement téléchargée à l'adresse <http://www.unige.ch/math/folks/velenik/smbook> .

Nombre de crédits ECTS : 6

Pré-requis : analyse I et II, algèbre linéaire, mesure et intégration, probabilités et statistique

Mode d'évaluation : examen oral

Sessions d'examen : février - 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**

Compréhension des aspects de base de la théorie de nombres. Capacité à résoudre des problèmes concrets.

**Contenu**

1. Théorie classique et élémentaire : divisibilité, congruences, résidus quadratiques, approximation diophantienne
2. L'analogie entre entières et polynômes : équations diophantiennes, la conjecture ABC
3. La méthode de fonctions génératrices : la fonction  $\theta$ , fonctions  $\zeta$ , nombres premiers

Nombre de crédits ECTS : 5

Pré-requis : analyse I, algèbre I, et analyse II complexe

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	1	-	4
Nombre d'heures par semestre	28	28	-	56

**Contenu**

Ce cours constitue une introduction à la percolation. La percolation sur le réseau  $Z^d$  est un modèle de graphes aléatoires d'apparence très simple mais qui exhibe un comportement très riche et constitue un terrain d'essai privilégié pour l'étude de phénomènes physiques concrets. Dans ce cours, nous nous proposons de développer une théorie mathématique de la percolation, et d'illustrer à travers cette théorie certains des principes fondamentaux de la physique statistique.

**Contenu**

1. Transition de phase de la percolation sur  $Z^d$ .
2. Percolation planaire et invariance conforme.
3. Thèmes de recherche actuelle.

*Cours donné 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 : juin - septembr

T. SMIRNOVA-NAGNIBEDA, past

**Semestre de printemps**

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

**Contenu**

The aim of the course will be to review some aspects of Graph Theory, such as spectra of graphs, graph colorings, graph automorphisms and more, in relation to other areas of mathematics, such as group theory, topology, combinatorics and probability theory.

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

Nombre de crédits ECTS: 6

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

Mode d'évaluation : examen oral

Sessions d'examen : juin - septemb

# 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 16 septembre 2024.

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 20 septembre 2024.**

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

M. J. GANDER, po

### 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 oral et série d'exercices

Sessions d'examen : juin - septembre

C. PITTET, 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**

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

G. VILMART, cols2, 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 19 septembre 2024**, les cours du lundi 16 septembre 2024 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**

B. CHOPARD, po  
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 est un approfondissement aux concepts et 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 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

L. NERIMA, ce

**Semestre de printemps**

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

**Objectifs**

La préservation, l'exploitation et la mise à jour des données sont au coeur de nombreuses applications informatiques. Ce cours aborde le déploiement et l'exploration des bases de données relationnelles.

**Contenu**

1. Introduction aux bases de données.
2. Le modèle rationnel.
3. L'algèbre relationnelle.
4. Le langage SQL.
5. L'interrogation en SQL.
6. Le concept de vue.
7. La définition des schémas de relation en SQL.
8. Insertion, modification et suppression des données.
9. La définition des contraintes d'intégrité.
10. Les dépendances fonctionnelles.
11. Les formes normales.
12. La normalisation.
13. La décomposition d'une relation.
14. Le concept de transaction dans les bases de données.
15. La gestion de la concurrence.

Nombre de crédits ECTS : 4

Pré-requis : néant

Mode d'évaluation : examen écrit de 2h et remise régulière des TP

Session d'examen : juin - septembre

N.N.

**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 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 : 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

F. FLEURET, po  
F. LISACEK, 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 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

J. LÄTT, pas

**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 MATHÉMATIQUES**

Nombre de crédits ECTS : 7

Pré-requis : néant

Mode d'évaluation : examen écrit et TP évalués : problèmes de programmation et questions théoriques à livre fermé, 3 heures

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 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.

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

D. BUCHS, 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 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 (propositionnelle et du 1<sup>er</sup> ordre) et aux preuves : syntaxe, sémantique, formes normales, preuves, théorie des séquents de Gentzen .

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 oral

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 : questions théoriques et pratiques à livre fermé, 3h

Session d'examen : février - septembre

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 processeur 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 - septembre

D. BUCHS, 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 sert d'introduction aux langages de programmation importants par les concepts qu'ils mettent en œuvre et aux principes de la sémantique des langages.

*\*Des heures de pratique sont à prévoir (libre accès au laboratoire)*

**Contenu**

Ce cours abordera les sujets suivants :

1. Introduction aux paradigmes fonctionnel, logique, procédural.
2. La programmation logique.
3. Notions d'induction et d'induction structurelle.
4. Sémantique opérationnelle, dénotationnelle et axiomatique des langages.
5. Règles SOS, notions d'équivalences, sémantique d'évaluation et sémantique calculatoire.
6. Preuves, validité et complétude.
7. Logique du 1<sup>er</sup> ordre, clauses de Horn et satisfaction.
8. Règles de typage et de visibilité : typage statique et dynamique, polymorphisme paramétrique et ad-hoc, inférence de type.

Les exercices mettent l'accent sur la pratique du langage Prolog.

Des heures de pratique sont à prévoir (libre accès au laboratoire).

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.

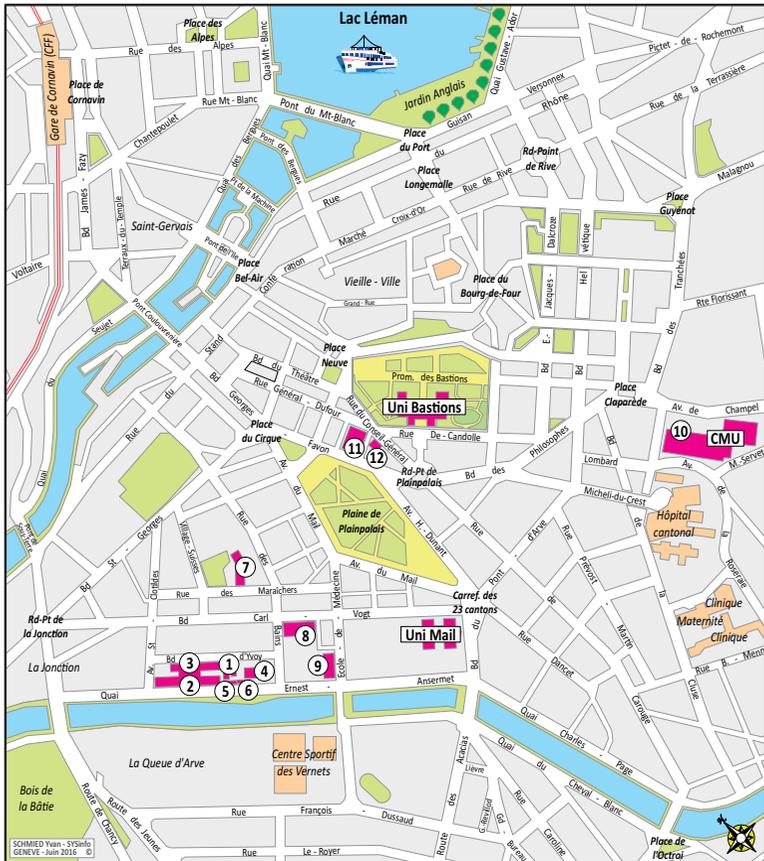
Nombre de crédits ECTS : 5

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

# Situation des principaux bâtiments concernant la Faculté des sciences



La publication, la reproduction et l'utilisation de ce plan est soumise à une autorisation préalable de l'auteur.

- |   |  |  |
|---|--|--|
| <p>① Sciences I<br/>(Boulevard d'Yvoy 16)</p> <p>② Sciences II<br/>(Quai E.-Ansermet 30)</p> <p>③ Sciences III<br/>(Boulevard d'Yvoy 32)</p> <p>④ Ecole de physique<br/>(Quai E.-Ansermet 24)</p> | <p>⑤ Pavillon des Isotopes<br/>(Boulevard d'Yvoy 20)</p> <p>⑥ Pavillon Ansermet<br/>(Quai E.-Ansermet 24)</p> <p>⑦ Sciences de la Terre<br/>(Rue des Marachers 13)</p> <p>⑧ Uni Carl Vogt<br/>(Boulevard Carl-Vogt 66)</p> | <p>⑨ Ancienne E. de Médecine<br/>(Rue de l'Ecole-de-Médecine 20)</p> <p>⑩ CMU<br/>(Rue Michel-Servet 1)</p> <p>⑪ Uni Dufour<br/>(Rue Général-Dufour 24)</p> <p>⑫ Section de mathématiques<br/>(Rue du Conseil-Général 7-9)</p> |
|---|--|--|

## Hors-Plan :

Site de Sauvigny  
Chemin Pegasi 51 - 1290 Versoix

Conservatoire et Jardin Botaniques (CJB)  
Chemin de l'Impératrice 1 - 1292 Chambésy

Site d'Ecogia  
Chemin d'Ecogia 16 - 1290 Versoix

Pinchat  
Route de Pinchat 22 - 1227 Carouge

Battelle  
Route de Drize 9 - 1227 Carouge

# sciences



## **FACULTÉ DES SCIENCES**

30 quai Ernest-Ansermet  
CH - 1211 Genève 4  
[www.unige.ch/sciences](http://www.unige.ch/sciences)



Atelier de reprographie ReproMail  
Le papier recyclé contribue au développement durable