



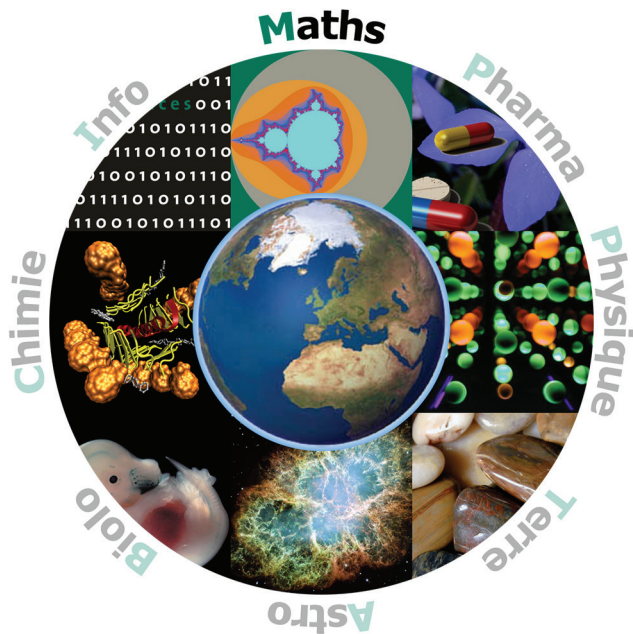
UNIVERSITÉ
DE GENÈVE

FACULTÉ DES SCIENCES

Etudier en mathématiques

2023 – 2024

Sciences



DATES IMPORTANTES

SEMESTRE D'AUTOMNE 2023 – 2024

Début des cours	Lundi 18 septembre 2023
Dies academicus	Vendredi 13 octobre 2023
Inscriptions aux cours	Mardi 17 → lundi 23 octobre 2023
Inscriptions aux examens	Mardi 31 octobre → lundi 6 novembre 2023
Cérémonie en l'honneur des diplômés	Jeudi 2 novembre 2023
Fin des retraits aux examens	Jeudi 7 décembre 2023
Fin des cours	Vendredi 22 décembre 2023
Début des examens	Lundi 22 janvier 2024
Fin des examens	Vendredi 9 février 2024

SEMESTRE DE PRINTEMPS 2024

Début des cours	Lundi 19 février 2024
Inscriptions aux cours	Mardi 5 → lundi 11 mars 2024
Candidature Bourses Master d'excellence	Dernier délai : vendredi 15 mars 2024
Inscriptions aux examens	Mardi 19 → lundi 25 mars 2024
Fin des retraits aux examens	Jeudi 16 mai 2024
Fin des cours	Vendredi 31 mai 2024
Début des examens	Lundi 10 juin 2024
Fin des examens	Vendredi 28 juin 2024
Inscriptions aux examens	Mardi 16 → lundi 22 juillet 2024
Fin des retraits aux examens	Jeudi 8 août 2024
Début des examens	Lundi 26 août 2024
Fin des examens	Vendredi 6 septembre 2024

JOURS FERIES/VACANCES DURANT LES PERIODES DE COURS/EXAMENS

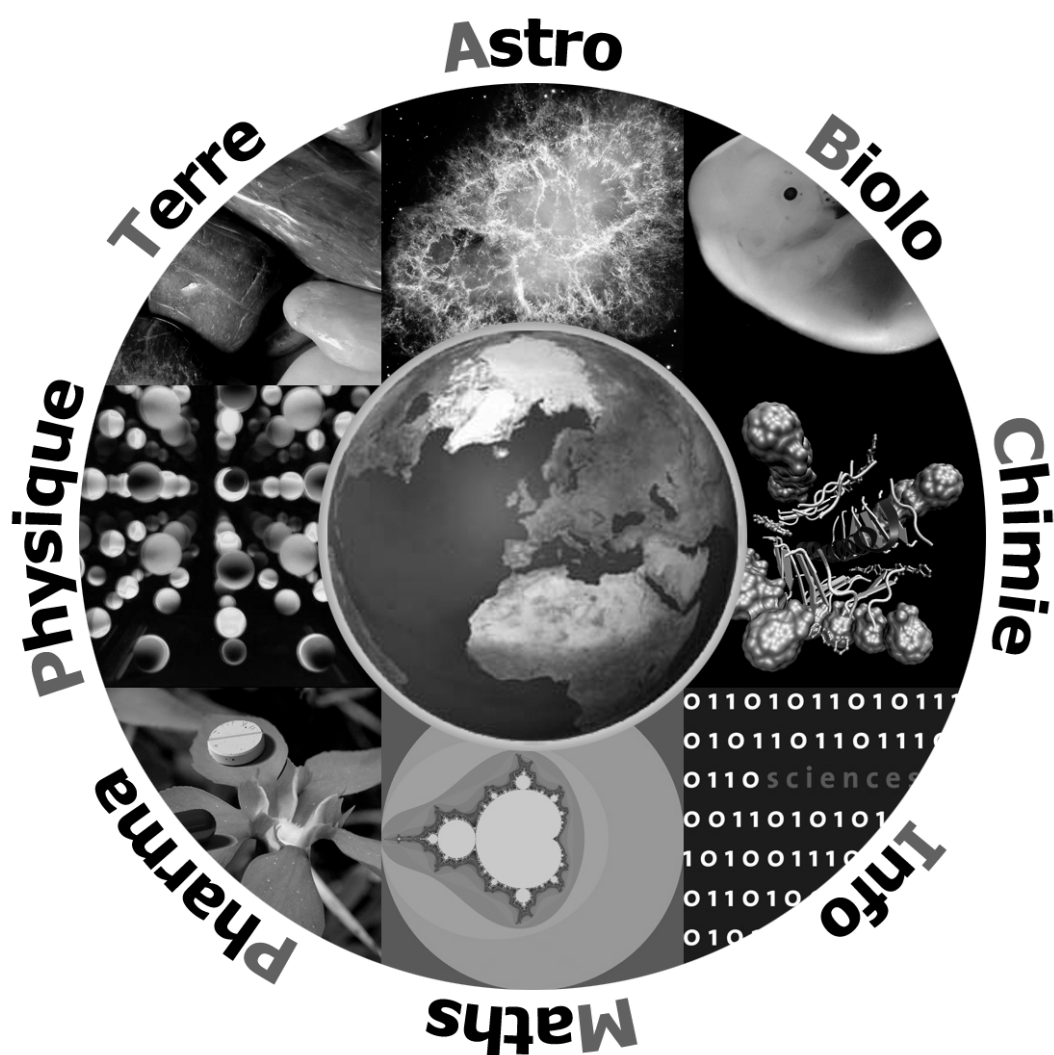
Vacances de Pâques	Vendredi 29 mars → dimanche 7 avril 2024
Fête du Travail	Mercredi 1 ^{er} mai 2024
Ascension	Jeudi 9 mai 2024
Pentecôte	Lundi 20 mai 2024
Jeûne Genevois	Jeudi 5 septembre 2024

RENTREE UNIVERSITAIRE 2024 – 2025

LUNDI 16 SEPTEMBRE 2024

Les dates importantes sont également disponibles en ligne sur www.unige.ch/sciences/Dates

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^{ème} 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'Ecole 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), 180 professeur-es, 1050 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 520 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 400 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, près de 600 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

Section de biologie :	Prof. Michel MILINKOVITCH Quai Ernest-Ansermet 30, 1211 Genève 4 T 022 379 33 38
Section de chimie et biochimie :	Prof. Nicolas WINSSINGER Quai Ernest-Ansermet 30, 1211 Genève 4 T 022 379 61 05
Section de mathématiques :	Prof. Andras SZENES Rue du Conseil-Général 7, 1211 Genève 4 T 022 379 00 86
Section de physique :	Prof. Jean-Pierre WOLF Rue de l'Ecole-de-Médecine 20, 1211 Genève 4 T 022 379 05 03
Section des sciences pharmaceutiques :	Prof. Gerrit BORCHARD Rue Michel-Servet 1, 1211 Genève 4 T 022 379 69 45
Section des sciences de la Terre et de l'environnement :	Prof. Sébastien CASTELLTORT Rue des Maraichers 13, 1205 Genève T 022 379 66 16
Département d'astronomie :	Prof. Francesco PEPE Chemin Pegasi 51, 1290 Versoix T 022 379 23 96
Département d'informatique :	Prof. Bastien CHOPARD Route de Drize 7, 1227 Carouge T 022 379 0219

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

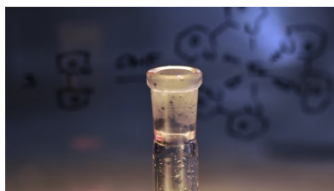
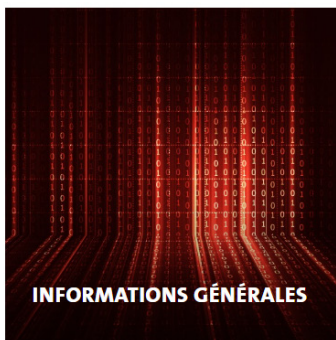
Le Dr Xavier CHILLIER reçoit toute l'année sur rendez-vous (inscription sur sa porte) dans le bureau 0001 au rez-de-chaussée du bâtiment Sciences III. En outre, durant les périodes de cours, une permanence (sans rendez-vous) est mise sur pied le lundi entre 17-18h et mardi de 10-12h.

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 « Etudiant-es / Doctorant-es » à l'adresse www.unige.ch/sciences/fr/espace-etudiant/.

Etudiant-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)**

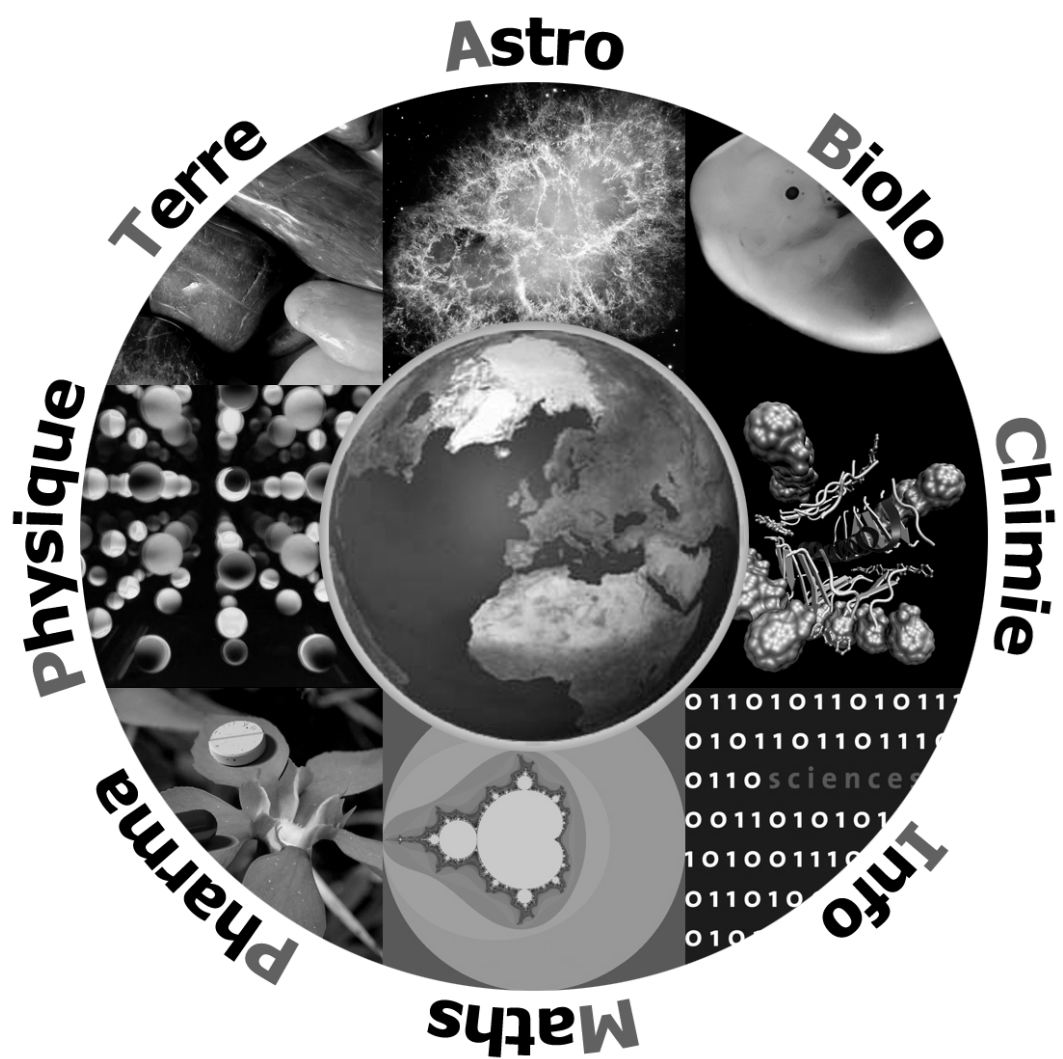
enseignement + recherche

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)**

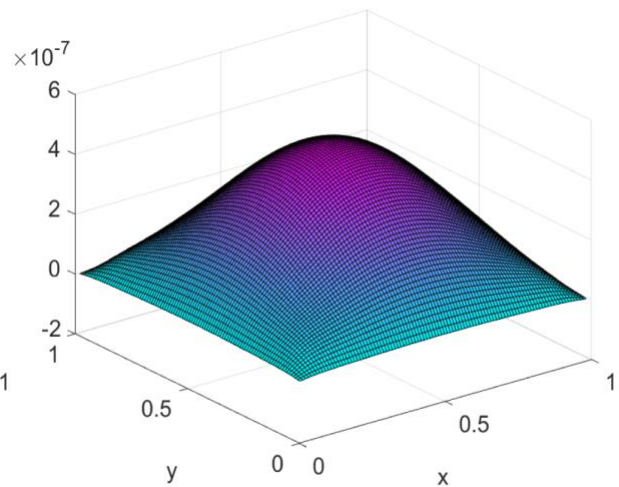
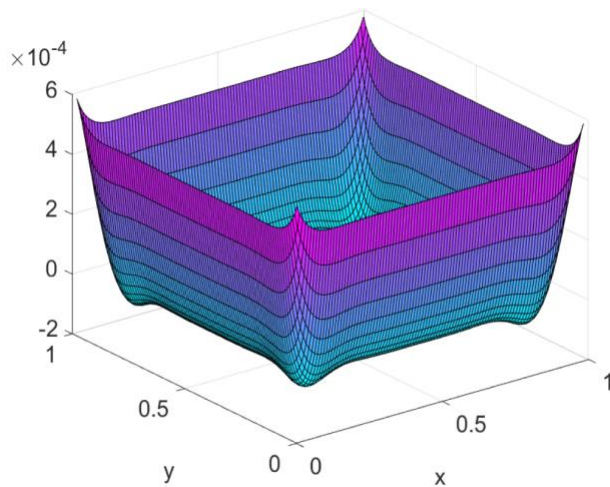
enseignement + dans certains cas recherche

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



SECTION DE MATHÉMATIQUES



2 0 2 3 - 2 0 2 4



**UNIVERSITÉ
DE GENÈVE**

TABLE DES MATIÈRES

INFORMATIONS GÉNÉRALES

- ♦ INFORMATIONS GÉNÉRALES
- ♦ ORGANIGRAMME DE LA SECTION DE MATHÉMATIQUES
- ♦ TABLEAU DES CURSUS
- ♦ CALENDRIER UNIVERSITAIRE
- ♦ BÂTIMENTS UNIVERSITAIRES

RÉSUMÉ DES COURS

COURS DONNÉS PAR LES ENSEIGNANTS DE LA SECTION

BACCALAURÉAT 1^{ère} ANNÉE

- | | |
|---|-------|
| ♦ ALGÈBRE I | 15/16 |
| ♦ ANALYSE I | 17/18 |
| ♦ GÉOMÉTRIE I | 19 |
| ♦ INTRODUCTION A LA LOGIQUE ET À LA THÉORIE DES ENSEMBLES | 20 |
| ♦ LABORATOIRE DE PROGRAMMATION MATHÉMATIQUE | 21 |
| ♦ MATHÉMATIQUES DISCRÈTES | 22 |

BACCALAURÉAT 2^{ème} ANNÉE

- | | |
|---------------------------------|-------|
| ♦ ALGÈBRE II | 25 |
| ♦ ANALYSE II (ANALYSE COMPLEXE) | 26/27 |
| ♦ ANALYSE II (ANALYSE RÉELLE) | 28/29 |
| ♦ ANALYSE NUMÉRIQUE | 30 |
| ♦ MESURE ET INTÉGRATION | 31 |
| ♦ TOPOLOGIE GÉNÉRALE | 32 |

BACCALAURÉAT 3^{ème} ANNÉE ET MAÎTRISE 1^{ère} et 2^{ème} ANNÉES

- | | |
|---|----|
| ♦ ANALYSE FONCTIONNELLE | 35 |
| ♦ BASIC ALGEBRA AND ALGEBRAIC GEOMETRY | 36 |
| ♦ CALCUL SCIENTIFIQUE POUR L'ÉLECTROMAGNÉTISME | 37 |
| ♦ CHAPITRES CHOISIS D'ANALYSE COMPLEXE | 38 |
| ♦ CHAPITRES CHOISIS DE GÉOMÉTRIE | 39 |
| ♦ CHAPITRES CHOISIS DE THÉORIE DES PROBABILITÉS B | 40 |
| ♦ GÉOMÉTRIE DIFFÉRENTIELLE | 41 |
| ♦ GÉOMÉTRIE HYPERBOLIQUE COMPLEXE | 42 |
| ♦ INTRODUCTION AU MOUVEMENT BROWNIEN | 43 |
| ♦ INTRODUCTION TO ALGEBRAIC D-MODULES | 44 |
| ♦ INTRODUCTION TO REPRESENTATION THEORY | 45 |
| ♦ INVARIANTS QUANTIQUES DE NŒUDS | 46 |
| ♦ L'INFORMATIQUE AU SERVICE DES MATHS ET DE SON ENSEIGNEMENT | 47 |
| ♦ LIE ALGEBRAS AND THEIR REPRESENTATIONS | 48 |
| ♦ LOW-RANK MODELS IN SCIENTIFIC SIMULATION AND MACHINE LEARNING | 49 |
| ♦ MARCHES ALÉATOIRES SUR DES GROUPES ET DES GRAPHS | 50 |
| ♦ MÉCANIQUE CLASSIQUE POUR MATHÉMATICIENS | 51 |
| ♦ MÉCANIQUE QUANTIQUE POUR MATHÉMATICIENS | 52 |
| ♦ MÉTHODES ÉLÉMENTAIRES | 53 |

♦ MÉTHODES NUMÉRIQUES POUR LES ÉQUATIONS DIFFÉRENTIELLES STOCHASTIQUES	54
♦ PROBABILITES ET STATISTIQUE	55/56
♦ RANDOM OPERATORS AND THE ANDERSON MODEL	57
♦ STATISTICAL MACHINE LEARNING	58
♦ SYSTÈMES DYNAMIQUES ET RÉSEAUX NEURONAUX ARTIFICIELS	59
♦ TOPICS IN ALGEBRAIC COMBINATORICS	60
♦ TOPOLOGIE ALGÈBRIQUE	61
<u>SÉMINAIRES</u>	64/65
<u>COURS DONNÉS À D'AUTRES SECTIONS</u>	
♦ BIOSTATISTIQUES I	68/69
♦ MATHÉMATIQUES GÉNÉRALES	70
♦ MATHÉMATIQUES GÉNÉRALES - Analyse	71
♦ MATHÉMATIQUES GÉNÉRALES - Statistiques	72
♦ MATHÉMATIQUES POUR INFORMATIENS	73
♦ MATHÉMATIQUES POUR LES SCIENCES COMPUTATIONNELLES	74
♦ PROBABILITÉS ET STATISTIQUE - pour informaticiens	75
♦ STATISTIQUES ET MÉTHODOLOGIE PHARMACEUTIQUE	76
<u>COURS DONNÉS PAR DES ENSEIGNANTS D'AUTRES SECTIONS</u>	
♦ ALGORITHMIQUE	79
♦ BASES DE DONNÉES	80
♦ COMPLEXITÉ ET CALCULABILITÉ	81
♦ CONCEPTS ET LANGAGES ORIENTÉS OBJETS	82
♦ CRYPTOGRAPHIE ET SÉCURITÉ ⁸³	
♦ INTRODUCTION A LA PROGRAMMATION DES ALGORITHMES	84
♦ INTRODUCTION À L'INFORMATIQUE	85
♦ LANGAGES FORMELS	86
♦ LOGICIELS ET RÉSEAUX INFORMATIQUES	87
♦ OUTILS FORMELS DE MODÉLISATION	88
♦ PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DES ORDINATEURS	89
♦ PROGRAMMATION DES SYSTÈMES	90
♦ SÉMANTIQUE DES LANGAGES INFORMATIQUES	91
♦ STRUCTURE DE DONNÉES	92
♦ SYSTÈMES D'EXPLOITATION	93
<u>SÉMINAIRES AVANCÉS</u>	94
<u>COURS À OPTION pour les candidats à la Maîtrise universitaire en mathématiques</u>	95
<u>COURS AVANCÉS pour les candidats au Baccalauréat universitaire et à la Maîtrise universitaire en mathématiques</u>	96
<u>COURS A CHOIX pour les candidats au Baccalauréat universitaire et à la Maîtrise universitaire en mathématiques, informatique et sciences numériques</u>	97/98
<u>ENSEIGNEMENT POSTGRADE EN MATHÉMATIQUES</u>	99
NOTES	100

INFORMATIONS GÉNÉRALES



**UNIVERSITÉ
DE GENÈVE**

Informations générales

Section de mathématiques
Rue du Conseil Général 7-9
Case postale 64
CH – 1211 Genève 4
Tél. : ++ 41 22 379 11 50
Site internet : <http://www.unige.ch/math/fr/>

Président

Andras Szenes
7^{ème} étage, Bureau 7-15
Andras.Szenes@unige.ch

Vice-président

Marcos Marino
4^{ème} étage, bureau 4-17
Marcos.Marino@unige.ch

Conseiller aux études du bachelor en mathématiques

David Cimasoni
4^{ème} étage, bureau 4-11
www.unige.ch/math/folks/cimasoni/conseil-etu-math@unige.ch

Equivalences

Michelle Bucher-Karlsson
3^{ème} étage, bureau 3-09
Michelle.Bucher-Karlsson@unige.ch

Comité du Coursus Mathématiques-informatique www.unige.ch/mathinfo

Contact : conseil-etu-mathinfo@unige.ch
Pierre Leone (informatique)
Gilles Vilmar (mathématiques)

Programme ERASMUS (programme de mobilité) **Conseiller aux études du master en mathématiques**

Bart Vandereycken
5^{ème} étage, bureau 5-17
Bart.Vandereycken@unige.ch

Secrétariat

Joselle Besson
Victoria Ana Delarue
Charlotte Guarino
Stephanie Messerli

[**secretariat-math@unige.ch**](mailto:secretariat-math@unige.ch)

RdC, bureau 0-03
RdC, bureau 0-03
RdC, bureau 0-03
RdC, bureau 0-03

Bibliothèque

Tél. : ++41 22 379 11 56
Horaires d'ouverture : lundi – vendredi de 9h à 17h

[**biblio-arve-math@unige.ch**](mailto:biblio-arve-math@unige.ch),

Les pages qui suivent présentent les cours de mathématiques. Le programme des cours est accessible sur la page Web de l'Université de Genève.

<http://wwwi.unige.ch/cursus/programme-des-cours/web/home?year=2020>

Les grilles horaires sont disponibles au secrétariat ainsi que sur le site internet de la Section.

<http://www.unige.ch/math/formations/grilles-horaires>

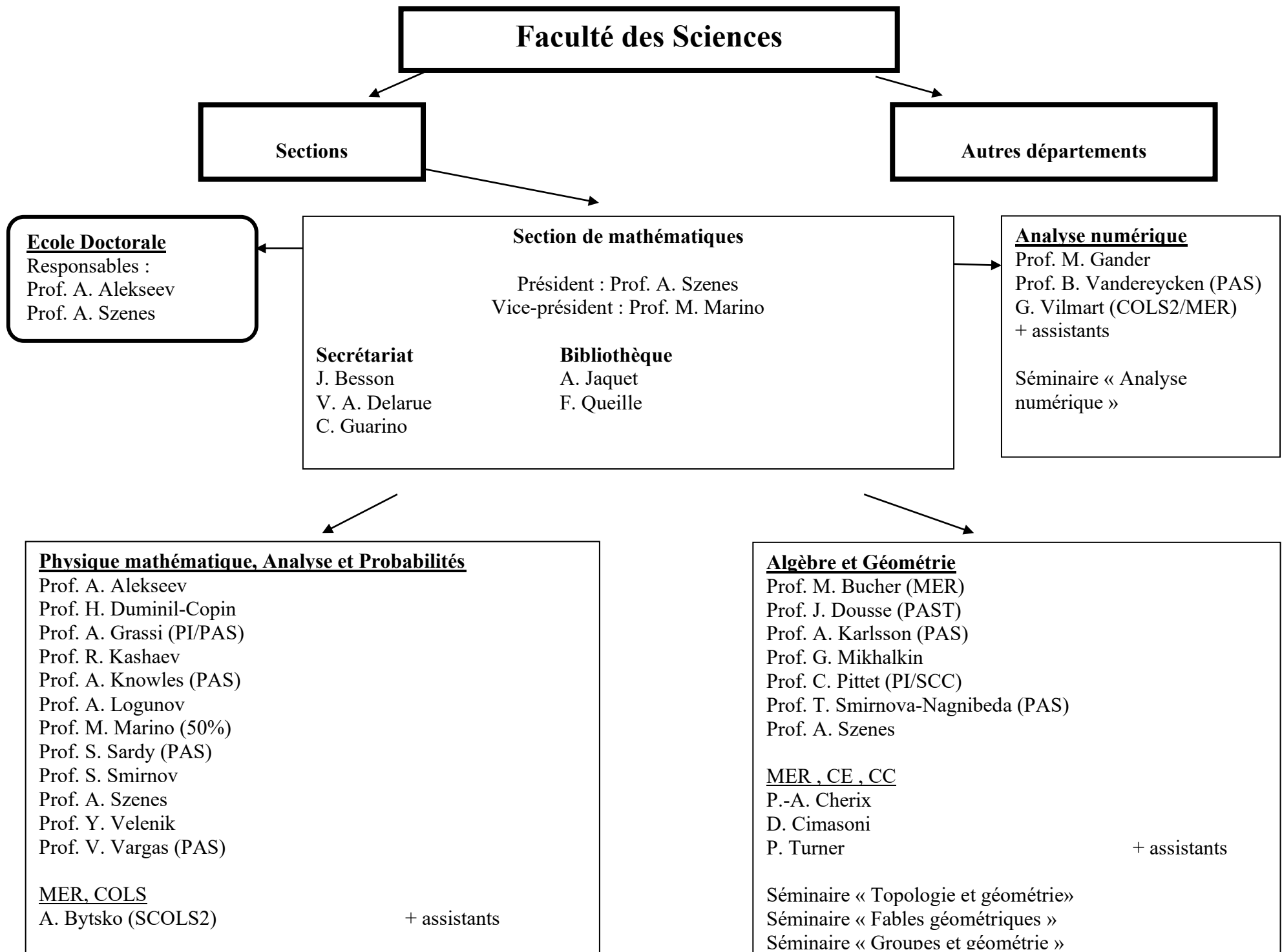
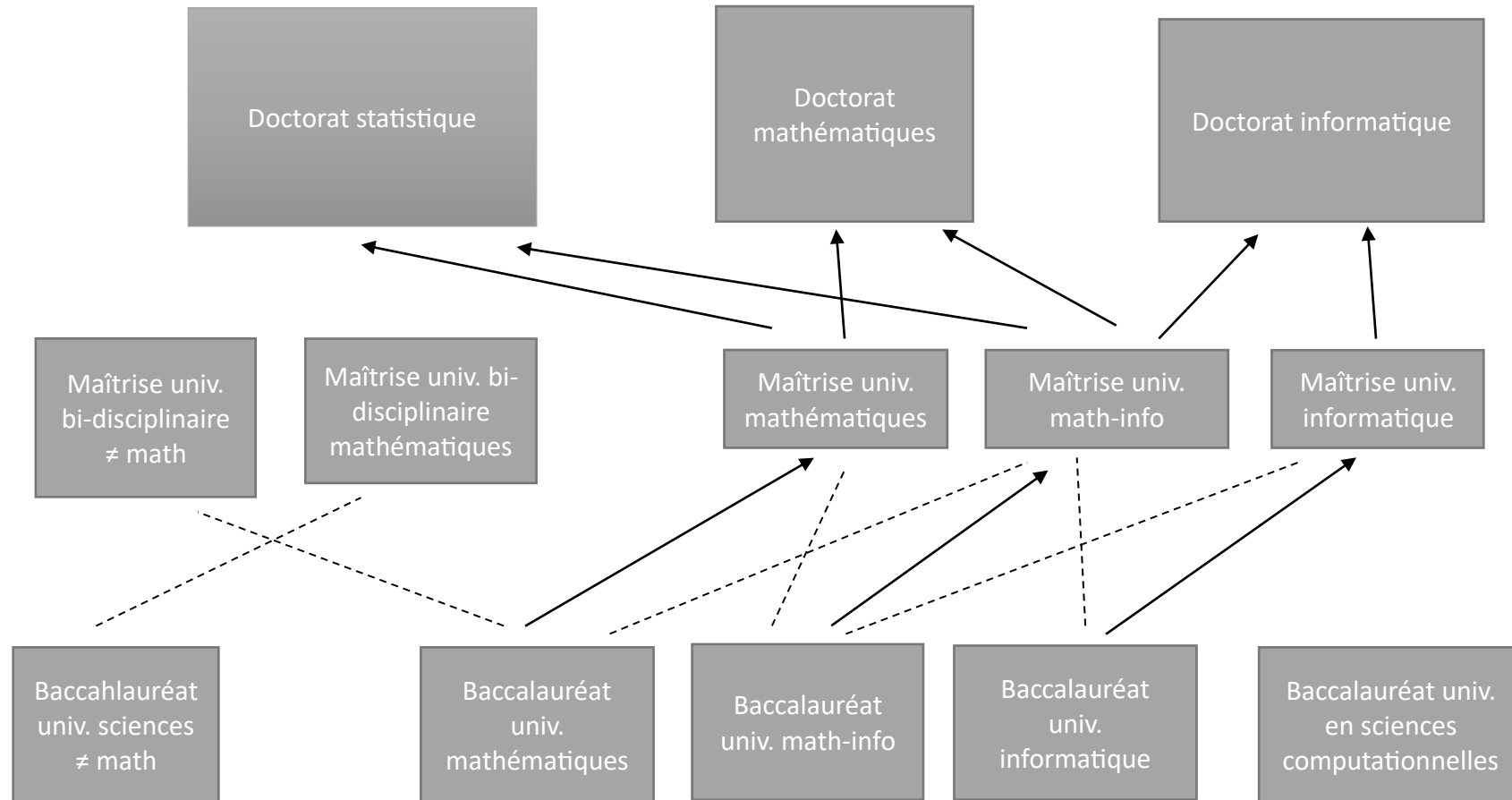
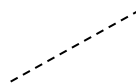


TABLEAU DES CURSUS



accès direct



accès moyennant pré-requis

CALENDRIER UNIVERSITAIRE 2023 – 2024

SEMESTRE D'AUTOMNE 2023		14 semaines de cours	
Début des examens	Lundi	28 août 2023	
Fin des examens	Vendredi	8 septembre 2023	2 semaines
Début des cours	Lundi	18 septembre 2023	
Fin des cours	Vendredi	22 décembre 2023	14 semaines
Noël			
Début des examens	Lundi	22 janvier 2024	
Fin des examens	Vendredi	9 février 2024	3 semaines
SEMESTRE DE PRINTEMPS 2024		14 semaines de cours	
Début des cours	Lundi	19 février 2024	
Fin des cours	Jeudi	28 mars 2024	6 semaines
Pâques		31 mars 2024	
Reprise des cours	Lundi	8 avril 2024	
Fin des cours	Vendredi	31 mai 2024	8 semaines
Début des examens	Lundi	10 juin 2024	
Fin des examens	Vendredi	28 juin 2024	3 semaines

Les facultés peuvent anticiper les sessions d'examen en fonction de leur besoin.

DIES ACADEMICUS : Vendredi 13 octobre 2023

ABREVIATIONS DES BATIMENTS UNIVERSITAIRES

BASTIONSUNI-Bastions

3, place de l'Université

DUF :

UNI-DUFOUR
24, rue Général-Dufour

EPA :

Ecole de physique
24, quai E. Ansermet

MAIL :

UNI-MAIL
100, boulevard Carl-Vogt

PAV ANS. :

Pavillon Ansermet
24, quai Ernest Ansermet

PONT D'ARVE

PONT D'ARVE
28, Pont d'Arve

SC I

Sciences I,
16, Boulevard d'Yvoy

SC II :

Bâtiment des sciences II
30, quai E. Ansermet

SC III :

Bâtiment des sciences III
32, boulevard d'Yvoy

SM :

Section de mathématiques
7-9, rue du Conseil Général

RÉSUMÉ DES COURS



**UNIVERSITÉ
DE GENÈVE**

COURS DONNÉS
PAR LES ENSEIGNANTS DE LA SECTION
DE MATHÉMATIQUES

BACCALAURÉAT 1^{ère} 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 (corps quotients et 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

Y. VELENIK, po

Semestre d'automne

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

Objectifs

Ce cours constitue une introduction mathématiquement rigoureuse à l'analyse, basée sur une approche axiomatique des nombres réels. Nous étudierons les notions de suites numériques et de fonctions continues, puis le calcul différentiel et intégral pour les fonctions d'une variable réelle et terminerons par une introduction à la topologie de la droite réelle.

Contenu

1. Brève introduction à la logique et à la théorie des ensembles.
2. Axiomatique des nombres réels.
3. Suites numériques.
4. Fonctions continues.
5. Calcul différentiel.
6. Calcul intégral.
7. Fonctions élémentaires : logarithme, exponentielle, fonctions trigonométriques et hyperboliques.
8. Topologie de la droite réelle.

Nombre de crédits ECTS : 9

Pré-requis : néant

Mode d'évaluation : examen écrit

Sessions d'examen : février - septembre

N. ORANTIN, smer

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. Equations 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^{er} 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

N. ORANTIN, smer

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. Régression et application à la modélisation d'une épidémie.
4. Résolution d'équations non linéaires, dérivation, graphes, séries de Taylor.
5. Intégration, équations différentielles.
6. Mathématiques énumératives.

Nombre de crédits ECTS : 2

Pré-requis : néant

Mode d'évaluation : contrôle continu (travaux écrits à rendre)

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^{ème} 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. Groupes.
2. Anneaux et modules.
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 : 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^{er} 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

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

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 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^{ème} ANNÉE
MAÎTRISE 1^{ère} ANNÉE
MAÎTRISE 2^{ème} ANNÉE

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

Introduction to basic language and techniques of Algebraic Geometry.

Contenu

Bringing together the language and basic notions of algebra (fields, rings, modules et al.) and the language and basic notions of geometry (points, curves, functions, varieties, bundles et al.); algebraic geometry in the projective space: Zariski topology, quasiprojective varieties, dimension, local studies, divisors, differential forms.

Références

- I.R. Shafarevitch. Discourses on Algebra. Springer, 2003.
- I.R. Shafarevitch. Basic Algebraic Geometry 1: Varieties in projective space. Springer, 2013.

Nombre de crédits ECTS : 6

Pré-requis : Analyse II - complexe, Algèbre II, Topologie générale, Topologie algébrique

Mode d'évaluation : examen oral

Sessions d'examen : juin - septembre

M. GANDER, po

Semestre de printemps

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

Objectifs

Il s'agit de donner une introduction aux équations fascinantes de Maxwell pour la simulation numérique des problèmes d'électromagnétisme. On découvrira des méthodes numériques d'approximation de type différence finis et éléments finis, et aussi des méthodes intégrales.

Contenu

1. Introduction historique et modélisation physique des phénomènes électromagnétiques, équations de Helmholtz et de Maxwell.
2. Discrétisation des équations de Helmholtz et de Maxwell par des différences finis et éléments finis. Schéma de différences finis de Yee, éléments finis de Nédélec.
3. Méthodes intégrales pour les équations de Helmholtz et Maxwell.

Nombre de crédits ECTS : 6

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

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

Sessions d'examen : juin - septembre

S. SMIRNOV, po

Semestre d'automne

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

Objectifs

Notre but est de donner une introduction à plusieurs domaines de l'analyse complexe.

Contenu

1. Fonctions harmoniques et la mesure harmonique.
2. La distorsion des applications conformes.
3. Les applications quasi-conformes.
4. La dynamique complexe des polynômes et les ensembles de Julia.

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

Nombre de crédits ECTS : 6

Pré-requis : Analyse II – complexe

Mode d'évaluation : examen oral

Sessions d'examen : février - septembre

D. CIMASONI, mer

Semestre d'automne

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

Objectifs

Comme son nom l'indique, le but de ce cours est de donner un aperçu de divers sujets de géométrie, choisis pour leur beauté et leur nature élémentaire (ce qui ne veut pas dire qu'ils sont faciles).

Contenu

1. Caractéristique d'Euler
2. Polytopes
3. Inégalité isopérimétrique
4. Empilements de cercles

Nombre de crédits ECTS : 6

Pré-requis : deux premières années du bachelor

Mode d'évaluation : examen oral

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 de ce cours est de présenter divers sujets de théorie des probabilités, en privilégiant autant que possible la simplicité de l'exposition à la généralité. Les différents thèmes abordés sont courts (généralement couverts en 1 à 2 semaines) et indépendants. Ils offrent ainsi un petit aperçu de la diversité des problèmes abordés aujourd'hui par la théorie des probabilités. De plus, leur analyse sera l'occasion d'introduire les étudiants à une palette d'outils très variés. Ce cours est entièrement indépendant du cours *Chapitres Choisis de Théorie des Probabilités A* donné durant l'année 2022-2023.

Contenu

La liste des sujets abordés dans ce cours n'a pas encore été fixée et sera communiquée ultérieurement. Voici une liste provisoire et incomplète de sujets envisagés :

- Approximation de Poisson (méthode de Chen-Stein)
- Transition de phase dans le graphe aléatoire d'Erdős-Rényi
- Réduction de la dimensionnalité : lemme de Johnson-Lindenstrauss
- Concentration de la mesure (inégalité de Talagrand)
- Permutations aléatoires
- Files d'attente
- Approche spectrale pour la relaxation vers l'équilibre des chaînes de Markov réversibles
- Simulation parfaite de chaînes de Markov (algorithme de couplage depuis le passé)
- Algorithmes de comptage approximatif par chaînes de Markov
- Algorithme de recuit simulé

Les chapitres nécessitant une connaissance des chaînes de Markov seront abordés une fois ce thème couvert dans le cours parallèle de théorie des probabilités de 3e année. De cette façon, ce cours devrait être également accessible aux étudiants de 3e année.

Un polycopié détaillé sera rédigé. Il sera disponible sur la page de l'enseignant (et sur moodle) avant le début du semestre de printemps 2024. (Attention: le polycopié actuellement disponible sur la page de l'enseignant est celui de *Chapitres Choisis de Théorie des Probabilités A*.)

Nombre de crédits ECTS : 6

Pré-requis : 1^{er} semestre du cours de théorie des probabilités

Mode d'évaluation : examen oral

Sessions d'examen : juin - septembre

G. MIKHALKIN, po

Semestre de printemps

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

Objectifs

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

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

Étudier les propriétés géométriques des espaces hyperboliques complexes.

Contenu

La géométrie hyperbolique (réelle) a été introduite par Bolyai, Gauss et Lobachevski dans la première moitié du 19ème siècle comme exemple d'une géométrie contredisant l'axiome de parallélisme d'Euclide. Dès lors, elle admet de nombreuses généralisations (espaces symétriques ou plus généralement espaces de courbure négative). Dans ce cours, nous nous concentrerons sur une généralisation naturelle: la géométrie hyperbolique complexe. Nous commencerons par les bases de la géométrie hyperbolique réelle et verrons comment différents objets géométriques associés (géodésiques, volumes, isométries, invariants numériques) se transforment et donnent lieu à une géométrie plus riche dans le cas complexe.

Nombre de crédits ECTS : 6

Pré-requis : Algèbre II, Analyse II réelle et complexe, Géométrie I, Topologie générale

Co-requis : Géométrie et topologie

Mode d'évaluation : examen oral

Sessions d'examen : février - septembre

A. KNOWLES, 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 au mouvement brownien, aux martingales en temps continu et au calcul stochastique.

Contenu

1. Mouvement brownien: définition, construction, propriété de Markov, lien avec fonctions harmoniques.
2. Martingales en temps continu.
3. Calcul stochastique, formule de Itô, équations différentielles stochastiques.

Nombre de crédits ECTS : 6

Pré-requis : Probabilités et statistique (automne et printemps)

Mode d'évaluation : examen oral

Sessions d'examen : février - septembre

A. BRAVERMAN, pi

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 will give an introduction into the theory of algebraic D-modules.

Contenu

The course will begin with an elementary "analytic" question asked by I. M. Gelfand in the 50's: Do certain integrals depending on a parameter have a meromorphic continuation with respect to that parameter? We shall then explain J. Bernstein's purely algebraic approach to this question — it is based on some deep properties of the algebra D of linear differential operators in several variables with polynomial coefficients and modules over it. We shall introduce the important concept of holonomic D -module and use it to resolve Gelfand's question.

We will then continue the study modules over this algebra, emphasizing the connection between D -modules and systems of linear differential equations with polynomial coefficients.

In the 2nd half of the course, we will generalize the above discussion to the case when D is replaced by the sheaf of differential operators on a smooth complex algebraic variety. We will study concepts such as inverse and direct images of D -modules. This will require working with derived categories — we will devote several lectures to the definition and basic properties of this notion.

Nombre de crédits ECTS : 6

Pré-requis : Basic Algebra and Algebraic Geometry

Mode d'évaluation : examen écrit

Sessions d'examen : février - septembre

A. SZENES, 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

The course serves as an introduction to the theory of group representations and its applications. Representation theory was born at the end of the XIXth century, and quickly became the fundamental tool in studying the structure of symmetries in mathematics and in the sciences in general.

Contenu

1. Characters and the representation theory of finite groups.
2. Real and complex representations.
3. Representations of the permutation group.
4. Examples of matrix group representations.

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

Nombre de crédits ECTS : 6

Pré-requis : Algèbre 1^{ère} année (linear algebra, groups and rings)

Mode d'évaluation : examen écrit

Sessions d'examen : juin - septembre

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 construction des invariants de noeuds à la base de la combinatoire des diagrammes de noeuds et réalisations algébriques des mouvements de Reidemeister.

Contenu

Diagrammes de noeuds, mouvements de Reidemeister, groupes et modules associés aux diagrammes, modèles à spins, polynôme de Jones, R-matrices rigides, diagrammes normaux de noeuds longs, Δ -complexes, triangulations idéales, noeuds hyperboliques.

Nombre de crédits ECTS : 6

Pré-requis : Algèbre I, Algèbre II

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

Objectifs

Le théorème des quatre couleurs est certainement le premier résultat mathématique dans lequel l'informatique occupe une place incontournable. De nos jours, tout un chacun dispose d'outils de calculs numériques ou formels très importants. Ces outils modifient notre manière d'appréhender et de faire des mathématiques.

De manière générale, l'informatique change de manière importante notre société et donc l'école. Le but de cours est d'essayer de voir par des exemples comment les outils informatiques peuvent être utilisés pour faire de la prospective et développer une intuition face à une question mathématique. Ainsi que de voir quels avantages et quels risques sont liés à l'utilisation de l'ordinateur dans un enseignement de mathématiques.

Contenu

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

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

- Geogebra
- Tex, Latex, TexnicCenter, Sumatra
- la suite Libre Office
- Scilab/ Octave
- Python

Nombre de crédits ECTS : 6

Pré-requis : les cours de 1^{ère} et 2^{ème} années de bachelor en maths sont un atout (mais pas indispensable)

Mode d'évaluation : examen oral

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

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

Contenu

Definition, examples. Subalgebras, ideals, center. Relation between Lie groups and Lie algebras. Simple and semisimple Lie algebras. Ado-Iwasawa theorem. Representations, the adjoint representation. Modules, irreducible representations. Schur's lemma. Semisimple modules, Weyl's theorem. Highest weight representations, tensor products of representations, characters.

Nombre de crédits ECTS : 6

Pré-requis : Algèbre linéaire

Mode d'évaluation : examen écrit

Sessions d'examen : février - septembre

LOW-RANK MODELS IN SCIENTIFIC SIMULATION AND MACHINE LEARNING

14M235

(cours en anglais)

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

Objectifs

Low-rank approximations are a popular technique to reduce the dimension of large datasets in machine learning and solutions to high-dimensional problems in scientific computing. The course aims at covering the following topics.

Contenu

1. Fundamentals : the best approximation problem, SVD, recap of linear algebra.
2. Large-scale computation of low-rank approximations: randomized methods, completion.
3. Application in Machine Learning : principal component analysis (PCA), kernel PCA.
4. Introduction to low-rank tensor formats: CP, matrix product states.
5. Computational methods for low-rank tensors: optimization, DMRG, preconditioning.
6. Application in Scientific Computing : ground states of spin systems, high-dimensional linear problems.

Nombre de crédits ECTS : 6

Pré-requis : linear algebra, multivariate calculus, some programming experience (Python, R, Matlab)

Mode d'évaluation : examen oral + homework throughout the semester

Sessions d'examen : juin - septembre

MARCHES ALÉATOIRES SUR DES GROUPES ET DES GRAPHS

14M340

T. SMIRNOVA-NAGNIBEDA, pas

Semestre de printemps

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

Objectifs

Dans ce cours, nous aborderons des bases de la théorie des marches aléatoires sur des groupes et nous verrons comment le comportement des marches aléatoires est lié aux propriétés géométriques des groupes. Un accent sera mis sur la propriété de moyennabilité qui intervient dans des problèmes mathématiques très divers, par exemple dans le paradoxe de Banach-Tarski.

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

Nombre de crédits ECTS : 6

Pré-requis : néant

Mode d'évaluation : examen oral

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, 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

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. Equation de Hamiton-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

A. ALEXEEV, po

V. MONTESSUIT, assistant

G. VEPREV, auxiliaire de recherche et d'enseignement

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

MÉTHODES NUMÉRIQUES POUR LES ÉQUATIONS DIFFÉRENTIELLES STOCHASTIQUES

14M243

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

Contenu

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

Nombre de crédits ECTS : 5/6 bachelor math

Pré-requis : Analyse numérique

Mode d'évaluation : examen oral

Sessions d'examen : février - septembre

A. KNOWLES, 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 des concepts de base de la théorie des probabilités: espaces de probabilité, évènements, mesures de probabilité, indépendance, variables aléatoires, lois des grands nombres, convergence de séries aléatoires, convergence faible, fonctions caractéristiques, le théorème central limite, conditionnement.

Contenu

1. Rappel de la théorie de la mesure: espaces de probabilité, variables aléatoires, espérance, indépendance.
2. La loi des grands nombres: construction de variables indépendantes, les lemmes de Borel-Cantelli, convergence de séries aléatoires, les lois faible et forte des grands nombres.
3. Le théorème central limite : convergence faible, fonctions caractéristiques, le théorème central limite.

Nombre de crédits ECTS : 6

Pré-requis : Analyse II réelle, Analyse II complexe, Mesure et intégration, Topologie générale

Mode d'évaluation : examen écrit

Sessions d'examen : février - septembre

A. KNOWLES, 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

Introduction aux chaînes de Markov, aux martingales ainsi qu'à la statistique.

Contenu

1. Conditionnement.
2. Chaînes de Markov : probabilités de transition, la propriété de Markov, marches aléatoires, récurrence et transience, mesures invariantes.
3. Martingales : théorème d'arrêt, convergence.
4. Introduction à la statistique : estimateurs, intervalles de confiance, tests d'hypothèse.

Nombre de crédits ECTS : 6

Pré-requis : Analyse II réelle, Analyse II complexe, Mesure et intégration, Topologie générale, Probabilités et statistique (semestre d'automne), Analyse fonctionnelle

Mode d'évaluation : examen écrit

Sessions d'examen : juin - septembre

(cours en anglais)

H. DUMINIL-COPIN, po

T. GUNARATNAM, maître assistant

Semestre de printemps

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

Objectifs

In 1958 the future nobel-prize winning physicist Philip W. Anderson argued that electrons moving in a crystal with random impurities tend to localise, as opposed to the usual conduction observed in pure crystals. 60 years later and this groundbreaking idea is still at the bleeding edge of semiconductor and ultra-cold matter physics. Mathematically, the so-called Anderson localisation phenomenon is concerned with spectral properties of random Schrodinger operators. In this course, we will explore how probability theory has shed light on some of the mysteries in this area, and we aim to convey to the audience that there are a rich range of beautiful open problems that remain. We will closely follow certain chapters from Random Operators: Disorder Effects on Quantum Spectra by Aizenman and Warzel.

Contenu

1. Ergodic operators and almost sure spectra.
2. The fractional moment method and localisation at extreme energies/large disorder.
3. The resonant delocalisation method for the Anderson model on a tree.

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

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

Nombre de crédits ECTS : 6

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

Mode d'évaluation : examen oral

Sessions d'examen : février - septembre

SYSTÈMES DYNAMIQUES ET RÉSEAUX NEURONAUX ARTIFICIELS

14M290

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

Le but de ce cours est de donner une introduction à la théorie des systèmes dynamiques et les aspects liés au deep learning.

Contenu

1. Notions de base
2. Récurrence
3. Théorèmes ergodiques
4. Dynamique métrique
5. Réseaux neuronaux

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

Nombre de crédits ECTS : 6

Pré-requis : cursus de 2ème année en maths

Mode d'évaluation : examen oral

Sessions d'examen : février - septembre

J. DOUSSE, past

Semestre de printemps

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

Objectifs

Algebraic combinatorics is the field that uses algebraic techniques (mostly linear algebra and group theory) to study combinatorial problems, or combinatorial techniques (generating functions, counting techniques) to study algebraic problems. In this course, we will cover several classical topics and learn useful techniques from both fields.

Contenu

1. Walks in graphs
2. Generating functions
3. Young tableaux
4. Representations of the symmetric group
5. Symmetric functions
6. Posets
7. Matroids (if time permits)

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

(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 leur 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

SÉMINAIRES

Les séminaires peuvent être validés de manière annuelle pour 12 ECTS ou semestrielle pour 6 ECTS

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>
13M780A/P	Mathématiques appliquées	M. Gander, S. Sardy, B. Vandereycken G. Vilmart
13M785A/P	Géométrie et physique	A. Alexeev, G. Mikhalkin, A. Szenes
13M782A/P	Analyse et probabilités	H. Duminil-Copin, A. Knowles, S. Smirnov, V. Vargas, Y. Velenik
13M786A/P	Groupes, Géométrie, Combinatoire	M. Bucher, P.-A. Cherix, A. Karlsson, T. Smirnova-Nagnibeda, C. Pittet
13M784A/P	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 18 septembre 2023.

Le nombre d'étudiants pour chaque séminaire étant limité, il est indispensable de vous inscrire dans un des séminaires sur cette même page Moodle, entre le 18 et le 21 septembre 2023.

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

SEMINARS

Fall and spring semester

	Cours	Exercices	TP	TOTAL
Number of hours per week	2	-	-	2
Number of hours per year	28	-	-	28

In the context of the new study plan, the section of mathematics proposes to its Master students 5 seminars, chosen by the students and corresponding to the following research groups:

<u>NUMBER</u>	<u>SEMINAR</u>	<u>TEACHER</u>
13M780A/P	Applied mathematics	M. Gander, S. Sardy, B. Vandereycken G. Vilmart
13M785A/P	Geometry and physics	A. Alexeev, G. Mikhalkin, A. Szenes
13M782A/P	Analysis and probability	H. Duminil-Copin, A. Knowles, A. Logunov, S. Smirnov, V. Vargas, Y. Velenik
13M786A/P	Groups, Geometry, Combinatorics	M. Bucher, P.-A. Cherix, A. Karlsson, T. Smirnova-Nagnibeda, C. Pittet
13M784A/P	Topology	D. Cimasoni, R. Kashaev, P. Turner

Each seminars lasts one semester, at 2h per week. Its precise organization will depend on the particular research group.

Detailed information (theme of the seminar, description of the content, organization, ...) will be published on the Moodle page <https://moodle.unige.ch/course/view.php?id=10945> on Monday 18 September 2023.

Since the number of students for each seminar is limited, it is important to enroll in your preferred seminars on the same Moodle page between 18 and 21 September 2023.

Number of ECTS credits : 6
Prerequisites : none
Evaluation : certificate
Sessions d'examen : --

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

E. S. POLONI, cc

Semestre de printemps

Cet enseignement est destiné aux étudiants de biologie et d'archéologie préhistorique « Module 1.1 Sciences de base ». Il doit être suivi avec le cours Biostatistiques I : (11M004) pour l'obtention des 4 crédits ECTS.

Objectifs

Permettre à l'étudiant-e d'acquérir un degré d'autonomie suffisant pour pouvoir, à la fois :

- S'orienter dans le choix de la littérature à consulter et les programmes statistiques à utiliser pour répondre à une question scientifique qu'elle/il pourra rencontrer dans le cadre de ses études ;
- Porter un regard critique sur l'actualité scientifique dans le domaine des sciences du vivant, à savoir être capable d'évaluer l'adéquation d'un plan expérimental pour répondre à une question scientifique donnée, la robustesse des résultats expérimentaux et la pertinence des conclusions qui en sont tirées.

Ceci implique :

- D'identifier des types de variables, leurs distributions de probabilité et les paramètres de ces distributions ;
- D'estimer des paramètres usuels (médiane, quartiles, probabilité, espérance, variance, covariance, corrélation) à partir de données expérimentales ;
- De conduire un test d'hypothèse simple avec des données expérimentales ;
- D'interpréter les résultats des estimations ou des tests dans le cadre d'un plan expérimental, et d'en tirer des conclusions.

Contenu

En coordination avec le cours de Biostatistiques I (11M004), les séances de Biostatistiques I: Applications proposent une application à la biologie, et plus généralement à tous les domaines liés aux sciences du vivant, des concepts-clé en probabilités et statistiques. Les deux heures hebdomadaires seront dédiées à contextualiser l'utilité et l'utilisation de ces concepts pour aborder des connaissances dans le domaine des sciences du vivant. Ceci s'effectuera à travers la résolution, par les étudiants-es, de problèmes présentés sous forme d'exercices sur des exemples tirés exclusivement du domaine des sciences du vivant. Des corrections interactives (entre enseignants-es et étudiants-es) seront proposées. Le recours à l'utilisation du logiciel R sera aussi inclus dans les séances. Le programme comprend :

1. EDA: visualisation et représentation des données, échantillonnage(s) en biologie et dans les sciences du vivant en général.
2. Probabilités: lois de probabilités dans la génétique des familles et des populations, et lois de probabilités associées aux caractères à variation continue.
3. Principes de l'inférence statistique de paramètres usuels dans les sciences du vivant, principe d'un test d'hypothèse et introduction aux tests usuels dans les sciences de la vie.

Nombre de crédits ECTS : 4 (en suivant le cours 11M004)

Pré-requis : néant

Mode d'évaluation : examen écrit, 2h en coordination avec Biostatistiques I (11M004)

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 (une variable) et équations différentielles
3. Algèbre linéaire
4. Calcul différentiel (plusieurs variables) et optimisation
5. Calcul intégral

Nombre de crédits ECTS : dépend des baccalauréats

Pré-requis : néant

Mode d'évaluation : examen écrit

Sessions d'examen : février - septembre

M. MARINO BEIRAS, po

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.

Références

- D. McQuarrie, Mathematical methods for scientists and engineers, University Science Books, 2003.

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

MATHÉMATIQUES POUR LES SCIENCES COMPUTATIONNELLES

11M080

(cours pour le Bachelor en sciences computationnelles)

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 21 septembre 2023**, les cours du lundi 18 septembre 2023 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

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^{ère} année de baccalauréat

Mode d'évaluation : examen oral

Sessions d'examen : février - septembre

STATISTIQUES ET MÉTHODOLOGIE PHARMACEUTIQUE 11M006

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.
- Evaluer 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

Pré-requis : néant

Mode d'évaluation : examen écrit

Sessions d'examen : février - septembre

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

B. CHOPARD, po
A. CASTEIGTS, 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 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

J. RALYTE, mer

Semestre de printemps

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

Objectifs

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

A. CASTEIGTS, po

Semestre de printemps

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

Objectifs

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

Contenu

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

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

Les sujets suivants seront abordés :

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

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

Préparation pour : Algorithmique.

Nombre de crédits ECTS : 6

Pré-requis : Langages formels

Mode d'évaluation : examen écrit

Session d'examen : juin - septembre

J.-L. FALCONE, mer

Semestre de printemps

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

Objectifs

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

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

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

Programmer en Java.

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

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

Contenu

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

Concepts théoriques : encapsulation, abstraction, polymorphismes, généricité.

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

Modélisation : analyse, diagrammes UML.

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

Documentation : Copie des slides PPT et ouvrages de référence.

Préparation pour : Génie logiciel.

Nombre de crédits ECTS : 4

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

Mode d'évaluation : examen oral et TP évalués

Session d'examen : juin - septembre

E. SOLANA, cc

Semestre d'automne

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

Objectifs

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

Sur le plan de la cryptographie, on aborde des questions qui se rapportent à des schémas de cryptage, à des générateurs pseudo 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. (4th Edition).** Douglas R. Stinson and Maura B. Paterson Chapman and Hall /CRC press 2019.
- **Cryptography and Network Security: Principles and Practice (8th Edition).** Williams Stallings. Pearson, 2020.

Nombre de crédits ECTS : 5

Pré-requis : connaissances de base en informatique théorique

Mode d'évaluation : examen écrit

Session d'examen : février - septembre

INTRODUCTION A LA PROGRAMMATION DES ALGORITHMES

11X001

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 pré-existantes,
 - 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 : 6

Pré-requis : néant

Mode d'évaluation : examen écrit

Session d'examen : février - septembre

J. LÄTT, pas

Semestre d'automne

	Cours	Exercices	TP	TOTAL
Nombre d'heures par semaine	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. Logique et architecture des ordinateurs.
4. Structure de données et algorithmique.
5. Systèmes d'exploitation et réseaux.

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

COURS DONNE AUX ETUDIANTS DE LA SECTION DE MATHEMATIQUES

Nombre de crédits ECTS : 7

Pré-requis : néant

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

Session d'examen : février - septembre

A. CASTEIGTS, 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 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^{er} 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 (8th Edition).** Williams Stallings. Pearson, 2020.
- **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^{er} 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 : 5

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	2		4
Nombre d'heures par semestre	28	28		56

Objectifs

A 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 oeuvre les concepts abordés au cours en pratiquant la programmation de bas niveau en langages C et assembleur.

Contenu

1. Architecture des systèmes informatiques : notion des bus, mémoires, plan d'adressage.
2. Systèmes d'interruptions : 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 oeuvre 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^{er} 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 oeuvre.

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

SÉMINAIRES AVANCÉS

<u>NUMERO</u>	<u>SEMINAIRE</u>	<u>ENSEIGNANT</u>	<u>CREDITS ECTS</u>
15M740	Analyse numérique	M. Gander, S. Sardy, B. Vandereycken G. Vilmart	12
15M746	Fables géométriques	G. Mikhalkin	12
15M747	Groupes et Géométrie	M. Bucher, P.-A. Chérrix, A. Karlsson, C. Pittet, T. Smirnova-Nagnibeda	12
15M710	Groupes de Lie et Espaces de modules	A. Alexeev, A. Szenes	12
15M745	Mathématique physique	H. Duminil-Copin, A. Knowles, S. Smirnov, V. Vargas, Y. Velenik,	12
15M735	Topologie et Géométrie	D. Cimasoni, R. Kashaev, P. Turner	12

COURS À OPTION

Pour les candidats

à la Maîtrise universitaire en mathématiques

En 2023/2024, les candidats à la Maîtrise choisissent, comme cours à option prévus aux plans d'études, un maximum de 18 crédits ECTS dans la liste de cours disponible sous :

La liste des cours à option se trouve sous : <https://www.unige.ch/math/formations/cours-option>

CE CHOIX DOIT ÊTRE AGRÉÉ PAR LES ENSEIGNANTS RESPONSABLES ET PAR LE CONSEILLER AUX ETUDES DU MASTER EN MATHÉMATIQUES AU DÉBUT DE L'ANNÉE.

COURS AVANCÉS
pour les candidats
au Baccalauréat universitaire 3^{ème} année,
à la Maîtrise universitaire en mathématiques
1^{ère} année et 2^{ème} année

<u>NUMERO</u>	<u>COURS</u>	<u>SEMESTRE</u>	<u>ENSEIGNANT</u>	<u>CREDITS</u> <u>ECTS</u>
13M021	Analyse fonctionnelle	Automne	V. Vargas	6
14M390	Basic algebra and algebraic geometry	Printemps	G. Mikhalkin	6
14M210	Calcul Scientifique pour l'Électromagnétisme	Printemps	M. Gander	6
14M153	Chapitres choisis d'analyse complexe	Automne	S. Smirnov	6
14M280	Chapitres choisis de géométrie	Automne	D. Cimasoni	6
14M380	Chapitres Choisis de Théorie des Probabilités B	Printemps	Y. Velenik	6
13M014	Géométrie différentielle	Printemps	G. Mikhalkin	6
14M147	Géométrie hyperbolique	Automne	M. Bucher	6
14M213	Introduction au mouvement brownien	Automne	A. Knowles	6
14M310	Introduction to Algebraic D-modules	Automne	A. Braverman	6
14M360	Introduction to representation theory	Printemps	A. Szenes	6
14M218	Invariants quantiques de noeuds	Printemps	R. Kashaev	6
14M177	L'informatique au service des maths et de son enseignement	Printemps	P.-A Cherix	
14M161	Lie Algebras and their representations	Automne	A Bytsko	6
14M235	Low-rank models in scientific simulation and machine learning	Printemps	B. Vandereycken	
14M340	Marches aléatoires sur des groupes et des graphes	Printemps	T. Smirnova-Nagnibeda	
13M070	Mécanique classique pour mathématicien-ne-s	Automne	A. Alexeev J. Sonner	6
13M071	Mécanique quantique pour Mathématicien-ne-s	Printemps	A . Grassi	6
14M080	Méthodes élémentaires	Automne	A. Alexeev	6
14M243	Méthodes numériques pour les équations différentielles stochastiques	Automne	G. Vilmart	6
13M016A	Probabilités et statistiques	Automne	A. Knowles	6
13M016P	Probabilités et statistiques	Printemps	A. Knowles	6
14M320	Random operators and the Anderson model	Printemps	H. Duminil-Copin	6
14M236	Statistical machine learning	Automne	S. Sardy	6
14M290	Systèmes dynamiques et réseaux neuronaux artificiels	Automne	A. Karlsson	6
14M330	Topics in algebraic combinatorics	Printemps	J. Dousse	
13M013	Topologie algébrique	Automne	G. Mikhalkin	6

COURS A CHOIX
pour les candidats
au Baccalauréat universitaire 3^{ème} année,
à la Maîtrise universitaire 1^{ère} année et 2^{ème} année en
mathématiques, informatique et sciences numériques

<u>NUMERO</u>	<u>COURS</u>	<u>SEMESTRE</u>	<u>ENSEIGNANT</u>	<u>CREDITS ECTS</u>
14X040	Advanced Security	Printemps	E. Solana	5/6
14X004	Algorithmes probabilistes	Printemps	B. Chopard	5/6
13M021	Analyse fonctionnelle	Automne	V. Vargas	5/6
14M390	Basic algebra and algebraic geometry	Printemps	G. Mikhalkin	5/6
14M210	Calcul Scientifique pour l'Électromagnétisme	Printemps	M. Gander	5/6
14M153	Chapitres choisis d'analyse complexe	Automne	S. Smirnov	5/6
14M280	Chapitres choisis de géométrie	Automne	D. Cimasoni	5/6
14M380	Chapitres Choisis de Théorie des Probabilités B	Printemps	Y. Velenik	5/6
14X007	Concurrence et répartition	Printemps	D. Buchs	5/6
14X026	Data Science	Automne	S. Marchand-Maillet & S. Voloshynskyy	5/6
14X050	Deep Learning	Automne	F. Fleuret	5/6
14X065	Digital Forensics	Automne	T. Holtyak	5/6
13M014	Géométrie différentielle	Printemps	G. Mikhalkin	5/6
14M147	Géométrie hyperbolique	Automne	M. Bucher	5/6
14X011	Information Retrieval	Printemps	S. Marchand-Maillet	5/6
14X021	Information Systems Security	Automne	E. Solana	5/6
D400002	Interaction Multimodale et Affective	Printemps	L. Moccozet	5/6
14X030	Introduction à la Finance Computationnelle	Printemps	A. Dupuis	5/6
14M213	Introduction au mouvement brownien	Automne	A. Knowles	5/6
14M310	Introduction to Algebraic D-modules	Automne	A. Braverman	5/6
14M360	Introduction to representation theory	Printemps	A. Szenes	5/6
14M218	Invariants quantiques de noeuds	Printemps	R. Kashaev	5/6
14M177	L'informatique au service des maths et de son enseignement	Printemps	P.-A. Cherix	5/6
14M161	Lie Algebras and their representations	Automne	A. Bytsko	5/6
14M235	Low-rank models in scientific simulation and machine learning	Printemps	B. Vandereycken	5/6
14M340	Marches aléatoires sur des groupes et des graphes	Printemps	T. Smirnova-Nagnibeda	5/6
13M070	Mécanique classique pour mathématicien-ne-s	Automne	A. Alexeev & J. Sonner	5/6

13M071	Mécanique quantique pour Mathématicien-ne-s	Printemps	A. Grassi	5/6
<i>14X013</i>	<i>Métaheuristiques pour l'optimisation</i>	<i>Automne</i>	<i>B. Chopard</i>	<i>5/6</i>
14M080	Méthodes élémentaires	Automne	A. Alexeev	5/6
<i>34C2046</i>	<i>Méthodes empiriques en traitement du langage</i>	<i>Printemps</i>	<i>T. Samardzi</i>	<i>5/6</i>
14M243	Méthodes numériques pour les équations différentielles stochastiques	Automne	G. Vilmart	5/6
<i>14X015</i>	<i>Modélisation et simulation de phénomènes naturels</i>	<i>Printemps</i>	<i>B. Chopard</i>	<i>5/6</i>
<i>14X014</i>	<i>Outils formels avancés</i>	<i>Printemps</i>	<i>D. Buchs</i>	<i>5/6</i>
13M016A	Probabilités et statistiques	Automne	A. Knowles	5/6
13M016P	Probabilités et statistiques	Printemps	A. Knowles	5/6
14M320	Random operators and the Anderson model	Printemps	H. Duminil-Copin	5/6
<i>14X016</i>	<i>Sécurité et confidentialité de multimédia</i>	<i>Printemps</i>	<i>S. Voloshynovskyy</i>	<i>5/6</i>
<i>14X060</i>	<i>Selected Chapters</i>	<i>Printemps</i>	<i>G. Chanel</i>	<i>5/6</i>
<i>D400004</i>	<i>Séminaire d'introduction à la recherche</i>	<i>Automne</i>	<i>G. Di Marzo</i>	<i>5/6</i>
<i>14X023</i>	<i>Software Modeling and Verification</i>	<i>Automne</i>	<i>D. Buchs</i>	<i>5/6</i>
14M236	Statistical machine learning	Automne	S. Sardy	5/6
14M290	Systèmes dynamiques et réseaux neuronaux artificiels	Automne	A. Karlsson	5/6
14M330	Topics in algebraic combinatorics	Printemps	J. Dousse	5/6
13M013	Topologie algébrique	Automne	G. Mikhalkin	5/6
<i>34C2161</i>	<i>Traitement de la langue approches linguistiques et approches empiriques</i>	<i>Automne</i>	<i>T. Samardzic</i>	<i>5/6</i>

En italique : cours d'informatique

Les étudiant-e-s sont priées de s'assurer que le cours choisi est donné et de se signaler à l'enseignant-e à la rentrée du semestre ou avant.

Selon le cursus, le nombre de crédits ECTS peut varier (5 bachelor / 6 master)

Le cours à choix peut aussi être choisi en dehors des Section de mathématiques et du Département d'informatique, choix à faire valider par le Comité du cursus, contact : conseil-etu-mathinfo@unige.ch

Pour plus de détails et suggestions de cours, consulter également la page : <https://www.unige.ch/mathinfo/courschoix>

ENSEIGNEMENT POSTGRADE **EN MATHÉMATIQUES**

PROGRAMME DOCTORAL **EN MATHÉMATIQUES** **ET** **EN STATISTIQUE ET PROBABILITÉS APPLIQUÉES**

Des informations plus précises sur les programmes doctoraux sont données
sur le site <https://www.cuso.ch/programmes-doctoraux/>

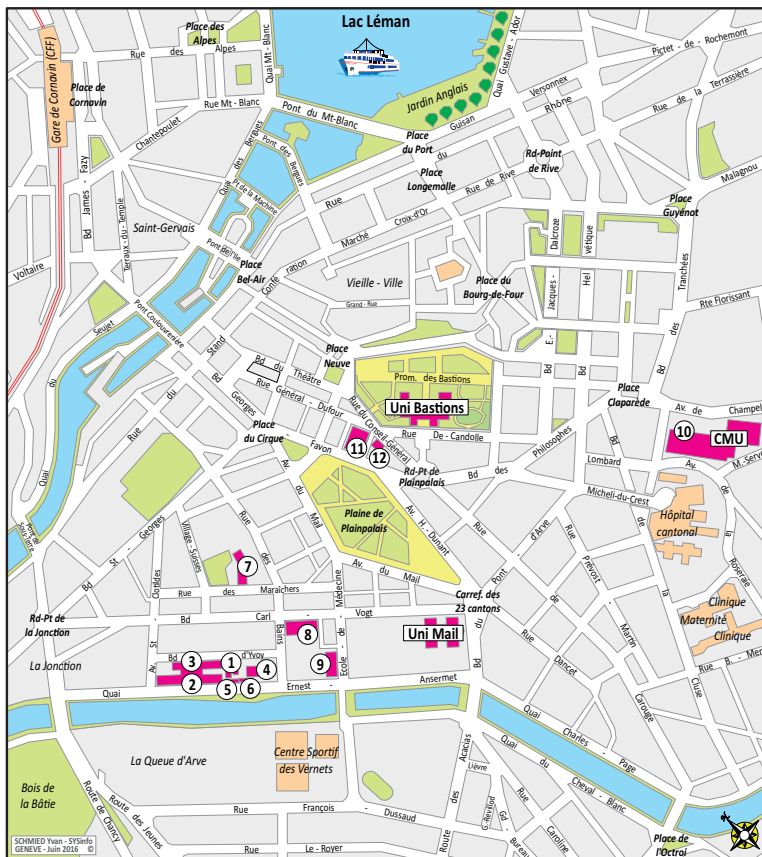
NOTES

INDEX ALPHABÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

CODE	ENSEIGNEMENT	PAGE
11M010	ALGÈBRE I	15
11M011	ALGÈBRE I	16
12M010	ALGÈBRE II	25
12X001	ALGORITHMIQUE	79
12M020A	ANALYSE COMPLEXE	26
12M020P	ANALYSE COMPLEXE	27
13M021	ANALYSE FONCTIONNELLE	35
11M020	ANALYSE I	17
11M021	ANALYSE I	18
12M040	ANALYSE NUMÉRIQUE	30
12M025	ANALYSE RÉELLE	28
12M026	ANALYSE RÉELLE	29
D200025	BASES DE DONNÉES	80
14M390	BASIC ALGEBRA AND ALGEBRAIC GEOMETRY	36
11M004	BIostatistiques I	68
11M904	BIostatistiques I :APPLICATIONS	69
14M210	CALCUL SCIENTIFIQUE POUR L'ÉLECTROMAGNÉTISME	37
14M153	CHAPITRES CHOISIS D'ANALYSE COMPLEXE / SELECTED TOPICS IN COMPLEX ANALYSIS	38
14M280	CHAPITRES CHOISIS DE GÉOMÉTRIE	39
14M380	CHAPITRES CHOISIS DE THÉORIE DES PROBABILITÉS B	40
11X008	COMPLEXITÉ ET CALCULABILITÉ	81
12X003	CONCEPTS ET LANGAGES ORIENTÉS OBJETS	82
12X014	CRYPTOGRAPHIE ET SÉCURITÉ	83
13M014	GÉOMÉTRIE DIFFÉRENTIELLE	41
14M147	GÉOMÉTRIE HYPERBOLIQUE	42
11M031	GÉOMÉTRIE I	19
12X013	INTRODUCTION À L'INFORMATIQUE - MATHÉMATIQUES	85
11M060	INTRODUCTION A LA LOGIQUE ET A LA THEORIE DES ENSEMBLES	20
11X001	INTRODUCTION À LA PROGRAMMATION DES ALGORITHMES	84
14M213	INTRODUCTION AU MOUVEMENT BROWNIEN	43
14M310	INTRODUCTION TO ALGEBRAIC D-MODULES	44
14M360	INTRODUCTION TO REPRESENTATION THEORY	45
14M218	INVARIANTS QUANTIQUES DE NŒUDS	46
14M177	L'INFORMATIQUE AU SERVICE DES MATHS ET DE SON ENSEIGNEMENT	47
11M050	LABORATOIRE DE PROGRAMMATION MATHÉMATIQUE	21
11X003	LANGAGES FORMELS	86
14M161	LIE ALGEBRAS AND THEIR REPRESENTATIONS	48
11X004	LOGICIELS ET RÉSEAUX INFORMATIQUES	87

14M235	LOW-RANK MODELS IN SCIENTIFIC SIMULATION AND MACHINE LEARNING	49
14M340	MARCHES ALÉATOIRES SUR DES GROUPES ET DES GRAPHS	50
11M070	MATHÉMATIQUES DISCRÈTES	22
11M000	MATHÉMATIQUES GÉNÉRALES	70
11M003	MATHÉMATIQUES GÉNÉRALES - ANALYSE	71
11M002	MATHÉMATIQUES GÉNÉRALES - STATISTIQUES	72
11M005	MATHÉMATIQUES POUR INFORMATIENS	73
11M080	MATHÉMATIQUES POUR LES SCIENCES COMPUTATIONNELLES	74
13M070	MÉCANIQUE CLASSIQUE POUR MATHÉMATICIEN-NE-S	51
13M071	MÉCANIQUE QUANTIQUE POUR MATHÉMATICIEN-NE-S	52
12M070	MESURE ET INTÉGRATION	31
14M080	MÉTHODES ÉLÉMENTAIRES	53
14M243	MÉTHODES NUMÉRIQUES POUR LES ÉQUATIONS DIFFÉRENTIELLES STOCHASTIQUES	54
12X005	OUTILS FORMELS DE MODÉLISATION	88
11X006	PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT DES ORDINATEURS	89
13M016A	PROBABILITÉS ET STATISTIQUE	55
13M016P	PROBABILITÉS ET STATISTIQUE	56
12M061	PROBABILITÉS ET STATISTIQUE POUR INFORMATIENS	75
12X006	PROGRAMMATION DES SYSTÈMES	90
14M320	RANDOM OPERATORS AND THE ANDERSON MODEL	57
12X008	SÉMANTIQUE DES LANGAGES INFORMATIQUES	91
14M236	STATISTICAL MACHINE LEARNING	58
11M006	STATISTIQUES ET MÉTHODOLOGIE PHARMACEUTIQUE	76
11X005	STRUCTURES DE DONNÉES	92
12X009	SYSTÈMES D'EXPLOITATION	93
14M290	SYSTÈMES DYNAMIQUES ET RÉSEAUX NEURONAUX ARTIFICIELS	59
14M330	TOPICS IN ALGEBRAIC COMBINATORICS	60
13M013	TOPOLOGIE ALGÈBRE	61
12M031	TOPOLOGIE GÉNÉRALE	32

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.

sciences



FACULTÉ DES SCIENCES

30 quai Ernest-Ansermet
CH - 1211 Genève 4
www.unige.ch/sciences



Atelier de reprographie ReproMail
Le papier recyclé contribue au développement durable