

## Baccalauréat en mathématiques

Téléphone : 514 987-3000 #3003  
Courriel : math@uqam.ca

| Code | Titre                                                 | Grade                        | Crédits |
|------|-------------------------------------------------------|------------------------------|---------|
| 7321 | Concentration informatique *                          | Bachelier ès sciences, B.Sc. | 90      |
| 7421 | Concentration en statistique *                        | Bachelier ès sciences, B.Sc. | 90      |
| 7721 | Concentration en mathématiques et autres cheminements | Bachelier ès sciences, B.Sc. | 90      |

\* Le nom de la concentration sera mentionné sur le diplôme.

|                            |                                           |
|----------------------------|-------------------------------------------|
| Trimestre(s) d'admission   | Automne<br>Hiver                          |
| Contingent                 | Programme non contingenté                 |
| Régime et durée des études | Offert à temps complet et à temps partiel |
| Campus                     | Campus de Montréal                        |

### OBJECTIFS

Le programme de baccalauréat en mathématiques s'adresse à tous ceux qui aiment les mathématiques et veulent faire carrière dans leur développement et leurs applications, comme à tous ceux qui recherchent une formation universitaire en rapport avec l'analyse et la représentation des phénomènes quantitatifs. Le programme vise donc avant tout deux grands objectifs: le premier est d'assurer une formation générale centrée sur la poursuite de la rigueur, le développement de l'esprit d'analyse et l'habileté à concevoir, élaborer et manipuler des modèles quantitatifs. Le second est de transmettre la compétence professionnelle indispensable à l'usage et l'application des mathématiques ou à la poursuite d'études supérieures. Le programme est constitué de trois blocs d'activités. Le premier plante les connaissances et les habiletés de base en mathématiques, assure une connaissance fonctionnelle de la logique et de l'informatique et introduit aux méthodes d'analyse et de représentation des phénomènes quantitatifs. Ce bloc est formé de seize cours. Le deuxième bloc assure un début de spécialisation dans trois concentrations: informatique, mathématiques, statistique. Sont privilégiés ici l'apprentissage plus approfondi des mathématiques de même que le développement de processus cognitifs comme la rigueur, la clarté et la précision de l'expression et de la communication. Ce bloc est formé de neuf cours. Un troisième bloc de cinq cours vise à l'ouverture à d'autres réalités et d'autres champs de connaissance ainsi qu'à une sensibilisation aux questions d'éthique, d'épistémologie et d'histoire. Partageant les mêmes finalités scientifiques et cognitives, les concentrations ont aussi leurs objectifs spécifiques. En informatique, l'accent est mis sur les grands principes nécessaires à l'application aussi bien qu'au développement théorique. La concentration mathématiques vise à faire accéder au seuil des études supérieures, par l'approfondissement et l'ouverture des connaissances. En statistique, on prépare aux multiples domaines d'application et à l'étude théorique avancée des phénomènes statistiques et probabilistes. Enfin il est aussi possible de faire des études multidisciplinaires en réussissant le bloc de cours obligatoires et en réussissant au moins dix cours dans une discipline donnée.

### CONDITIONS D'ADMISSION

#### Capacité d'accueil

Le programme n'est pas contingenté.

#### Trimestre d'admission (information complémentaire)

Admission aux trimestres d'automne et d'hiver.

#### Connaissance du français

Tous les candidats doivent posséder une maîtrise du français attestée par l'une ou l'autre des épreuves suivantes: l'Épreuve uniforme de français exigée pour l'obtention du DEC, le test de français écrit du ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport ou le test de français écrit de l'UQAM. Sont exemptées de ce test les personnes détenant un grade d'une université francophone et celles ayant réussi le test de français d'une autre université québécoise.

#### Base DEC

Être titulaire d'un diplôme d'études collégiales (DEC) (préuniversitaire ou professionnel) ou l'équivalent et avoir réussi les cours ou atteint les objectifs de formation dans les domaines suivants ou leur équivalent : Calcul différentiel; Calcul intégral; Algèbre linéaire et Géométrie vectorielle.

#### Base expérience

Posséder des connaissances appropriées, être âgé d'au moins 21 ans et avoir travaillé pendant un an dans un domaine où il faut appliquer des connaissances en mathématiques (industrie, commerce, services, etc.).

#### Base études universitaires

Au moment du dépôt de la demande d'admission, avoir réussi au moins cinq cours (15 crédits) de niveau universitaire.

#### Base études hors Québec

Être titulaire d'un diplôme obtenu à l'extérieur du Québec après au moins treize années (1) de scolarité ou l'équivalent.

(1) À moins d'ententes conclues avec le Gouvernement du Québec. Voir REMARQUE

ou

Le candidat ne répondant pas à cette exigence mais détenant un diplôme obtenu à l'extérieur du Québec après douze années de scolarité, qui est âgé d'au moins 18 ans et qui a obtenu un résultat d'au moins 700 au Test de Français International (TFI), peut être admis au programme conditionnellement à la réussite d'une année préparatoire (2). L'admission sous cette condition se fait au trimestre d'automne seulement.

(2) Pour les détails, consultez la [page descriptive de l'année préparatoire](#).

### Remarque pour toutes les bases d'admission

(sauf pour le candidat détenteur d'un diplôme hors Québec et visé par l'année préparatoire)

Avoir réussi les cours ou atteint les objectifs de formation spécifiques de niveau collégial dans les domaines suivants : Calcul différentiel; Calcul intégral; Algèbre linéaire et Géométrie vectorielle.

### Admissions conditionnelles

Le candidat admissible pour lequel l'Université aura établi qu'il n'a pas réussi les cours ou atteint les objectifs de formation de niveau collégial requis se verra imposer un ou deux des cours d'appoint suivants :

- MAT0339 Mathématiques générales (hors programme) (Algèbre linéaire et géométrie vectorielle);
- MAT0343 Calcul différentiel (hors programme) (Calcul différentiel; Calcul intégral);
- MAT0344 Calcul intégral (hors programme) (Calcul différentiel; Calcul intégral).

Les cours d'appoint exigés devront être réussis au plus tard au cours de la première année d'inscription dans le programme.

### Régime et durée des études

Le programme peut être suivi à temps complet ou à temps partiel.

## COURS À SUIVRE

(Sauf indication contraire, les cours comportent 3 crédits. Certains cours ont des préalables. Consultez la description des cours pour les connaître.)

### Les seize cours suivants (48 crédits):

- INF1120 Programmation I
- MAT1006 Arithmétique et géométrie classique
- MAT1013 Analyse I
- MAT1112 Calcul I
- MAT1203 Algèbre linéaire I
- MAT2030 Introduction à la géométrie
- MAT2055 Logique et ensembles
- MAT2070 Probabilités I
- MAT2101 Algèbre linéaire II
- MAT2112 Calcul II
- MAT3010 Analyse complexe I
- MAT3032 Calcul mathématique informatisé
- MAT3080 Statistique I
- MAT3112 Équations différentielles ordinaires
- MAT3162 Mathématiques algorithmiques
- MAT4360 Analyse numérique I

Note : Pour s'inscrire au cours MAT2070, il faut avoir réussi le cours MAT1112 ou s'y inscrire au même trimestre.

### Un cours d'éthique choisi parmi les suivants (3 crédits):

- FSM4000 Sciences et société
  - INM6000 Informatique et société
  - PHI4340 Aspects humains de la science et de la technique
- ou tout autre cours portant sur les aspects épistémologiques, culturels ou socio-économiques des mathématiques, choisi avec l'accord de la direction du programme.

### Treize cours choisis dans l'une des concentrations suivantes:

#### Concentration informatique (7321) (13 cours, soit 39 crédits):

##### Les neuf cours suivants (27 crédits):

- INF2120 Programmation II
- INF2160 Paradigmes de programmation
- INF2170 Organisation des ordinateurs et assembleur
- INF3105 Structures de données et algorithmes

- INF3135 Construction et maintenance de logiciels
- INF3172 Principes des systèmes d'exploitation
- INF3180 Fichiers et bases de données
- INF4100 Conception et analyse d'algorithmes
- MAT2090 Introduction à la combinatoire

#### Quatre cours choisis dans la liste des cours d'ouverture (12 crédits).

#### Concentration mathématiques (7721) (13 cours, soit 39 crédits):

##### Les sept cours suivants (21 crédits):

- MAT2000 Algèbre II
- MAT2011 Analyse II
- MAT2090 Introduction à la combinatoire
- MAT3071 Processus stochastiques
- MAT4002 Groupes et représentations
- MAT4331 Géométrie différentielle et mécanique analytique
- MAT5190 Introduction à la topologie

**Deux cours, choisis avec l'accord de la direction du programme, dans la liste des cours à option ou des cours obligatoires dans l'une des autres concentrations ou des cours du baccalauréat en actuariat (6 crédits).**

#### Quatre cours choisis dans la liste des cours d'ouverture (12 crédits).

#### Concentration statistique (7421) (13 cours, soit 39 crédits):

##### Les sept cours suivants (21 crédits):

- MAT2011 Analyse II
- MAT3071 Processus stochastiques
- MAT3180 Statistique II
- MAT3880 Interprétation des données
- MAT4081 Modèles linéaires
- MAT4180 Analyse multivariée
- MAT4280 Sondages

**Deux cours, choisis avec l'accord de la direction du programme, dans la liste des cours à option ou des cours obligatoires dans l'une des autres concentrations ou des cours du baccalauréat en actuariat (6 crédits):**

Le cours suivant est recommandé à ceux qui veulent poursuivre en maîtrise:

- MAT5071 Probabilités II

#### Quatre cours choisis dans la liste des cours d'ouverture (12 crédits).

#### Autres cheminements (7721)

Après avoir réussi les seize cours obligatoires du tronc commun (48 crédits) et le cours d'éthique (3 crédits), l'étudiant peut, avec l'accord de la direction du programme, compléter son programme en choisissant deux cours (6 crédits) de mathématiques, neuf cours (27 crédits) dans une discipline (administration, biologie, économique, physique, sciences de la Terre, etc.) ou dans un champ d'études (sciences, sciences humaines, sciences de la gestion, etc.) et deux cours choisis dans la liste des cours d'ouverture (6 crédits).

#### Quatre cours choisis dans la liste des cours d'ouverture (12 crédits).

##### Liste des cours d'ouverture

- BIO3100 Écologie générale
- CHI1570 Nutrition humaine
- CHI1800 Chimie de l'environnement
- ECO1012 Microéconomie I
- ECO1022 Macroéconomie I
- INF1051 Histoire de l'informatique
- LIT1313 Stylistique du français scientifique et technique
- MAT6221 Histoire des mathématiques
- PHI1101 Initiation à l'organisation du discours théorique
- PHY1011 L'atome

PHY1112 Mécanique classique I  
 PHY1690 Introduction à l'astronomie  
 PHY2660 Énergies nouvelles I  
 PHY2710 L'environnement abiotique  
 SCA2611 Introduction à la météorologie  
 SCT1032 Initiation à l'archéologie  
 SCT1510 Géologie générale  
 SCT1912 Histoire de la Terre et de la Vie  
 ou tout autre cours d'ouverture avec l'accord de la direction du programme.

#### Liste des cours à option

ACT2025 Mathématiques financières I  
 INF3722 Langages de programmation système  
 MAM5050 Méthodologie mathématique  
 MAM5160 Stage  
 MAT1100 Théorie des nombres  
 MAT3060 Programmation linéaire et applications  
 MAT3100 Algèbre linéaire III  
 MAT4010 Analyse III  
 MAT4030 Géométrie projective  
 MAT4050 Logique II  
 MAT4060 Programmation non linéaire et programmation dynamique  
 MAT4070 Phénomènes d'attente  
 MAT4100 Initiation aux catégories  
 MAT4112 Équations aux dérivées partielles  
 MAT4200 Théorie de Galois  
 MAT5010 Analyse complexe II  
 MAT5071 Probabilités II  
 MAT5110 Mesure et intégration  
 MAT5150 Théorie des ensembles  
 MAT5171 Probabilités III  
 MAT5180 Statistique III  
 MAT5360 Analyse numérique II  
 MAT5900 Séminaire I  
 MAT5920 Séminaire II  
 MAT5930 Séminaire III  
 MAT6010 Calcul des variations

## DESCRIPTION DES COURS

### ACT2025 Mathématiques financières I

Ce cours vise à familiariser l'étudiant avec les principaux concepts des mathématiques financières et lui fournir les outils et techniques nécessaires pour résoudre les problèmes financiers requérant la connaissance des mathématiques financières. Étude des diverses mesures d'intérêt. Notions de valeurs présentes et accumulées. Rentes certaines. Amortissement progressif et fonds d'amortissement. Taux de rendement. Instruments financiers et leur évaluation. Dépréciation et capitalisation.

### BIO3100 Écologie générale

Initiation aux problèmes de l'environnement, l'écosystème et les facteurs qui le façonnent. Transfert d'énergie. La chaîne alimentaire et ses niveaux trophiques. Notions de biocénose: les communautés animales et végétales et leurs interactions. Les grands biomes du globe. Les principaux habitats au Québec. L'action de l'homme sur le milieu.

Modalité d'enseignement

Ce cours comprend des travaux pratiques.

### CHI1570 Nutrition humaine

Cours d'intérêt général ouvert à un large public. Étude des besoins alimentaires chez l'homme. Effets des déficiences et des surplus (vitamines, lipides, protéines, etc.). Diètes populaires, alimentation naturelle et résultats récents des travaux de recherche en nutrition humaine.

### CHI1800 Chimie de l'environnement

Introduction à l'étude de phénomènes reliés à la chimie de

l'environnement. Le cours portera sur l'examen de systèmes naturels en équilibre et l'analyse des effets de l'activité humaine sur ces équilibres. Les thèmes abordés seront choisis parmi les suivants: cycles naturels (carbone, soufre, oxygène, eau), transports des composés toxiques (gaz, métaux lourds, pesticides), méthodes d'analyse (paramètres de qualité, métaux traces, pesticides), etc.

### ECO1012 Microéconomie I

Ce cours s'adresse particulièrement aux étudiants dont le domaine de spécialisation est la science économique. Il a pour objectif de les initier aux aspects théoriques, institutionnels et politiques de l'analyse microéconomique. À la suite de ce cours, les étudiants devraient être en mesure de comprendre les mécanismes de l'allocation des ressources dans les économies de marché et d'appliquer les connaissances acquises à la résolution de problèmes spécifiques tels le développement économique, le commerce interrégional et international, les inégalités de revenus et la pauvreté. Rareté, allocation des ressources, coût alternatif. On y traitera des sujets suivants: Système et flux économiques; Offre, demande et détermination des quantités échangées et des prix sur un marché; Comportement des ménages; Théorie de la production et des coûts; Marché des biens et services de consommation et structures de marché: concurrence parfaite, monopole, concurrence monopolistique et oligopole; Marché des facteurs de production: travail, capital et ressources naturelles; Répartition des revenus; Externalités, biens publics; Équilibre général et bien-être; Rôle de l'état: raisons a priori d'intervention.

Modalité d'enseignement

Cours avec séances de travaux pratiques.

### ECO1022 Macroéconomie I

Ce cours s'adresse particulièrement aux étudiants dont le domaine de spécialisation est la science économique. Il a pour objectif de les initier aux aspects théoriques, institutionnels et politiques de l'analyse macroéconomique. À la suite de ce cours, les étudiants devraient être en mesure de connaître les principales théories permettant d'expliquer l'évolution de la production, du chômage, des prix et du taux de change et d'en percevoir les implications relativement au rôle des autorités de la politique économique. On y traitera des sujets suivants: - Les grandes questions de la macroéconomie: chômage, inflation, croissance et cycles économiques; - Comptes nationaux; - Faits stylisés de l'économie canadienne; - Concepts d'offre et de demande agrégées; - Composantes de la demande: consommation, investissements, dépenses gouvernementales, exportations et importations; - Marché monétaire et taux d'intérêt; - Analyse de l'offre: marché du travail, salaires et production; - Équilibre macroéconomique avec prix et salaires flexibles; avec prix flexibles et salaires rigides; - Rôle des gouvernements et de la banque centrale: politiques monétaire et budgétaire; - Problématique de l'économie ouverte: balance des paiements et marché des changes; - Régimes de taux de change, système monétaire international et institutions annexes; - Politiques macroéconomiques en économie ouverte.

Modalité d'enseignement

Cours avec séances de travaux pratiques.

### FSM4000 Sciences et société

Rôle des sciences dans la société. Analyse des politiques scientifiques, de l'organisation des institutions scientifiques et de l'enseignement des sciences. Interaction entre les sciences et les structures sociales. Réflexion sur l'impact sociologique du développement des sciences et des innovations techniques qui en résultent: l'automation, la communication de masse, les maladies industrielles, les manipulations génétiques, l'énergie, la pollution, l'environnement, etc. Responsabilité du scientifique envers la société.

### INF1051 Histoire de l'informatique

Fournir à l'étudiant les connaissances historiques élémentaires de l'informatique. Permettre de mieux évaluer l'évolution actuelle et future du domaine. Les fondements de l'informatique avant l'apparition de l'ordinateur. Histoire des algorithmes. Les premiers ordinateurs: principes, architecture, développement. Développement de l'industrie

informatique. Générations d'ordinateurs, de langages et d'interfaces. Types d'ordinateurs. Survol des grands domaines d'intérêt selon les périodes. Perspectives d'évolution future.

### INF1120 Programmation I

#### Objectifs

Acquérir une méthode de développement de solutions logicielles dans le cadre du paradigme orienté-objet : analyse du problème, conception simplifiée, codage et test d'une solution. Sensibiliser au développement de programmes de qualité : fiables, faciles à utiliser, à comprendre et à modifier.

#### Sommaire du contenu

Introduction aux algorithmes. Éléments de programmation de base : vocabulaire, syntaxe et sémantique, constantes, variables, types simples et composés (tableaux à une et deux dimensions), conversions de type, affectation, opérateurs et expressions, instructions, structures de contrôle (séquence, sélection, itération), instructions simples d'entrées-sorties, fichier texte. Introduction aux éléments de la programmation orientée-objet : classes, objets, méthodes et paramètres, variables de classe, d'instance et locale, portée et durée de vie des variables, constructeurs. Notion d'encapsulation. Introduction à l'utilisation de classes et de paquetages prédéfinis.

#### Modalité d'enseignement

Ce cours comporte une séance obligatoire de laboratoire (2 heures). Six de ces laboratoires seront évalués.

### INF2120 Programmation II

#### Objectifs

Approfondir les concepts de la programmation orientée-objet, de mise au point et de test de composants logiciels. Identification et définition des classes d'une solution logicielle.

#### Sommaire du contenu

Relations entre les classes : composition et héritage. Classes abstraites et polymorphisme. Algorithmes récursifs simples. Structures de données classiques : piles, files, listes et arbres binaires de recherche. Techniques classiques de recherche (séquentielle et binaire) et de tri. Gestion des événements et des exceptions, fils d'exécution. Conception de paquetages Introduction à un environnement de développement logiciel.

#### Préalables académiques

INF1120 Programmation I

### INF2160 Paradigmes de programmation

Présenter les concepts fondamentaux de langages de programmation modernes. Comprendre les possibilités et limites des divers types de langages. Familiariser l'étudiant avec différents paradigmes de programmation et favoriser l'acquisition de nouvelles techniques et stratégies de programmation. Étude des paradigmes de programmation fonctionnel et logique. Revue des principes de programmation fonctionnelle. Stratégies d'évaluation des arguments. Polymorphisme et déduction des types. Fonctions d'ordre supérieur. Efficacité et optimisation. Revue des principes de programmation logique. Forme clause de la logique du premier ordre et clauses de Horn. Unification et résolution. Le problème de la négation. Applications. Ce cours comporte une séance obligatoire de laboratoire (2 heures).

#### Préalables académiques

INF1130 Mathématiques pour informaticien ou MAT1060 Mathématiques algorithmiques ; INF2120 Programmation II

### INF2170 Organisation des ordinateurs et assembleur

Familiariser l'étudiant avec le fonctionnement de l'ordinateur. Découvrir l'ordinateur à partir des niveaux de l'assembleur, du langage machine et des circuits logiques. Classification des ordinateurs. Description de la machine en couches: circuits logiques, microprogrammation, langage machine, langage d'assemblage. Description des unités de l'ordinateur. Description d'un processeur et de la mémoire au niveau du langage machine. Description du processeur à partir des circuits logiques.

Description du processeur à partir du langage d'assemblage. Ce cours comporte une séance de laboratoire obligatoire.

#### Préalables académiques

INF1120 Programmation I

### INF3105 Structures de données et algorithmes

#### Objectifs

Approfondir les connaissances des structures de données et des algorithmes et les appliquer à la résolution de problèmes.

#### Sommaire du contenu

Rappels sur les types abstraits de données. Analyse et complexité des algorithmes. Abstractions de données et de contrôle. Collections et les structures de données nécessaires à leurs réalisations. Arbres équilibrés, tables de hachage, graphes. Bibliothèques publiques ou normalisées.

#### Modalité d'enseignement

Ce cours comporte une séance obligatoire de laboratoire (2 heures).

#### Préalables académiques

INF1132 Mathématiques pour l'informatique ou MAT1060 Mathématiques algorithmiques; INF2120 Programmation II

### INF3135 Construction et maintenance de logiciels

#### Objectifs

Initier les étudiants à la programmation à l'aide d'un langage impératif et procédural. Familiariser les étudiants à la construction professionnelle de logiciels et à leur maintenance.

#### Sommaire du contenu

Notions de base de la programmation procédurale et impérative en langage C sous environnement Unix/Linux (définition et déclaration, portée et durée de vie, fichier d'interface, structures de contrôle, unités de programme et passage des paramètres, macros, compilation conditionnelle). Décomposition en modules et caractéristiques facilitant les modifications (cohésion et couplage, encapsulation et dissimulation de l'information, décomposition fonctionnelle). Style de programmation (conventions, documentation interne, gabarits). Débogage de programmes (erreurs typiques, traces, outils). Assertions et conception par contrats. Tests (unitaires, intégration, d'acceptation, boîte noire vs. boîte blanche, mesures de couverture, outils d'exécution automatique des tests). Évaluation et amélioration des performances (profils d'exécution, améliorations asymptotiques vs. optimisations, outils). Techniques et outils de base pour la gestion de la configuration. Système de contrôle de version.

#### Modalité d'enseignement

Ce cours comporte une séance obligatoire de laboratoire (2 heures).

#### Préalables académiques

INF1120 Programmation I (pour le certificat en réseaux et systèmes de télécommunications et le baccalauréat en systèmes informatiques et électroniques) INF2050 Outils et pratiques de développement logiciel Note : Le INF1120 est le seul préalable pour les programmes de certificat en réseaux et systèmes de télécommunications et le baccalauréat en systèmes informatiques et électroniques. Les deux préalables INF1120 et INF2050 sont exigés pour tous les autres programmes.

### INF3172 Principes des systèmes d'exploitation

Maîtriser et appliquer les concepts fondamentaux des systèmes d'exploitation. Structure générale d'un système d'exploitation. Langage de programmation des systèmes d'exploitation : C. Processus séquentiels et parallèles, coopération, gestion des processus, communication entre processus. Exclusion mutuelle, échanges de messages, gestion des événements. Gestion des ressources: mémoire, processeurs, périphériques. Ordonnancement des tâches. Fiabilité du système de sécurité de l'information; méthodes de protection. Exemple d'un système contemporain: UNIX.

**Modalité d'enseignement**

Ce cours comporte une séance obligatoire de laboratoire (2 heures).

**Préalables académiques**

INF2170 Organisation des ordinateurs et assembleur INF3135 Construction et maintenance de logiciels

**INF3180 Fichiers et bases de données**

Familiariser l'étudiant avec les structures de données utilisées dans les systèmes de gestion de bases de données. Introduire les concepts fondamentaux des bases de données en insistant sur le modèle relationnel. - Structures de données pour les bases de données - Représentation des enregistrements - Gestion de l'espace - Organisations de base: sériel, séquentiel, indexé, adressage dispersé - Complexité des différents modes d'accès - Structures inter-enregistrements: contiguïté physique, chaînage, indirection, groupage physique - Système de gestion de bases de données - Architecture hiérarchique ANSI/SPARC - Introduction aux principaux modèles de données - Systèmes relationnels: structures de données, contraintes de clé et d'intégrité référentielle, algèbre relationnelle, calcul des prédicats, SQL - Concept de transaction - Mécanismes de contrôle de concurrence - Mécanismes de récupération

**Modalité d'enseignement**

Ce cours comporte une séance obligatoire de laboratoire (2 heures).

**Préalables académiques**

INF2120 Programmation II

**INF3722 Langages de programmation système**

Maîtriser principalement la partie C du langage C++ afin d'être à l'aise dans la programmation système avec les appels Unix en C. Types de base, types dérivés, promotion et conversion des types, instructions, fonctions, surcharge des fonctions, introduction aux classes. Commandes de compilation, de liaison, de chargement, de maintien de bibliothèques; options de ces commandes. Développement de code (la commande make). Ce cours comporte une séance obligatoire de laboratoire (2 heures).

**Préalables académiques**

INF1035 Informatique pour les sciences : programmation simulation et exploitation de données ou INF1120 Programmation I

**INF4100 Conception et analyse d'algorithmes**

Connaître les algorithmes de base de l'informatique. Être capable d'analyser leur complexité temporelle et spatiale. Connaître les grands principes de la conception des algorithmes et la programmation dynamique. Être capable d'appliquer ces principes. Comprendre la notion de problème NP-complet. - Notations asymptotiques - Opérations sur les notations asymptotiques - Équations de récurrence asymptotiques - Résolution de récurrence - Algorithmes et heuristiques voraces - Applications au problème de l'arbre de recouvrement minimal et à l'ordonnancement des travaux - Principe «diviser pour régner» (sélection en temps linéaire, arithmétique des grands entiers, calcul des nombres de Fibonacci etc.) - Principe de la programmation dynamique (multiplication chaînée de matrices, arborescences de fouilles optimales, etc.) - Exploration de graphes - Algorithmes à retour arrière - Introduction aux graphes de recherche de chaînes - Introduction à la NP-complétude

**Modalité d'enseignement**

Ce cours comporte une séance hebdomadaire de deux heures de travaux en laboratoire.

**Préalables académiques**

INF3105 Structures de données et algorithmes

**INM6000 Informatique et société**

Cette activité modulaire a pour but de faire prendre conscience aux étudiants du rôle et des devoirs de l'informaticien. Les sujets abordés seront en particulier les suivants: problèmes humains de l'informatique. Place de l'informatique dans la société actuelle. Problèmes moraux et

légaux de la sécurité de l'informatique. Responsabilité et éthique professionnelle de l'informaticien. Déontologie informatique.

**Conditions d'accès**

Avoir réussi 45 crédits du baccalauréat en informatique et génie logiciel.

**LIT1313 Stylistique du français scientifique et technique**

Communication écrite (et orale) dans la recherche scientifique, l'industrie, l'ingénierie, etc. Préparation, rédaction et présentation des différents types d'écrits scientifiques (rapports, comptes rendus, thèses, mémoires, communications, etc.) et techniques (notices, fiches techniques, modes opératoires, etc.). Structure de la phrase et du paragraphe. Précision du vocabulaire et qualité stylistique.

**MAM5050 Méthodologie mathématique**

Permettre à l'étudiant d'acquérir une vision élaborée du monde mathématique: - par l'analyse épistémologique de la nature des mathématiques; - par une exploration «géographique» des domaines mathématiques et des liens existant entre eux; - par l'explication des méthodes générales communes à divers domaines mathématiques. Permettre à l'étudiant d'élaborer une synthèse de ses connaissances: - par une structuration inter et transdomaniale de ses savoirs mathématiques; - par l'étude du rôle joué par les notions mathématiques fondamentales; - par la recherche des liaisons existant entre des concepts et des méthodes mathématiques spécifiques. Permettre à l'étudiant d'accéder à une véritable méthodologie de la recherche: - par la pratique de l'induction, de l'analogie et de la généralisation; - par la connaissance des divers schémas de modélisation mathématique; - par un inventaire des méthodes de l'inventive.

**Modalité d'enseignement**

L'approbation du contenu du cours ainsi que son évaluation relèvent de la régie interne du module de mathématiques.

**Conditions d'accès**

Avoir réussi 60 crédits du programme.

**MAM5160 Stage**

Les stages s'adressent aux étudiants qui s'orientent vers l'informatique ou les mathématiques appliquées, et visent à leur faire prendre contact directement avec le monde socioéconomique. L'acceptation d'un stage, ainsi que son évaluation, relèvent de la régie interne du programme de mathématiques.

**Préalables académiques**

Avoir complété 45 crédits du programme

**MAT1006 Arithmétique et géométrie classique**

Les objectifs de ce cours sont d'apprendre à développer et à communiquer des idées mathématiques, ainsi qu'à se familiariser avec les objets fondamentaux des mathématiques modernes. Pour ce faire, on se penchera sur des problèmes classiques d'arithmétique et de géométrie, ainsi que sur la façon de les résoudre. Introduction au raisonnement mathématique : preuve directe, indirecte, par contradiction, par récurrence, langage ensembliste, bon usage des symboles mathématiques. Géométrie élémentaire du plan et de l'espace (axiomes simplifiés) : théorèmes de Thalès et Pythagore, construction à la règle et au compas, théorèmes du toit, position relatives des droites et plans, coupe d'un cube par un plan. Géométrie vectorielle dans le plan et l'espace : démonstration des règles de calcul des vecteurs avec les théorèmes classiques, barycentre, produits scalaire, définition d'un espace vectoriel. Nombres complexes et géométrie : règles de calcul, notation algébrique et exponentielle, division euclidienne des polynômes, théorème fondamental de l'algèbre (sans preuve), rotations, translations et similitudes dans les complexes. Arithmétique : algorithme d'Euclide, lemme de Gauss, théorème de Bézout, irrationalité de racine de 2, équation diophantienne linéaire, infinités des nombres premiers, théorème fondamental de l'arithmétique, relations d'équivalences et calcul modulaire, petit théorème de Fermat, de Wilson.

**MAT1013 Analyse I**

Faire l'étude rigoureuse de la théorie des fonctions d'une variable réelle et l'étude des suites de réels. Définir des séries infinies et étudier leur convergence. Étude des fonctions dérivables et propriétés élémentaires. Rappels sur les entiers et les nombres rationnels. Le caractère incomplet des rationnels. Notion de majorant, minorant, suprémum et infimum. Propriétés élémentaires des nombres réels. Suites convergentes et de Cauchy. Théorème de Bolzano-Weierstrass et conséquences. Ensembles ouverts, fermés, bornés et compacts dans  $\mathbb{R}$ . Théorème des intervalles emboîtés. Théorème de recouvrement de Borel. Définition des séries infinies, étude de leur convergence grâce à divers critères : Cauchy, D'Alembert, Leibniz, comparaison, etc. Convergence absolue et ses conséquences pour les réarrangements de séries. Étude de quelques séries remarquables : séries harmoniques, géométriques, etc. Fonctions continues : définition et diverses caractérisations. Propriétés élémentaires des fonctions continues. Propriétés fondamentales : Atteinte du suprémum sur un ensemble compact, Théorème de la valeur intermédiaire et conséquences. Continuité uniforme. Signification géométrique de la dérivée. Extrema et points d'inflexion, convexité et concavité. Théorème de Rolle et applications. Théorème des accroissements finis. Théorème de la fonction inverse. Introduction à l'intégration des fonctions réelles.

Modalité d'enseignement

Ce cours comporte une séance d'exercices de deux heures par semaine.

**MAT1100 Théorie des nombres**

Divisibilité. Nombres premiers. Congruences. Loi de réciprocité quadratique. Résidus quadratiques. Initiation aux équations diophantiennes.

Préalables académiques

MAT1150 Arithmétique et géométrie classique

**MAT1112 Calcul I**

Étude de la continuité et dérivabilité des fonctions de plusieurs variables réelles et des intégrales doubles et triples. Rappels de calcul différentiel à une variable. Continuité et dérivabilité des fonctions de plusieurs variables réelles. Dérivées partielles, règle de dérivation en chaîne et égalité des dérivées partielles mixtes. Approximation linéaire, gradient et dérivées directionnelles. Dérivées d'ordre supérieur et développements de Taylor. Extrema de fonctions, méthode des multiplicateurs de Lagrange, Théorèmes des fonctions inverses et implicites (énoncé seulement). Applications. Rappel sur l'intégrale simple. Intégrales doubles et triples, coordonnées polaires, cylindriques et sphériques. Jacobien, changement de coordonnées pour l'intégrale multiple. Applications de l'intégrale multiple. Intégrales impropres (fonction gamma).

Modalité d'enseignement

Ce cours comporte une séance d'exercices de deux heures par semaine.

**MAT1203 Algèbre linéaire I**

Faire l'étude des systèmes d'équations linéaires et algèbre des matrices. Opérations élémentaires de lignes, équivalence de lignes et réduction des matrices. Concept de combinaison linéaire. Opérations élémentaires de lignes, équivalence de lignes et réduction des matrices; matrices élémentaires. Inversion des matrices, algorithmes. Espaces vectoriels, sous-espaces; sous-espace engendré par un ensemble de vecteurs. Dépendance linéaire, bases, dimension (cas fini). Transformations linéaires, représentation matricielle, similitude, image et noyau. Déterminants; inversibilité, développement de Laplace et règle de Cramer. Produit scalaire, projections orthogonales, orthogonalisation de Gram-Schmidt. Moindres carrés. Problème de la diagonalisation. Polynôme caractéristique, valeurs et vecteurs propres, forme triangulaire. Matrices orthogonales; théorème des axes principaux et diagonalisation orthogonale des matrices symétriques.

Modalité d'enseignement

Ce cours comporte une séance d'exercices de deux heures par

semaine.

**MAT2000 Algèbre II**

Étude approfondie des concepts fondamentaux de l'algèbre. Anneaux, idéaux, idéaux engendrés. Anneaux de matrices. Corps de fractions d'un anneau intègre. Anneaux de polynômes et de séries formelles à une ou plusieurs indéterminées. Inversibilité sous la substitution. Anneaux factoriels. Éléments premiers, irréductibles, associés. Factorialité de tout anneau principal. Équations et variétés algébriques. Polynômes homogènes. Courbes et surfaces (théorème de Gauss). Résultant, théorème de Sturm et théorème des zéros de Hilbert. Anneaux noethériens: théorème de Hilbert sur les anneaux de polynômes. Groupes. Groupes quotients. Théorèmes d'isomorphie. Produit direct. Groupe libre. Présentation. Groupes abéliens finis: décomposition en produit de groupes cycliques. Actions: orbites, stabilisateurs; action par translation, par conjugaison; centralisateur; classes de conjugaison; équation de classe; automorphismes. Applications: combinatoire, théorèmes de Sylow. Corps. Corps premiers. Extensions algébriques simples. Corps finis. Aperçu de la théorie de Galois.

**MAT2011 Analyse II**

Faire l'étude rigoureuse des fonctions de plusieurs variables ainsi que leur généralisation aux espaces métriques. Quelques notions de topologie de  $\mathbb{R}^n$ . Continuité dans  $\mathbb{R}^n$  : généralisation rapide des résultats en une variable. Applications différentiables, matrice jacobienne, conditions de dérivabilité, Dérivation en chaîne. Gradients, extrema de fonctions différentiables. Théorème de l'application inverse et implicite et ses conséquences. Intégration : définition dans  $\mathbb{R}$  et extension à plusieurs variables. Fonctions intégrables. Volumes et ensembles de mesure zéro, Théorème de Lebesgue. Propriétés de l'intégrale et Théorème fondamental du calcul. Quelques théorèmes de convergence. Convergence uniforme de suites de fonctions, Critère M de Weierstrass, Tests de Abel et Dirichlet. Intégration et dérivation de séries de puissances. L'espace des applications continues comme espace de Banach, Théorème de Arzela-Ascoli, Polynômes de Bernstein et Théorème de Stone-Weierstrass. Introduction aux espaces métriques. Topologie dans les espaces métriques. Continuité et équivalence de métriques, convergence uniforme. Espaces métriques complets et compacts, Théorème du point fixe de Banach.

Modalité d'enseignement

Ce cours comporte une séance d'exercices de deux heures par semaine.

**MAT2030 Introduction à la géométrie**

Présenter les principaux résultats de la géométrie euclidienne classique; en présenter une axiomatique. Introduire aux géométries non-euclidiennes, particulièrement à la géométrie hyperbolique. Géométrie euclidienne classique. Géométrie du triangle et du cercle: théorèmes classiques. Coniques. Isométries du plan. Axiomatique de Hilbert de la géométrie euclidienne; 5<sup>e</sup> postulat. Géométrie sphérique et aire des triangles; le plan projectif; configurations projectives élémentaires. Inversion, rapport anharmonique, dualité pôle-polaire. Géométrie hyperbolique: modèles de Poincaré, métrique, aire des triangles.

**MAT2055 Logique et ensembles**

Maîtriser les notions de base de la logique mathématique et de l'arithmétique générale des ensembles. Symbolisation: propositions, fonctions propositionnelles, descriptions, fonctions descriptives, connecteurs logiques. Variables libres et liées. Terme libre pour une variable dans une formule. Notion d'inférence: directe ou indirecte. Calcul des inférences à l'aide des règles de déduction naturelle. Vérité et fausseté des propositions. Contre-exemples. Ensembles finis et infinis (dénombrables et indénombrables) : exemples et théorèmes fondamentaux. Cardinalité. Énoncé du théorème de Cantor-Bernstein et exemples d'applications. Réunions et intersections générales d'ensembles; application aux sous-structures engendrées (e.g. sous-espaces vectoriels). Théories du premier ordre, exemples classiques. Langages algébriques.

**MAT2070 Probabilités I**

Familiariser l'étudiant avec les notions de base de la théorie des probabilités. Le rendre habile à résoudre correctement des problèmes concrets où jouent les lois du hasard. Calcul des probabilités: lois élémentaires; probabilités conditionnelles et indépendance; théorème de Bayes. Variables aléatoires et espérance mathématique. Lois de probabilités discrètes: loi binomiale, loi de Poisson, loi géométrique, loi hypergéométrique, loi binomiale négative. Lois de probabilités continues; fonctions de densité, loi uniforme, loi exponentielle, loi normale. Transformation de variables aléatoires. Probabilités et fonctions de densité jointes, marginales et conditionnelles. Approximation d'une loi binomiale: par une loi de Poisson, par une loi normale. Fonctions génératrices de moments et leurs applications. Inégalité de Tchebyshev. Théorème limite central.

Préalables académiques  
MAT1111 Calcul I

#### **MAT2090 Introduction à la combinatoire**

Ce cours a pour objectif d'introduire les configurations combinatoires classiques, d'étudier les principales méthodes de dénombrement et de mettre en évidence les liens que la combinatoire entretient avec les autres branches des mathématiques et avec l'informatique. Fonctions sur les ensembles finis, endofonctions, permutations, cycles, partitions, arborescences, partages d'entiers, coefficients binômiaux, nombres de Stirling, nombres de Fibonacci, nombres de Catalan, etc. Fonctions génératrices, relations de récurrence, principe d'inclusion-exclusion, éléments de la théorie de Polya. Algorithmes combinatoires. Introduction à la théorie des espèces de structures.

Préalables académiques  
MAT1115 Calcul I

#### **MAT2101 Algèbre linéaire II**

Faire l'étude des opérations sur les espaces vectoriels. Formes multilinéaires, alternées, études approfondies du déterminant. Opérations sur les espaces vectoriels: intersection, somme, quotient, produit direct; bases associées et dimension. Polynôme caractéristique, minimal, théorème de Cayley-Hamilton, sous-espaces caractéristiques. Réduction des matrices, diagonalisation, nilpotence, forme de Jordan, forme canonique rationnelle, invariants. Formes linéaires, espace dual, transposée, base duale. Formes bilinéaires et quadratiques, classification dans le cas réel ou complexe. Espaces euclidiens. Introduction au calcul tensoriel: produit tensoriel, algèbre tensorielle, algèbre symétrique, algèbre extérieure.

Modalité d'enseignement  
Ce cours comporte une séance d'exercices de deux heures par semaine.

#### **MAT2112 Calcul II**

Rappels de Géométrie: vecteurs et courbes, produit scalaire et vectoriel, coordonnées cylindriques et sphériques. Fonctions vectorielles, courbes, vitesse et longueur d'arc. Champs de vecteurs, opérateurs divergence, rotationnel et laplacien. Rappels sur les fonctions de plusieurs variables, particulièrement l'intégration. Applications: centre de masse, moment d'inertie, force gravitationnelle. Intégrales curvilignes et de surface, calcul de l'aire de surfaces. Intégrale d'un champ de vecteurs sur une face, champs solénoïdaux et conservatifs. Théorèmes de Green, Stokes et de Gauss. Applications à quelques équations de la physique mathématique. Séries de Fourier, conditions de Dirichlet, formule de Parseval, applications aux cordes vibrantes et équation de la chaleur. Intégrale de Fourier, transformées de Fourier et de Laplace, applications.

Modalité d'enseignement  
Ce cours comporte une séance d'exercices de deux heures par semaine.

#### **MAT3010 Analyse complexe I**

Faire l'étude des concepts et résultats de base de l'analyse complexe. Nombres complexes, plan complexe. Dérivées, équations de Cauchy-Riemann, fonctions holomorphes. Fonctions élémentaires. Intégrales

complexes, théorèmes de Cauchy et Morera, fonctions analytiques. Théorème des résidus et applications à l'évaluation d'intégrales. Principe de l'argument. Principe du maximum. Théorème de Rouché. Théorème de Liouville, application au théorème fondamental de l'algèbre. Fonctions méromorphes et séries de Laurent, application à la décomposition des fractions rationnelles en fractions simples, prolongement analytique. Introduction aux transformations conformes.

#### **MAT3032 Calcul mathématique informatisé**

Introduire des outils informatiques et/ou logiciels utiles en mathématiques et statistique. Illustrer ces méthodes par la résolution de problèmes concrets de mathématiques et de statistique rencontrés dans divers cours. On suppose que les étudiants sont familiers avec les bases du calcul, de l'analyse, de l'algèbre, des probabilités et de l'inférence statistique.

Modalité d'enseignement  
Séances d'exercices de 2 heures par semaine dans les laboratoires d'ordinateurs.

Conditions d'accès  
Avoir complété au moins 30 crédits en mathématiques

Préalables académiques  
INF1120 Programmation I

#### **MAT3060 Programmation linéaire et applications**

Programmation linéaire: problème primal et problème dual; théorème primal-dual: méthode du simplexe. Application: problème d'affectation, problème de transport, problèmes divers de gestion. Théorie des jeux de somme nulle, théorème fondamental, applications à quelques modèles de compétition. Programmation linéaire paramétrique. Introduction à la programmation en nombres entiers.

Préalables académiques  
MAT1250 Algèbre linéaire I

#### **MAT3071 Processus stochastiques**

Familiariser l'étudiant avec les principaux modèles mathématiques pertinents à l'étude des processus stochastiques. Processus stochastiques Chaînes de Markov Matrice de transition Stationnarité Promenades aléatoires Processus de Poisson et de renouvellement Processus de ramification: fonction génératrice et probabilité d'extinction Théorème critique de la moyenne Processus de Markov continus: mouvement brownien

#### **MAT3080 Statistique I**

Familiariser l'étudiant avec les principales techniques d'estimation et de tests d'hypothèse. Statistiques descriptives et théorème limite central. Études des distributions échantillonnables: loi normale, loi de Student, loi khi-deux. Emploi d'un progiciel statistique interactif comme Minitab. Estimation paramétrique: propriétés des estimateurs. Intervalles de confiance. Théorie des tests d'hypothèses; tests unilatéraux et bilatéraux; erreurs de première et de deuxième espèce; puissance d'un test; rapport entre tests et ensembles de confiance. Tests et intervalles de confiance basés sur la loi normale: pour une et deux moyennes; pour une et deux proportions. Tests et intervalles de confiance basés sur la loi de Student pour une et deux moyennes; pour une variance; pour le rapport de deux variances. Régression linéaire simple: méthode des moindres carrés; estimation des paramètres; test et intervalles de confiance pour les paramètres; coefficient de corrélation. Tests d'ajustement et tableaux de contingence. Interprétation de résultats expérimentaux.

#### **MAT3100 Algèbre linéaire III**

Modules de type fini sur un anneau principal; modules de torsion; structure des modules de type fini, application aux groupes abéliens. Groupes des transformations linéaires. Formes canoniques. Formes sesquilinéaires.

#### **MAT3112 Équations différentielles ordinaires**

Faire une introduction à la théorie et aux applications des équations

différentielles ordinaires et aux systèmes dynamiques. Équations du premier ordre: variables séparables (avec cas linéaire); équations exactes. Systèmes d'équations différentielles d'ordre un à coefficients constants; exponentielles de matrices. Champs de vecteurs; flots; diagrammes de phase. Équations différentielles exponentielles linéaires d'ordre deux: équations homogènes, espaces de solutions; wronskien, le cas des coefficients constants, équations non homogènes, variations non homogènes; variation des paramètres. Équations d'ordre supérieur (transformation sous forme d'un système). Systèmes d'équations différentielles homogènes, espace de solutions, matrices fondamentales. Application à la mécanique, aux circuits électriques et à la théorie des probabilités.

### **MAT3162 Mathématiques algorithmiques**

Ce cours vise à introduire des aspects fondamentaux des mathématiques algorithmiques, et certaines notions d'informatique théorique. Notions de bases sur les ensembles et les fonctions. Calculs et constructions récursives. Algorithmes numériques. Concepts de bases sur les graphes. Arbres binaires. Graphes planaires, formule d'Euler, colorations. Algorithmes sur les graphes. Introduction aux automates finis.

Modalité d'enseignement

Séances d'exercices de deux heures par semaine.

### **MAT3180 Statistique II**

Approfondir les bases mathématiques des concepts vus en statistique I. Consolidation des notions acquises et élaboration de concepts plus approfondis portant sur l'inférence statistique générale. Espérance conditionnelle. Distribution des fonctions de variables aléatoires. Transformations de variables discrètes et continues. Développement des lois de Student et de Fisher. Loi normale: indépendance de la moyenne et de la variance échantillonales; distribution de  $s$ . Statistiques d'ordre. Tests d'hypothèses: lemme de Neyman-Pearson, tests uniformément les plus puissants, tests du rapport de vraisemblance. Loi normale bivariée et régression linéaire. Statistiques exhaustives; théorème de Rao-Blackwell, inégalité de Cramér-Rao.

### **MAT3880 Interprétation des données**

Familiariser l'étudiant avec les techniques modernes d'interprétation et analyse des données statistiques. Comparaison des techniques classiques et exploratoires d'analyse de données. Méthodes graphiques: interprétation et réalisation. Transformations des données. Droite résistante et droite des moindres carrés. Régression linéaire simple, multiple et logistique. Analyse de tables. Méthodes de lissage. Études de valeurs aberrantes et de valeurs résiduelles. Effets de valeurs aberrantes sur l'analyse. Manipulation des données informatiques avec des progiciels statistiques. Utilisation de progiciels statistiques tels que SAS et Minitab dans l'analyse. Analyse de correspondance.

Préalables académiques

INF1120 Programmation I

### **MAT4002 Groupes et représentations**

Approfondir la théorie des groupes et familiariser avec leurs représentations et leurs caractères, particulièrement dans le cas des groupes finis. Produit semi-direct, groupes simples, suites de composition, groupes résolubles, nilpotents; théorème de Jordan-Hölder. Groupes de matrices. Introduction aux représentations linéaires: constructions élémentaires, représentations irréductibles, lemme de Schur. Théorie des caractères des groupes finis: orthogonalité des caractères irréductibles, tables de caractères. Représentations et caractères induits d'un sous-groupe. Théorème de réciprocity de Frobenius. Caractères irréductibles du groupe symétrique.

### **MAT4010 Analyse III**

Poursuivre l'étude des espaces de fonctions et des opérateurs linéaires sur ces espaces du point de vue linéaire et topologique. Définitions et exemples d'espaces de Banach et de Hilbert. Théorème du vecteur minimisant, théorème de représentation de Riesz, bases orthogonales,

orthonormales. Polynômes orthogonaux. Séries de Fourier abstraites, convergence des séries de Fourier, théorème de Fejér. Espaces de Banach: exemples, théorème de Stone-Weierstrass. Opérateurs bornés, fonctionnelles continues. Opérateurs compacts, exemples: opérateurs intégraux définis par un noyau de Green. Théorie spectrale élémentaire des opérateurs compacts. Application aux équations intégrales de Fredholm et la théorie de Sturm-Liouville.

### **MAT4030 Géométrie projective**

Dualité. La droite à l'infini. Propriétés projectives, rapport. Coordonnées projectives. Les coniques. Collinéation et involution. Invariants algébriques. Géométries non euclidiennes.

### **MAT4050 Logique II**

Langues et théories de premier ordre. Sémantique: interprétation (structures), satisfaction, conséquences et déductions logiques; généralisation du théorème d'homomorphie; formules préservées par passage aux sous-structures, images homomorphiques, produits directs et produits sous-directs. Syntaxe: conséquences et déductions syntaxiques; théorèmes de déduction, remplacement, égalité, substitution, dualité. Notions fondamentales reliées aux théories de premier ordre. Théorèmes fondamentaux de non-contradiction (complétude), de compacité, des formules existentielles, des extensions fonctionnelles, d'Herbrand, d'interpolation, de définissabilité.

### **MAT4060 Programmation non linéaire et programmation dynamique**

Programmation en nombres entiers, algorithme de Gomory. Programmation non linéaire: conditions nécessaires et suffisantes d'optimalité, méthode du gradient et ses diverses variantes. Programmation dynamique: le principe d'optimalité; vérification a posteriori; applications à la recherche du plus court chemin, à la programmation linéaire ou non linéaire; difficulté d'utilisation de la méthode.

### **MAT4070 Phénomènes d'attente**

Familiariser l'étudiant avec les principaux modèles mathématiques s'appliquant aux phénomènes d'attente. Le rendre habile à modéliser correctement un phénomène d'attente concret, à évaluer (par analyse ou par simulation) les performances du système, à y apporter des améliorations. Rappel des processus de Markov. Étude de phénomènes d'attente avec un ou plusieurs postes de service et sous diverses hypothèses concernant les distributions des temps d'arrivée et de service. Notions de simulation.

### **MAT4081 Modèles linéaires**

Le but de ce cours est de présenter brièvement la théorie du modèle linéaire général et d'en étudier certains cas particuliers. À la fin de ce cours, l'étudiant doit pouvoir utiliser les techniques les plus courantes de régression et d'analyse de variance. Notions préliminaires: loi normale multivariée, lois  $\chi^2$  centrale et non centrale, distribution de formes quadratiques et du quotient de formes quadratiques. Modèle linéaire général: hypothèses du modèle, estimation des paramètres, distribution des estimateurs, intervalles de confiance, limites de prédiction, tests d'hypothèses linéaires, intervalles de confiance simultanés. Modèles de régression: régression linéaire simple, régression multiple, régression polynomiale, tests partiels. Modèles de plans d'expérience: modèles à un facteur, fixe et aléatoire; modèle à deux facteurs, fixes et aléatoires, croisés et emboîtés; modèles à plus de deux facteurs; modèles incomplets. Analyse de covariance.

Modalité d'enseignement

Séance d'exercices (2 heures).

### **MAT4100 Initiation aux catégories**

Définition d'une catégorie; sous-catégorie. Exemples. Morphismes particuliers. Foncteurs: foncteurs adjoints. Catégories des foncteurs. Diagramme; limite à gauche et limite à droite des diagrammes. Catégories additives; catégories abéliennes.

Conditions d'accès

Avoir réussi 75 crédits du programme.

**MAT4112 Équations aux dérivées partielles**

Développer les habiletés d'application des équations aux dérivées partielles à des situations en physique. Équations différentielles exactes, équations de Plaff. Équations aux dérivées partielles et problème de Cauchy. Équations paraboliques, elliptiques et hyperboliques. Distribution de Dirac.

**MAT4180 Analyse multivariée**

Généraliser aux données multidimensionnelles les concepts statistiques, et présenter les techniques propres à l'analyse multivariée. Fonctions de répartition et de densité conjointes. Vecteur des moyennes. Matrice de covariance. Fonction caractéristique d'un vecteur aléatoire. Transformations linéaires de vecteurs aléatoires. Interprétation géométrique des statistiques descriptives échantillonales. Loi normale multivariée: propriétés; distributions marginales et conditionnelles. Corrélations partielles et multiples. Estimation à vraisemblance maximale; tests d'indépendance. Régions de confiance et intervalles de confiance simultanés. Inférence sur deux vecteurs moyennes: observations appariées, plan avec mesures répétées, comparaison de deux vecteurs moyennes, intervalles de confiance simultanés. Analyse discriminante. Corrélation canonique. Composantes principales. Analyse factorielle. Clustering.

**MAT4200 Théorie de Galois**

Extensions algébriques des corps; extension séparable. Groupes de Galois. Correspondance galoisienne. Problèmes classiques.

**MAT4280 Sondages**

Développer les aptitudes nécessaires à l'élaboration des plans de sondage et à l'analyse des résultats. Échantillon aléatoire simple. Estimation d'une moyenne, d'une proportion et d'un total. Variance des estimateurs. Estimation de la variance. Estimation par quotient et par régression. Échantillonnage par stratification. Échantillonnage par grappes.

**MAT4331 Géométrie différentielle et mécanique analytique**

Introduire à la géométrie différentielle et à ses applications, principalement à la mécanique lagrangienne. Géométrie des courbes (vecteurs tangents et de courbure, plan et cercle osculateurs). Surfaces régulières dans l'espace, exemples, expression en coordonnées de la métrique induite, géodésiques, exemples et calcul. Généralisation aux dimensions supérieures: exemples des sphères et des tores. Définition des sous-variétés de l'espace euclidien, de leur métrique induite, avec calculs d'exemples classiques. Applications à la mécanique lagrangienne. Principe de Galilée et mécanique newtonnienne. Coordonnées généralisées, définition du lagrangien, principe de Fermat et de moindre action, variation première des fonctionnelles, équation d'Euler-Lagrange, exemples: lagrangien d'une particule libre, d'un système de points matériels, d'un système non fermé. Applications: pendule double, particule dans un champ de force centrale. Géométrie extrinsèque et intrinsèque des surfaces: seconde forme fondamentale, application de Gauss, courbure extrinsèque, exemples, courbure moyenne et surfaces minimales. Théorème Egregium de Gauss, connexion, courbure et théorème de Gauss-Bonnet.

**MAT4360 Analyse numérique I**

Faire l'étude des méthodes de base de l'analyse numérique. Calcul numérique des fonctions usuelles: fractions continues; développements de Taylor; développements divers. Méthodes pour le calcul des racines des équations: itération simple, convergence linéaire; itération de Newton, convergence quadratique; méthodes pour l'accélération de la convergence. Formules d'interpolation avec l'estimation de l'erreur. Lagrange, Newton; éléments du calcul des différences finies. Dérivation numérique avec estimation de l'erreur. Intégration numérique avec estimation de l'erreur: méthodes de Monte-Carlo. Méthodes numériques élémentaires en équations différentielles: introduction, algorithme de Taylor, algorithme de Runge-Kutta, calcul de l'erreur, application au problème de Dirichler. Espaces métriques; théorème de contraction, meilleure approximation quadratique (séries de Fourier), méthodes itératives en algèbre linéaire.

Préalables académiques

INF1035 Informatique pour les sciences : programmation simulation et exploitation de données ou INF1120 Programmation I ; MAT1300 Algèbre linéaire et matricielle ; MAT1111 Calcul I

**MAT5010 Analyse complexe II**

Faire l'étude de divers thèmes de l'analyse complexe qui vont au-delà d'un premier cours sur le sujet. Rappel des notions de base de l'analyse complexe. Théorie des résidus et applications: inversion de Lagrange, évaluation de divers types d'intégrales réelles. Théorie générale des fonctions polynômiales, entières et méromorphes: théorèmes de représentation de Mittag-Leffler et de Weierstrass. Applications aux fonctions trigonométriques et aux fonctions Gamma et Zêta. Convergence uniforme sur tout compact. Théorème de Riemann sur les représentations conformes; démonstration, exemples. Fonctions univalentes: théorie de base. Théorie élémentaire des fonctions elliptiques, fonctions thêta. Prolongement analytique et notion de surface de Riemann. Fonctions modulaires et théorème de Picard (aperçu).

**MAT5071 Probabilités II**

Présentation des notions fondamentales de la théorie axiomatique des probabilités. Clarification des concepts jusqu'alors traités de façon moins formelle. Révision approfondie des notions de probabilité. Tribu d'événements. Fonctions de répartition, intégrale de Stieltjes. Convergence en probabilité. Lois des grands nombres. Lemme de Borel-Cantelli. Loi forte des grands nombres. Fonctions caractéristiques: définition, propriétés, théorème d'inversion. Convergence en loi: théorème de Slutsky; relation entre convergence en loi et en probabilité. Théorème limite central: variables iid; suites doubles; théorème de Lindeberg-Feller et de Berry-Esséen. Convergence en moyenne quadratique. Notions de théorie statistique asymptotique.

**MAT5110 Mesure et intégration**

Mesure de Borel et Lebesgue. Théorie de l'intégrale de Lebesgue. Différentiation des intégrales. Espace  $L^p$ . Applications.

**MAT5150 Théorie des ensembles**

Axiomes de Zermelo-Fraenkel. Ensembles finis et infinis. Nombres cardinaux transfinis: théorème de Cantor, théorème d'équivalence, ordre, addition, multiplication, exponentiation, hypothèse du continu, problème de la comparabilité. Ensembles totalement ordonnés et types d'ordres: addition et multiplication des types d'ordre. Ensembles bien ordonnés; induction transfinie; comparabilité, addition et multiplication des ensembles bien ordonnés; nombres ordinaux. Arithmétique des ordinaux: ordre, comparabilité, lois de calcul. Nombres ordinaux initiaux. Théorème de Zermelo et comparabilité des cardinaux. Équivalents classiques de l'axiome du choix.

Préalables académiques

MAT2250 Théorie des groupes

**MAT5171 Probabilités III**

Théorie axiomatique des probabilités: espaces probabilisés, théorie de la mesure associée et de l'intégration, variables aléatoires, probabilités transportées, indépendance et espérance conditionnelle par rapport à une tribu.

**MAT5180 Statistique III**

Approfondir et compléter la formation statistique des finissants du baccalauréat en mathématiques. Révision approfondie des concepts vus en statistiques II. Introduction au modèle linéaire général. Révision de la loi normale multivariée et de la distribution de formes quadratiques. Loi de Khi-deux non-centrale. Modèles linéaires particuliers: modèles à effets aléatoires, analyse de la covariance, schémas incomplets. Comparaisons multiples. Introduction à la théorie de la décision: fonctions de perte et d'utilité. Fonctions de risque. Règles de décision. Principes d'optimalité.

**MAT5190 Introduction à la topologie**

Faire la genèse de divers concepts topologiques à partir de l'analyse et les illustrer à l'aide de quelques exemples géométriques. Introduire aux

premiers outils de la topologie algébrique. Espaces métriques et topologiques. Applications continues. Topologie induite, topologie produit et topologie quotient. Connexité et compacité, théorèmes de Jordan et de Tychonoff, théorème de Baire. Homotopie, groupe fondamental, exemples, classification des surfaces. Revêtements, propriétés et applications. Complexes simpliciaux, réalisation géométrique, homologie simpliciale et méthodes de calcul, théorèmes de Brouwer et de Borsuk-Ulam.

### **MAT5360 Analyse numérique II**

Faire l'étude de divers thèmes avancés de l'analyse numérique. Rappels concernant le principe des contractions de Banach, erreur après  $n$  itérations. Quelques méthodes itératives pour la résolution de systèmes d'équations non linéaires (avec ou sans paramètres), applications. Interpolation d'Hermite vue comme généralisation commune des formules de Lagrange, Newton et Taylor, avec étude du reste. Confluence dans les différences divisées. Théorie de la meilleure approximation de Tchebychev et algorithme d'échange de Rémès. Généralités sur les méthodes de quadrature; méthode de Richardson-Romberg, polynômes orthogonaux appliqués aux quadratures de Gauss avec poids quelconques, quadratures multidimensionnelles; étude de l'erreur commise et applications. Méthodes numériques en optimisation. Résolution approchée d'équations aux dérivées partielles.

Préalables académiques

MAT2170 Analyse numérique I

### **MAT5900 Séminaire I**

Assurer une plus grande participation des étudiants à l'étude de livres, de documents et de revues concernant les différentes théories des mathématiques et leurs applications aux diverses branches de l'activité humaine: initiation à la recherche dans les domaines des mathématiques pures et appliquées. On y traite de sujets trop spécialisés pour faire l'objet d'un cours, ou de sujets propres à faire une synthèse des cours précédents, ou encore de sujets mixtes se rapportant à plusieurs disciplines particulières.

Modalité d'enseignement

Le cours consiste principalement en des exposés préparés par des étudiants, suivis de discussions ou encore en la réalisation en commun de travaux pratiques.

### **MAT5920 Séminaire II**

Assurer une plus grande participation des étudiants à l'étude de livres, de documents et de revues concernant les différentes théories des mathématiques et leurs applications aux diverses branches de l'activité humaine: initiation à la recherche dans les domaines des mathématiques pures et appliquées. On y traite de sujets trop spécialisés pour faire l'objet d'un cours, ou de sujets propres à faire une synthèse des cours précédents, ou encore de sujets mixtes se rapportant à plusieurs disciplines particulières.

Modalité d'enseignement

Le cours consiste principalement en des exposés préparés par des étudiants, suivis de discussions ou encore en la réalisation en commun de travaux pratiques.

### **MAT5930 Séminaire III**

Assurer une plus grande participation des étudiants à l'étude de livres, de documents et de revues concernant les différentes théories des mathématiques et leurs applications aux diverses branches de l'activité humaine: initiation à la recherche dans les domaines des mathématiques pures et appliquées. On y traite de sujets trop spécialisés pour faire l'objet d'un cours, ou de sujets propres à faire une synthèse des cours précédents, ou encore de sujets mixtes se rapportant à plusieurs disciplines particulières.

Modalité d'enseignement

Le cours consiste principalement en des exposés préparés par des étudiants, suivis de discussions ou encore en la réalisation en commun de travaux pratiques.

### **MAT6010 Calcul des variations**

Position physique du problème. Conditions nécessaires d'extremum. Équations d'Euler. Extrémités variables et conditions de transversalité. Équations de Hamilton. Application à la mécanique.

### **MAT6221 Histoire des mathématiques**

Percevoir et traiter les mathématiques comme une activité humaine dans le temps, en s'occupant principalement du déroulement des faits. Brèves considérations sur l'histoire des mathématiques comme discipline intellectuelle. Développement chronologique et thématique, des origines jusque vers 1700. Survol rapide de la suite, jusqu'à nos jours. Bibliographie.

### **PHY4340 Aspects humains de la science et de la technique**

Ce cours a pour objectif de susciter la réflexion sur les problèmes qu'on aperçoit lorsqu'on observe l'activité technoscientifique contemporaine du point de vue d'une philosophie de l'homme et de la société puis du point de vue de l'éthique. Les aspects suivants de la recherche scientifique et de l'activité technologique pourront être abordés: leur institutionnalisation, leur taux de croissance, leur impact sur la vie privée, sociale, politique ou économique; les valeurs qui les inspirent, celles qu'elles véhiculent; différence entre leurs pratiques réelles et leur image dans les médias de communication; leur place dans la gestion des grands ensembles sociaux.

### **PHY1011 L'atome**

Ce cours s'adresse à un auditoire non spécialisé et vise à expliquer le rôle important de l'atome dans le monde technologique actuel. L'évolution de la notion d'atome au cours des siècles. L'atome d'aujourd'hui: principes physique de base. Les radiations atomiques et nucléaires (photons, rayons X, alpha, bêta, gamma, ultra violet, infra rouge...). Le laser, le réacteur nucléaire, la phosphorescence et la fluorescence, l'irradiation des aliments, autres applications selon l'intérêt des étudiants.

### **PHY1112 Mécanique classique I**

Décrire et appliquer les concepts de base de la mécanique à l'aide du calcul différentiel et intégral. Dynamique d'une particule selon Newton. Mouvement en milieu résistant. Énergie potentielle et conservation de l'énergie. Mouvement harmonique, champ gravitationnel, vitesse de libération. Oscillateur libre, amorti, forcé. La cinématique en coordonnées cylindriques et sphériques. Éléments d'analyse vectorielle: gradient, divergence, rotationnel. Potentiel tridimensionnel. Moment cinétique. Force centrale. Formule de Binet. Forces proportionnelles à l'inverse du carré de la distance. Mouvement planétaire. Centre de masse. Moment d'inertie. Pendule mathématique et pendule physique.

### **PHY1691 Introduction à l'astronomie**

Objectifs

Ce cours d'introduction s'adresse aux étudiants qui désirent s'initier aux différents concepts entourant l'astronomie. Le cours vise également à présenter ces concepts en lien avec les avancées de la science actuelle dans ce domaine. Au terme de ce cours, l'étudiant sera en mesure de comprendre, par exemple, l'origine des saisons, les phases de la Lune et le phénomène des marées. Il pourra situer différents objets (planètes, astéroïdes, Sednitos, ceinture de Kuiper) dans notre système solaire ainsi que notre système solaire dans notre galaxie, et expliquer les lois universelles qui gouvernent leur mouvement. Il sera également à même de décrire les processus nucléaires inhérents au cycle de vie des étoiles et pourra aborder les questions cosmologiques actuelles telles que le big bang, la relativité générale, la matière sombre, l'énergie sombre et les exoplanètes.

Sommaire du contenu

Le cours permettra, dans un premier temps, l'étude de la localisation des planètes et des étoiles ainsi que les lois universelles qui gouvernent leur mouvement : origine des saisons sur Terre, éclipses, précession des équinoxes, travaux de Kepler et de Newton, marées, système solaire, effet Doppler, rayonnement de type corps noir et vitesse des étoiles. Puis, dans un second temps, le cours explorera les cycles des étoiles et les processus nucléaires qui les font vivre : notions élémentaires de fusion nucléaire, radioactivité, soleil, géantes rouges,

naines blanches, étoiles à neutrons, supernovas de types I et II, trous noirs. Enfin, des questions cosmologiques actuelles seront abordées : vitesse de rotation des étoiles dans les galaxies, matière sombre, luminosité des SN lointaines, énergie sombre, Big Bang, nucléosynthèse, recombinaison, COBE, WMAP, PLANCK, ondes gravitationnelles, relativité générale et exoplanètes.

### **PHY2660 Énergies nouvelles I**

Étude et description des différents systèmes de production d'énergie. Énergie nucléaire: fission (filiales à neutrons lents et à neutrons rapides); fusion (fusion lente, fusion rapide); énergie solaire: production de basse chaleur (systèmes passif et actif), de haute chaleur, production d'électricité (technologie des cellules photo-électriques), production de biomasse; énergie éolienne: les aérogénérateurs à axe horizontal et à axe vertical, configuration d'une éolienne; autres secteurs énergétiques: le sol (géothermie), la mer (marémotrice, gradient thermique, héliohydroélectricité).

### **PHY2710 L'environnement abiotique**

Principes scientifiques appliqués aux processus abiotiques et à la méthodologie instrumentale en environnement. La diagnose de la maladie planétaire. Les systèmes fondamentaux: description, propriétés et énergies associées de cohésion. Les porteurs d'interactions: l'onde électromagnétique, le domaine du visible et de la chaleur; l'onde sonore: le bruit en milieux urbain, industriel et aéroportuaire. La notion de confort associée à l'habitat et au type d'activité. Les milieux air, sol et eau et leurs interactions. Le nucléaire et les effets des radiations sur l'environnement. Cours théorique et laboratoire.

### **SCA2611 Introduction à la météorologie**

Destiné à un vaste auditoire non spécialisé, ce cours d'introduction à la météorologie comprend des applications aux loisirs, à l'environnement et à la prévision. L'atmosphère, ses constituants, son origine. Le soleil, moteur de l'atmosphère. La température. L'eau: humidité, nuages, précipitation. Les mouvements verticaux: stabilité et instabilité. La pression et les vents. La circulation générale: distribution spatiale des vents, des pressions et des précipitations. Les masses d'air, les cyclones et les fronts. Analyse du temps: observations, mesures. Lecture et analyse de cartes. Prévisions scientifiques et artisanales.

### **SCT1032 Initiation à l'archéologie**

Destiné à un auditoire non spécialisé, l'objectif de ce cours est de présenter à l'étudiant l'approche interdisciplinaire de l'archéologie contemporaine face aux problèmes de l'origine de l'espèce humaine, de son évolution et de ses interactions avec le milieu naturel jusqu'à l'apparition des grandes civilisations et de l'écriture. L'enseignement met en valeur les processus dynamiques commandant l'apparition et le développement des systèmes biologiques, sociaux, économiques, psychiques et symboliques tels que l'archéologie peut les appréhender. Les implications pour une compréhension du monde actuel et à venir sont également examinées. Aperçu de l'archéologie pratiquée en milieu québécois. Visites de musée ou de laboratoire.

### **SCT1510 Géologie générale**

La géologie en tant que science pluridisciplinaire fondamentale. Ce cours de base décrit les grands phénomènes géologiques et biogéochimiques qui ont façonné la planète de son origine à nos jours. Formation de la planète Terre et sa place dans l'univers. Structure interne de la Terre. Notion de cristallographie et de minéralogie. Les roches ignées: cristallisation des magmas. Environnements et roches sédimentaires. Principes généraux de métamorphisme. Notions de géologie structurale. Équilibre et évolution géochimiques de la planète. Éléments de datation des événements géologiques: les fossiles et la radioactivité. L'échelle stratigraphique. Introduction à la tectonique des plaques. Commentaires de cartes géologiques. Laboratoire (2 heures). Sorties sur le terrain.

### **SCT1912 Histoire de la Terre et de la Vie**

Cours de base ouvert à l'ensemble de la collectivité universitaire. L'objectif majeur du cours est la compréhension de l'évolution physique, chimique et biologique de notre planète au cours de son histoire. Histoire géologique de la terre du Précambrien au Quaternaire. Origine

et évolution des continents, des océans, de l'atmosphère et de la biosphère. Notion de temps géologique. Formation de la terre, son atmosphère primitive et l'apparition de la vie. Évolution des milieux physiques (e.g. glaciations). La vie: apparition et évolution des invertébrés, des poissons, des amphibiens, des reptiles, des mammifères, et émergence de l'homme. Paléobotanique, On insistera sur l'évolution géologique de l'Amérique du Nord, et en particulier des Laurentides, des Appalaches et Basses Terres du Saint-Laurent. L'Homme et la Terre de demain. Sorties sur le terrain. Laboratoire (1 heure).

Conditions d'accès

Cours de service.

## CHEMINEMENT TYPE DE L'ÉTUDIANT À TEMPS COMPLET DÉBUTANT À L'AUTOMNE

## Baccalauréat en mathématiques, concentration en informatique (code 7321)

| Trimestre      |         |         |         |         |         |
|----------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| <b>Automne</b> | INF1120 | MAT1006 | MAT1112 | MAT1203 | MAT2070 |
| <b>Hiver</b>   | INF2120 | MAT1013 | MAT2055 | MAT2112 | MAT3080 |
| <b>Automne</b> | INF2170 | INF3135 | MAT3112 | MAT3162 | *       |
| <b>Hiver</b>   | INF2160 | INF3105 | MAT2030 | MAT2090 | MAT3032 |
| <b>Automne</b> | INF3172 | MAT2101 | MAT3010 | *       | *       |
| <b>Hiver</b>   | INF3180 | INF4100 | MAT4360 | *       | *       |

\* Les 4 cours libres et le cours d'épistémologie.

## BACCALAURÉAT EN MATHÉMATIQUES, CONCENTRATION EN STATISTIQUE (CODE 7421)

| Trimestre      |         |         |         |         |   |
|----------------|---------|---------|---------|---------|---|
| <b>Automne</b> | MAT1006 | MAT1112 | MAT1203 | MAT2070 | * |
| <b>Hiver</b>   | MAT1013 | MAT2055 | MAT2112 | MAT3080 | * |
| <b>Automne</b> | INF1120 | MAT3071 | MAT3112 | MAT3180 | * |
| <b>Hiver</b>   | MAT2030 | MAT3031 | MAT3880 | MAT4280 | * |
| <b>Automne</b> | MAT2101 | MAT3010 | MAT3162 | MAT4081 | * |
| <b>Hiver</b>   | MAT2011 | MAT4180 | MAT4360 | *       | * |

\* Les 4 cours libres, le cours d'épistémologie et les 2 cours au choix.

## BACCALAURÉAT EN MATHÉMATIQUES, CONCENTRATION EN MATHÉMATIQUES PURES ET AUTRES CHEMINEMENTS (CODE 7721)

| Trimestre      |         |         |         |         |   |
|----------------|---------|---------|---------|---------|---|
| <b>Automne</b> | MAT1006 | MAT1112 | MAT1203 | MAT2070 | * |
| <b>Hiver</b>   | MAT1013 | MAT2055 | MAT2112 | MAT3080 | * |
| <b>Automne</b> | INF1120 | MAT2000 | MAT2101 | MAT3112 | * |
| <b>Hiver</b>   | MAT2011 | MAT2030 | MAT2090 | MAT3031 | * |
| <b>Automne</b> | MAT3010 | MAT3071 | MAT3162 | MAT4002 | * |
| <b>Hiver</b>   | MAT4331 | MAT4360 | MAT5190 | *       | * |

\* Les 4 cours libres, le cours d'épistémologie et les 2 cours au choix.

N.B. : Le masculin désigne à la fois les hommes et les femmes sans aucune discrimination et dans le seul but d'alléger le texte.  
Cet imprimé est publié par le Registrariat. Basé sur les renseignements disponibles le 16/07/13, son contenu est sujet à changement sans préavis.  
Version Hiver 2013