Doctorat en mathématiques

Téléphone : 514 987-7748
Courriel : cyc.sup.math@uqam.ca

Code	Titre	Grade	Crédits
3673	Doctorat en mathématiques	Philosophiae Doctor, Ph.D.	90

Trimestre(s) d'admission	Automne Hiver
Contingent	Programme non contingenté
Régime et durée des études	Temps complet seulement : 4 ans
Campus	Campus de Montréal
Organisation des études	Cours offerts le jour

OBJECTIFS

Ce programme de troisième cycle a comme objectif la formation de chercheurs scientifiques et l'avancement des connaissances en mathématiques dans certains domaines de pointe. Le programme vise également l'application des connaissances mathématiques à la résolution de problèmes dans des domaines variés, par exemple la physique théorique, l'optimisation combinatoire, l'algorithmique, l'informatique fondamentale, l'analyse statistique, etc.

Ce programme comporte quatre concentrations:
1. concentration en mathématiques combinatoires
2. concentration en géométrie différentielle et topologie
3. concentration en informatique mathématique
4. concentration en statistique.

CONDITIONS D'ADMISSION

Le candidat doit être titulaire d'une maîtrise en mathématiques ou l'équivalent obtenue avec une moyenne cumulative d'au moins 3,2 sur 4,3 ou l'équivalent
ou
être titulaire d'un grade de bachelier et posséder les connaissances requises et une formation appropriée.

Exceptionnellement, le candidat qui a obtenu sa maîtrise ou l'équivalent avec une moyenne cummulative inférieure à 3,2 sur 4,3 mais égale ou supérieure à 2,8 sur 4,3 ou l'équivalent, peut être admis après études de son dossier.

Exceptionnellement, un candidat dont la formation en mathématiques n'est pas pertinente au programme peut être accepté après avoir réussi un examen d'admission portant sur des connaissances générales acquises en mathématiques. Le cas échéant, ce candidat pourra se voir imposer des cours d'appoint dans la concentration choisie. Tout candidat doit présenter, avec sa demande, un avant-projet de recherche pour sa thèse.

Capacité d'accueil
Le programme n'est pas contingenté.
Compte tenu des ressources disponibles et de la nature du programme, le sous-comité d'admission et d'évaluation pourra, si cela s'avère nécessaire, limiter le nombre de candidats.

Trimestre d'admission (information complémentaire)
Admission aux trimestres d'automne et d'hiver.

Méthode et critères de sélection
Évaluation du dossier académique et des lettres de recommandation.

Une entrevue avec le sous-comité d'admission et d'évaluation pourra être exigée dans certains cas.

Régime et durée des études
Temps complet seulement: quatre ans

COURS À SUIVRE

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

CONCENTRATION EN MATHÉMATIQUES COMBINATOIRES

Cours et séminaires (18 crédits)

Six cours choisis dans la liste a), b), c), d), e) dont au moins deux dans la liste b) et au moins deux cours de séminaire à contenu variable MAT995X.

CONCENTRATION EN GÉOMÉTRIE DIFFÉRENTIELLE ET TOPOLOGIE

Cours et séminaires (dix-huit crédits)

Six cours choisis dans la liste a), b), c), d), e) dont au moins deux dans la liste c) et au moins deux cours de séminaire à contenu variable MAT993X.

CONCENTRATION EN INFORMATIQUE MATHÉMATIQUE

Cours et séminaires (18 crédits)

Six cours choisis dans la liste a), b), c), d), e) dont au moins deux dans la liste d) et au moins deux cours de séminaire à contenu variable INF994X.

CONCENTRATION EN STATISTIQUE

Cours et séminaires (18 crédits)

Six cours choisis dans la liste a), b), c), d), e) dont au moins deux dans la liste e) et au moins deux cours de séminaire à contenu variable MAT998X.

Note : Pour chacune des concentrations, les cours à suivre peuvent être remplacés par tout autre cours choisi avec l'accord de la direction de recherche (de l'étudiante, de l'étudiant) et de la direction de programme.

a)
BIF7002 Séminaire interdisciplinaire de bio-informatique
BIF7100 Ressources bioinformatiques et bioinformatique séquentielle
BIF7101 Bioinformatique des structures
INF7235 Programmation parallèle haute performance
INF7341 Structures de données
INF7440 Conception et analyse des algorithmes
INF7541 Théorie des langages et des automates
INF8340 Sémantique des langages de programmation
INF8881 Séminaire de maîtrise en informatique I
INF8882 Séminaire de maîtrise en informatique II
INF994X Séminaire d'informatique mathématique
MAT7000 Théorie des catégories
MAT7010 Analyse fonctionnelle et harmonique
MAT7020 Théorie des nombres
MAT7030 Topologie générale
MAT7032 Topologie algébrique I
MAT7050 Indécidabilité, langages et automates
MAT7070 Mesure et probabilités
MAT7081 Inférence statistique I
MAT7100 Théorie des anneaux
MAT7113 Surfaces de Riemann
MAT7200 Algèbre homologique
MAT7213 Équations aux dérivées partielles
MAT7281 Sondages
MAT7352 Combinatoire I
MAT7381 Modèles de régression
MAT7400 Représentation des groupes
MAT7410 Groupes et algèbres de Lie
MAT7431 Géométrie et combinatoire
MAT7441 Algorithmes en combinatoire
MAT7560 Optimisation combinatoire
MAT7600 Algèbre
MAT7610 Analyse
MAT8001 Géométrie algébrique et algèbre commutative
MAT8031 Topologie différentielle
MAT8081 Analyse statistique multivariée
MAT8100 Calcul des variations
MAT8131 Géométrie différentielle
MAT8181 Séries chronologiques
MAT8230 Topologie algébrique II
MAT8280 Inférence dans les processus stochastiques
MAT8380 Plans d'expériences
MAT8480 Méthodes non paramétriques
MAT8581 Analyse de données multidimensionnelles
MAT8780 Principes de simulation
MAT8880 Consultation statistique
MAT8881 Séminaire de maîtrise en mathématique I
MAT8882 Séminaire de maîtrise en mathématique II
MAT8886 Séminaire de maîtrise en statistique I
MAT898X Séminaire de biostatistique
MAT993X Séminaire de géométrie différentielle et topologie
MAT995X Séminaire de combinatoire
MAT998X Séminaire de statistique
STT8330 Théorie de l'apprentissage statistique
b)
MAT9351 Combinatoire II
MAT9400 Algèbre et combinatoire
MAT9410 Analyse et combinatoire
c)
MAT9130 Géométrie symplectique
MAT9231 Géométrie riemannienne
MAT9330 Théories cohomologiques
MAT9430 Topologie des 3-variétés
d)
INF9340 Logique computationnelle
INF9540 Géométrie computationnelle
MAT9140 Codes à longueur variable
MAT9440 Algèbre computationnelle
e)
MAT9180 Analyse de survie
MAT9381 Méthodes asymptotiques en statistique
MAT9480 Statistique bayésienne et bayésienne empirique
MAT9580 Analyse de données discrètes
Examen (écrit) de synthèse (6 crédits):
MAT9012 (Examen de synthèse; écrit) Partie générale
MAT9013 (Examen de synthèse; oral), Partie spécialisée
L'examen préfectoral comporte deux parties : la partie mathématiques générales et la partie spécialisée. La partie mathématiques générales vise à vérifier si les étudiants ont une connaissance adéquate de notions de mathématiques élémentaires faisant partie de la culture générale dans le domaine. La partie spécialisée vise à vérifier si les étudiants ont une connaissance adéquate des notions du domaine de spécialisation qu'ils ont choisi pour leurs études doctorales.

Partie mathématiques générales: Dans le but de mieux évaluer les connaissances générales du domaine d'études doctorales de chaque étudiant, ce dernier choisit au préalable 2 thèmes pour son examen général et se présente donc uniquement à deux plages horaires prévues pour l'examen général. La matière sur laquelle porte l'examen couvre des notions abordées dans des cours de premier cycle. La note de passage est de 50% pour cette partie mathématiques générales. Les questions posées ont des niveaux de difficultés variables. Partie spécialisée: Dans le but de mieux évaluer chaque étudiant dans son domaine de spécialisation, l'examen spécialisé consiste en une présentation orale suivie d'une période de questions générales et spécifiques autour d'une thématique de recherche de l'étudiant. Un comité de trois professeurs, incluant soit un directeur ou co-directeur ainsi que deux évaluateurs indépendants, est formé dans le but d'identifier la thématique à choisir en lien avec les travaux de l'étudiant, et de procéder à l'évaluation orale. Le comité informe la direction de programme de ses conclusions en soumettant un bref rapport après l'examen oral.

Remarque : Les activités au choix dans ce programme et énumérées ci-dessus ne peuvent être offertes à chacun des trimestres (automne, hiver ou été). Par conséquent, elles sont réparties sur plusieurs trimestres et sont donc offertes en alternance d'un trimestre, voire d'une année à l'autre.

Thèse (66 crédits)

La thèse de doctorat doit apporter une contribution originale en mathématiques et dans la concentration choisie par l'étudiant. Ce dernier sera encouragé à publier, seul ou en collaboration, ses résultats dans des revues scientifiques spécialisées.

CHAMPS DE RECHERCHE

Combinatoires
Géométrie différentielle et topologie
Didactique des mathématiques
Statistiques
Actuariat
Probabilité
Informatique mathématique

FRAIS

Pour les fins d'inscription et de paiement des frais de scolarité, ce programme est rangé dans la classe B.

DESCRIPTION DES COURS

BIF7002 Séminaire interdisciplinaire de bio-informatique
Ce séminaire vise à favoriser le rapprochement des étudiants et professeurs des disciplines de biologie, biochimie, mathématiques et informatique. Les étudiants seront amenés à s'intéresser à la littérature scientifique des disciplines constitutives de la bio-informatique, peu importe leur spécialité. Ils devront montrer qu'ils peuvent comprendre l'idée générale et un certain nombre de points importants d'un article ou d'une conférence, que l'article porte sur une découverte en biologie moléculaire, en informatique ou en bioinformatique.

BIF7100 Ressources bioinformatiques et bioinformatique séquentielle
Objectifs
Ce cours vise à étudier des algorithmes, techniques et ressources logicielles appliquées aux séquences en biologie moléculaire (structures primaires de l'ADN et des protéines).

Sommaire du contenu
Comparaison et alignements (simples et multiples) de séquences (ADN, protéines). Applications à la recherche dans les bases de données. Principaux outils de recherche existants et disponibles en ligne. Ressources en biologie sur le Web, dont les grandes bases de données. Séquençage et assemblage de biomolécules (ADN, ARN, protéines). Introduction aux biopuces. Prédiction et annotation des séquences fonctionnelles. Épissage alternatif. Réarrangements et comparaison de génomes.

BIF7101 Bioinformatique des structures
Objectifs
Ce cours vise à étudier des algorithmes, techniques et ressources logicielles appliquées aux structures en biologie moléculaire (arbres de phylogénie, structures tridimensionnelles des familles de protéines, réseaux).

Sommaire du contenu
Construction des arbres de phylogénie. Prédiction de la structure secondaire de l'ARN et algorithmes de repliement. Comparaison des structures secondaires de l'ARN. Structures des protéines (secondaire, tertiaire, quaternaire). Classification des protéines. Interactions entre protéines. Visualisation des protéines. Simulation des voies de régulation. Ordinateurs biologiques.

INF7235 Programmation parallèle haute performance
Modèles d'architectures à haute performance. Paradigmes de programmation parallèle et stratégies de conception de programmes parallèles. Métriques de performances et principales sources des surcoûts. Langages et librairies de programmation parallèle. Problèmes typiques en programmation scientifique haute performance: calculs de grilles, de particules, de matrices.

INF7341 Structures de données
Résultats avancés et récents en structures de données. Analyse amortie et bornes inférieures. Structures de données augmentées. Persistance des structures. Étude et comparaison d'algorithmes avancés pour les arbres et les graphes. Applications.

INF7440 Conception et analyse des algorithmes
Rappels sur l'analyse des algorithmes: notations asymptotiques, types d'analyse (pire cas, cas moyen), équations de récurrence et techniques de résolution. Stratégies de conception d'algorithmes séquentiels (diviser pour régner, programmation dynamique, algorithmes voraces): algorithmes déterministes d'exploration d'espaces combinatoires (marche arrière, avec séparation et évaluation progressive). Sujets divers: Algorithmes parallèles , algorithmes probabilistes (méthode Monte-Carlo, chaînes de Markov), heuristiques et algorithmes d'approximation pour problèmes difficiles.

INF7541 Théorie des langages et des automates
Langages, grammaires et automates. Familles de langages: propriété de clôture, formes normales, propriétés d'itération. Transformations de langages. Propriétés décidables des langages et leur complexité; propriétés indécidables.

INF8340 Sémantique des langages de programmation
Grammaires attribuées et algorithmes d'évaluation. Principaux modèles sémantiques: opératoire, dénotationnel et axiomatique. Applications à l'automatisation, la récupération d'erreur et la preuve de programmes.

INF8881 Séminaire de maîtrise en informatique I
Ce séminaire a pour but de favoriser l'accès à divers domaines spécialisés ou nouveaux en informatique ainsi que l'initiation à la recherche.

INF8882 Séminaire de maîtrise en informatique II
Ce séminaire a pour but de favoriser l'accès à divers domaines spécialisés ou nouveaux en informatique ainsi que l'initiation à la recherche.

INF9340 Logique computationnelle
Déduction et calcul, déduction naturelle, logique linéaire, lambda calcul, combinateurs, catégories cartésiennes fermées, théorie des types, théorie des constructions, mécanisation des logiques d'ordre supérieur, procédures de décision, heuristiques, mathématiques constructives. Applications: programmation fonctionnelle, programmation logique, démonstration de théorèmes assistée par ordinateur, langages formels de spécifications.

INF9540 Géométrie computationnelle
Calcul d'enveloppes convexes et applications: calcul de l'enveloppe convexe d'un nombre fini de points du plan Algorithmes de balayage et du type «diviser et régner» Versions dynamiques du problème de l'enveloppe convexe Calcul d'enveloppes convexes pour des ensembles de points appartenant à R N , ou N>ou=3. Calcul de l'enveloppe convexe d'un polygone Applications à la statistique (calcul du diamètre d'un ensemble fini de points) Problèmes de proximité Algorithmes du type «diviser pour régner» pour résoudre le problème du plus court segment Diagramme de Voronoï Arbres de recouvrement minimaux dans le plan Problème du voyageur de commerce dans le plan Triangulations planaires Triangulations «gloutonnes» Calcul de l'intersection ou de la réunion d'une collection d'objets géométriques: problèmes de visualisation (lignes ou faces cachées) Intersection d'une collection de polygones convexes Intersection d'une collection de segments de droites Géométrie des rectangles et applications à la conception de circuits VLSI Calcul du contour d'une collection de rectangles Intersections de rectangles

INF994X Séminaire d'informatique mathématique
Ce séminaire a pour but de favoriser les activités de recherche, l'éclosion et la diffusion d'idées nouvelles en mathématique informatique. Il comporte normalement au moins un exposé par étudiant inscrit.

MAT7000 Théorie des catégories
Catégories. Foncteurs. Transformations naturelles. Limites et foncteurs adjoints. Monades, catégories algébriques. Préfaisceaux et faisceaux. Topos. 2-catégories.

MAT7010 Analyse fonctionnelle et harmonique
Définition et propriétés élémentaires des espaces de Banach et de Hilbert. Applications linéaires bornées. Théorème de Hahn-Banach. Théorème de Banach-Steinhaus. Convexités. Opérateurs compacts. Algèbre de Banach. Théorie de Gelfand. Analyse harmonique sur les groupes commutatifs localement compacts.

MAT7020 Théorie des nombres
Aspects algébriques: corps finis, équations sur un corps fini, théorème de Chevalley-Waring, loi de réciprocité quadratique. Entiers p-adiques, nombres p-adiques. Symbole de Hilbert. Formes quadratiques, formes quadratiques entières, sommes de 2, 3 ou 4 carrés. Aspects analytiques: factorisation, suites de Farey, approximation des irrationnels par des rationnels, fonctions arithmétiques, théorème de Minkowski, théorie des nombres premiers, théorème de Dirichlet sur les nombres premiers en progression arithmétique, la fonction zeta de Riemann et ses liaisons avec le raffinement du théorème sur la distribution des nombres premiers. Formes modulaires. Ensembles

diophantiens, théorème de Matiyasevic.

MAT7030 Topologie générale
Définitions fondamentales. Filtres et suites généralisées. Applications continues. Axiomes de séparation. Espaces compacts. Méthodes de définition d'une topologie. Connexion. Espaces produits. Structures uniformes. Espaces métriques. Théorème de Baire.

MAT7032 Topologie algébrique I
Groupe fondamental. Théorie des revêtements. Groupes d'homotopie de dimensions supérieures. Homologie singulière relative, homologie simpliciale, théorème d'approximation simpliciale. Relation entre le groupe fondamental et le premier groupe d'homologie. Théorème d'excision. Suite exacte de Mayer-Vietoris. Homologie des sphères, degré des applications entre sphères, applications. Théorème de Jordan-Brouwer. Complexes C.W. et discussion des théorèmes de base de la théorie de l'homotopie: théorème de Whithead, théorème de Hurewicz. Homologie cellulaire, caractéristique d'Euler. Le théorème de point fixe de Lefschetz.

MAT7050 Indécidabilité, langages et automates
Notions générales sur les fonctions récursives. Méthode générale de démonstration de l'indécidabilité des théories. Automates, machines séquentielles.

MAT7070 Mesure et probabilités
Tribus et variables aléatoires. Théorie de l'intégration: théorème de Lebesgue, espace Lp, théorème de Fubini. Construction de mesures, mesure de Radon. Indépendance. Conditionnement.

MAT7081 Inférence statistique I
Espérance conditionnelle. Prédiction. Modèles statistiques, familles exponentielles, exhaustivité. Méthodes d'estimation: maximum de vraisemblance, moindres carrés etc. Optimalité: estimateurs sans biais à variance minimum, inégalité de l'information. Propriétés asymptotiques des estimateurs. Intervalles de confiance et précision. Éléments de base de la théorie des tests. Probabilité critique, puissance en relation avec la taille d'échantillon. Relation entre tests et intervalles de confiance. Tests pour des données discrètes.

MAT7100 Théorie des anneaux
Généralités sur les anneaux: idéaux et homomorphismes, somme sous-directe. Anneaux et modules. Radical premier. Théorème de Wedderburn-Artin. Radical de Jacobson.

MAT7113 Surfaces de Riemann
Généralités: définitions et exemples de surfaces de Riemann. Les applications holomorphes et méromorphes, leurs propriétés fondamentales. Topologie (classification des surfaces, cohomologie de Cech). Théorie algébrique: faisceaux et cohomologie. Fibrés et formes différentielles. Résolution fine d'un faisceau, théorèmes de De Rham et Dolbeault. Théorèmes de finitude. Diviseurs et fibrés en droites. Théorème de Riemann-Roch. Dualité de Serre. Théorème de Abel-Jacobi. Théorie géométrique: théorème d'uniformisation. Classification des courbes elliptiques (surfaces de Riemann de genre 1). Métrique de Poincaré et surfaces hyperboliques. Notions de théorie de Teichmüller.

MAT7200 Algèbre homologique
Modules; suites exactes; complexes de chaînes homologie d'un complexe de chaînes; homologie simpliciale et singulière; cohomologie; formule des coefficients universels; foncteurs Tor et Ext; formule de Künneth; anneau de cohomologie singulière.

MAT7213 Équations aux dérivées partielles
Équations elliptiques et paraboliques. Équations de Kolmogorov, directe et rétrograde. Noyau de la chaleur. Conditions initiales et aux frontières. Fonctions harmoniques et sous-harmoniques. Problème de Dirichlet. Solutions probabilistes. Formule de Feynman-Kac. Principe du maximum. Stabilité. Méthode de séparation des variables. Décomposition spectrale d'un opérateur elliptique. Méthode des différences finies.

MAT7281 Sondages
Optimalité des stratégies d'échantillonnage; échantillonnage avec probabilités inégales; estimateurs d'Horvitz-Thompson et estimateur de Yates et Grundy. Échantillonnage double; application à l'échantillonnage stratifié.

MAT7352 Combinatoire I
Revue des fonctions élémentaires de dénombrement, ensembles pondérés, démonstrations bijectives et involutives, q-analogues. Séries génératrices ordinaires, partages d'entiers, q-séries, nombres de Fibonacci généralisés, séries rationnelles, nombres entiers. Séries génératrices exponentielles, théorie des espèces de structures, structures de données définies par des équations fonctionnelles, formule d'inversion de Lagrange, espèces pondérées, application aux polynômes orthogonaux. Théorie de Polya-Joyal, séries indicatrices, théorèmes de composition, application au dénombrement de types de graphes et d'arbres. Inversion de Möbius dans les ensembles partiellement ordonnés et dans les monoïdes et catégories de Möbius, monoïdes partiellement commutatifs, empilement de cycles, application aux identitiés matricielles.

MAT7381 Modèles de régression
Théorie des modèles linéaires généraux. Théorie des modèles linéaires généralisés. Régression logistique. Modèles log-linéaires.

MAT7400 Représentation des groupes
Représentations linéraires des groupes finis. Sous-représentations, théorème de Mashke; représentations irréductibles. Théorie des caractères. Décomposition en composantes isotypiques. Produits tensoriels; représentation induites. Représentations linéaires des groupes compacts. Exemples: groupes cycliques, diédraux, symétriques: tores, groupes de rotations.

MAT7410 Groupes et algèbres de Lie
Définitions, exemples et propriétés de base des groupes et algèbres de Lie. Classification et structure des algèbres de Lie semi-simples. Décomposition de Cartan: algèbres de Lie réelles. Formule des caractères de Weyl. Représentations orthogonales et symplectiques.

MAT7431 Géométrie et combinatoire
Géométries finies: treillis géométriques. Ensembles partiellement ordonnés, extensions linéaires; complexes simpliciaux associés. Propriétés de Sperner; théorèmes de Dilworth et de Greene. Aspects combinatoires de la topologie algébrique. Configurations combinatoires; applications aux statistiques.

MAT7441 Algorithmes en combinatoire
Représentation informatisée des structures combinatoires (permutations, partitions, compositions, etc). Génération exhaustive et aléatoire de ces structures. Algorithme de Robinson-Schensted. Arbres binaires de recherche; structures de données. Algorithmes sur les graphes: calcul de polynômes associés aux graphes. Algorithmes de coloration et de planarité.

Préalables académiques
MAT7352 Combinatoire I

MAT7560 Optimisation combinatoire
Révision de l'algorithme du simplexe et de la théorie de la dualité. Problèmes classiques de l'optimisation combinatoire: flot maximum, couplage maximal, arbre minimal dans un graphe; problème du voyageur de commerce. Programmation linéaire en nombres entiers. Étude de la complexité des algorithmes introduits.

MAT7600 Algèbre
Lemme de Zorn. Catégories et foncteurs: notions et exemples de base: catégories de structures mathématiques, monoïde, catégorie des ensembles; section, rétraction, exemples géométriques et algébriques. Foncteurs et transformations naturelles: exemples de base, catégories de foncteurs. Équivalence de catégories: exemples de base. Modules. Théorèmes d'homomorphisme et d'isomorphisme. Sommes et produits directs, modules libres. Modules de type fini sur un anneau principal et

applications aux formes canoniques des matrices. Modules noethériens et artiniens: exemples et propriétés de base. Modules indécomposables, théorème de Krull-Schmidt. Anneaux et polynômes: nilradical et localisation; élimination classique, ensembles algébriques, théorème des zéros de Hilbert. Théorie des corps: groupe de Galois, résolution par radicaux; indépendance algébrique, degré de transcendance, dimension des ensembles algébriques irréductibles; corps ordonnables, 17e problème de Hilbert.

MAT7610 Analyse
Espaces métriques. Espaces de Banach: définition; exemples (Rn, Co(0, 1)...; applications linéaires continues. Calcul différentiel: dérivabilité; inversion locale; dérivée seconde, extremums; dérivée d'ordre supérieur; formule de Taylor. Sous-variétés: définition; exemples; extremum d'une fonction sur une sous-variété. Tribu de parties d'un ensemble. Mesures positives. Fonctions intégrables. Théorèmes de convergence. Théorème de convergence dominée; applications. Espaces LP. Théorème de Radon-Nikodym. Théorème de Fubini. Changement de variable. Théorème de Riesz. Espaces de Hilbert séparables: base hilbertienne, existence; exemple; analyse de Fourier. Opérateurs compacts: théorème de Fredholm; application aux équations intégrales; application au problème de Sturm-Liouville.

MAT8001 Géométrie algébrique et algèbre commutative
Anneaux de polynômes. Théorème de base et théorème des zéros de Hilbert, élimination classique. Dimension de Krull des anneaux. Localisation dans les anneaux. Variétés affines et projectives. Topologie de Zariski. Composantes irréductibles. Dimension de Krull. Schémas affines et projectifs. Paysage du local au global. Degré et multiplicité d'intersection. Théorème de Bezout pour les courbes planes et généralisations. Méthodes algorithmiques: bases de Gröbner, calcul avec les idéaux, calcul de dimension, de genre, de résolutions libres minimales à l'aide de logiciels.

MAT8031 Topologie différentielle
Variétés et applications différentiables. Sous-variétés, homotopie régulière et isotopie, difféotopie, théorèmes d'extension, théorème de Cerf. Structures différentiables exotiques et homotopie des groupes de difféomorphismes. Théorème de Sard, espaces de jets, topologie de Whitney et théorèmes de tranversalité. Introduction au h-principe et applications à la théorie de Morse et de Hirsch. Stabilité, théorème de Mather, formes normales des singularités stables en petite dimension, exemples. Invariants et stratification de Thom-Boardman.

MAT8081 Analyse statistique multivariée
Étude des distributions échantillonnales classiques: T2 de Hotelling; loi de Wishart; distribution des valeurs et des vecteurs propres; distribution des coefficients de corrélation. Analyse de variance multivariée. Test d'indépendance de plusieurs sous-vecteurs. Test de l'égalité de matrices de covariance. Sujets spéciaux.

MAT8100 Calcul des variations
Calcul différentiel sur les variétés de Banach: théorème du rang constant, dérivées d'ordre supérieur, théorème de Sard-Smale, théorie de Fredholm. Exemples: géodésiques sur une variété riemannienne compacte, réduction à la dimension finie (géodésiques brisées). Calcul des variations classiques: équation d'Euler-Lagrange, d'Hamilton-Jacobi, fonctionnelles d'énergie et d'aire. Exemples: fonctions harmoniques, variétés minimales. Théorie de Morse en dimension infinie, condition de Palais-Smale. Théorie du degré de Leray-Schauder. Introduction aux catégories de Liusternik-Schnirelmann. Indice relatif des fonctionnelles dont le sous-espace défini négatif aux points critiques est de dimension infinie. Exemples: fonctionnelle d'action, indice de Conley-Zehnder, indice relatif de Viterbo-Floer. Perte de Palais-Smale et perte de compacité: introduction au phénomène de «bubbling off» dans divers contextes (fonctions harmoniques, courbes pseudoholomorphes).

MAT8131 Géométrie différentielle
Rappels de topologie et d'analyse. Variétés et applications différentiables, fibré tangent et différentielle d'une application. Théorème du rang constant et formes normales. Partition de l'unité et applications. Transversalité, théorème de Sard et énoncé du théorème de Thom. Tenseurs et formes différentielles, dérivée de Lie et dérivée extérieure. Intégration sur les variétés, théorème de Stokes. Distributions, théorème de Frobenius, feuilletages, Fibrés vectoriels et principaux, les connexions comme systèmes différentiels.

MAT8181 Séries chronologiques
Généralités sur les processus stochastiques. Processus stationnaires. Représentation de la fonction de covariance. Densité spectrale. Filtre. Estimation de la fonction de covariance. Estimation de la densité spectrale. Estimation des paramètres et prédiction pour des processus autorégressifs et des processus à moyenne mobile. Sujets spéciaux.

MAT8230 Topologie algébrique II
Homologie avec coefficients, théorème des coefficients universels. Cohomologie singulière, théorème de coefficients universels pour la cohomologie. Produits, théorème de Künneth. Orientation et dualité dans les variétés. Axiomes d'Eilenberg-Steenrod. Cohomologie de de Rham, de Cech, d'Alexander. Théorème de de Rham. Foncteurs d'homotopie et foncteurs représentables. Théories d'homologie et cohomologie généralisées: K-théorie, cobordisme. Quelques applications élémentaires de la K-théorie et du cobordisme. Homologie avec coefficients locaux.

MAT8280 Inférence dans les processus stochastiques
Problèmes d'estimation dans les chaînes de Markov, dans les processus de ramification, dans les processus de Poisson, de naissance, de naissance et de mort. Applications aux phénomènes d'attente.

MAT8380 Plans d'expériences
Théorie et applications des modèles linéaires généraux. Analyse de variance des modèles à effets fixes et des modèles à effets variables. Construction de plans d'expériences et application aux problèmes de recherche expérimentale.

MAT8480 Méthodes non paramétriques
Statistique non paramétrique classique: tests de rang et tests de permutation, efficacité asymptotique relative de deux tests, tests d'ajustement, coefficients de corrélation (de Spearman, tau de Kendall); estimation robuste (médiane, moyennes tronquées). Initiation à l'estimation de la densité et à la régression non paramétrique: concepts de lissage et de choix de paramètre lissant; procédures simples de S-plus.

MAT8581 Analyse de données multidimensionnelles
Analyse en composantes principales. Analyse discriminante. Positionnement multidimensionnel. Analyse des correspondances. Corrélation canonique. Analyse factorielle. Clustering.

MAT8780 Principes de simulation
Nombre aléatoire. Simulation de lois classiques. Méthodes d'inversion et de rejet. Algorithmes spécifiques. Simulation des chaines de Markov à temps discret et continu. Solution numérique des équations différentielles ordinaires et stochastiques. Méthode numérique d'Euler et de Runge-Kutta. Formule de Feynman-Kac. Discrétisation. Approximation faible et forte, explicite et implicite. Réduction de la variance. Analyse des données simulées. Sujets spéciaux.

Modalité d'enseignement
Le cours traite aussi bien des aspects pratiques (calcul sur ordinateur) que théoriques de la simulation.

MAT8880 Consultation statistique
Étude et analyse de données déjà recueillies en utilisant des statistiques descriptives, ainsi que des techniques de régression multiple, plans d'expérience, modèles linéaires généralisés.

MAT8881 Séminaire de maîtrise en mathématique I
Ce séminaire a pour but de favoriser l'accès à divers domaines spécialisés ou nouveaux en mathématiques fondamentales ainsi que l'initiation à la recherche.

MAT8882 Séminaire de maîtrise en mathématique II
Ce séminaire a pour but de favoriser l'accès à divers domaines spécialisés ou nouveaux en mathématiques fondamentales ainsi que l'initiation à la recherche.

MAT8886 Séminaire de maîtrise en statistique I
Ce séminaire a pour but de favoriser l'accès à divers domaines spécialisés ou nouveaux en statistique ainsi que l'initiation à la recherche.

MAT898X Séminaire de biostatistique
Ce séminaire a pour but de favoriser l'accès à divers domaines spécialisés ou nouveaux en biostatistiques ainsi que l'initiation à la recherche. Pour obtenir le descriptif du cours à contenu variable, consultez le lien suivant : http://math.uqam.ca/mat898x-seminaire-de-biostatistique/

MAT9012 (Examen de synthèse; écrit) Partie générale
Objectifs
Vérifier si l'étudiant a une connaissance adéquate de notions mathématiques élémentaires dans son domaine d'études doctorales.

Sommaire du contenu
L'étudiant devra choisir deux thèmes parmi les suivants: - Algèbre - Analyse - Informatique mathématique - Finance actuarielle - Statistique actuarielle - Probabilités - Statistique mathématique - Statistique appliquée

MAT9013 (Examen de synthèse; oral), Partie spécialisée
Objectifs
Permettre à l'étudiant de démontrer sa capacité à la recherche dans le domaine choisi.

Sommaire du contenu
Cet examen de synthèse consiste en une présentation orale suivie d'une période de questions générales et spécifiques autour d'une thématique de recherche de l'étudiant. Un comité de trois professeurs, incluant soit un directeur ou un co-directeur ainsi que deux évaluateurs indépendants, est formé dans le but d'identifier la thématique à choisir en lien avec les travaux de recherche de l'étudiant et de procéder à cette évaluation orale. Le comité informe la direction de programme de ses conclusions en soumettant un bref rapport après l'examen .

MAT9130 Géométrie symplectique
Mécaniques lagrangienne et hamiltonienne; forme symplectique standard sur l'espace des phases R2N; équations d'Hamilton; variétés symplectiques, sous-variétés isotropes et lagrangiennes. Exemples: CN, le fibré cotangent d'une variété et les variétés kahlériennes. Théorème de Kostant-Weinstein. Systèmes hamiltoniens et actions de groupes sur les variétés symplectiques. Fibrés symplectiques et indice de Maslov. Intersection lagrangienne.

Préalables académiques
MAT8131 Géométrie différentielle

MAT9140 Codes à longueur variable
Codes préfixes, structure combinatoire des codes bipréfixes, méthodes syntaxiques et séries formelles, groupes associés aux codes, méthodes probabilistes, conjugaison, factorisations du monoïde libre et bases de l'algèbre de Lie libre, factorisation des codes, équivalence commutative, semi-simplicité des algèbres syntaxiques des codes bipréfixes.

MAT9180 Analyse de survie
Lois de probabilité de survie, modèles de pannes. Estimation du taux d'arrivée; modèle à arrivées proportionnelles; données censurées (tronquées) et vraisemblance partielle. Inférence basée sur les rangs. Analyse d'expériences biologiques.

MAT9231 Géométrie riemannienne
Variétés riemanniennes, connexions, géodésiques. Exemples de variétés riemanniennes. Courbure sectionnelle, de Ricci, scalaire. Lemme de Gauss, application exponentielle, théorème de Hopf-Rinow. Transport parallèle, holonomie, théorème d'irréductibilité et de De Rham. Variations première et seconde, champs de Jacobi, cut locus. Théorème de Bonnet-Myers, théorème de Synge, théorème de Cartan-Hadamard. Théorème de comparaison de Rauch, Alexandrov et Toponogov. Submersion riemannienne, espaces homogènes riemanniens, espaces symétriques, l'exemple de CPn. Théorème de Hodge-De Rham. Théorème de Bochner. Volume, théorèmes de Bishop et de Heintze-Karcher. Sous-variétés, seconde forme fondamentale, équation de Gauss. Inégalités isopérimétriques. Géométrie spectrale. Théorème de finitude de Cheeger.

MAT9330 Théories cohomologiques
Préliminaires sur les complexes simpliciaux et C.W.-complexes. Homotopie. Axiomes d'Eilenberg-Steenrod et axiomes d'une théorie cohomologique généralisée. Exemples: cohomologie singulière; fibrés vectoriels et K-théorie; cobordisme orienté et non orienté, homotopie stable. Produits dans ces théories. Spectres et théorèmes de représentation. Quelques applications: théorie des obstructions, formules d'indice, cobordisme d'immersions.

MAT9351 Combinatoire II
Étude approfondie des séries génératrices en combinatoire. Caractérisation des séries rationnelles algébriques. D-finies. Séries associées aux espèces de structures: séries génératrices et séries indicatrices, théorèmes de substitution. Application au dénombrement de types de structures et de structures asymétriques. Théorème de dissymétrie pour les arbres. Décompositions moléculaire et atomique d'une espèce. Foncteurs analytiques. Liens avec les fonctions symétriques et les représentations linéaires du groupe symétrique.

Préalables académiques
MAT7352 Combinatoire I

MAT9381 Méthodes asymptotiques en statistique
Théorie et méthodes récentes en approximation asymptotique. Étude approfondie de la fonction de répartition échantillonale et de ses applications.

MAT9400 Algèbre et combinatoire
Monoïdes et algèbres libres. Inversion de Mobius dans les monoïdes de commutation; théorie des empilements. Applications à l'algèbre linéaire. Tableaux de Young, algorithme de Robinson-Schensted, partitions planes, formules des équerres. Fonctions symétriques, séries indicatrices. Étude de certains thèmes parmi les suivants: anneaux, théorie des invariants, combinatoire et algèbre commutative.

Préalables académiques
MAT7352 Combinatoire I

MAT9410 Analyse et combinatoire
Interaction entre la combinatoire et l'analyse constructive unie et multidimensionnelle: l'inversion de Lagrange, théorème des fonctions implicites, itération de Newton-Raphson, équations différentielles et analyse numérique en général. Méthodes combinatoires pour les polynômes orthogonaux, les fractions continues et les fonctions spéciales; liaisons avec l'approche probabiliste de Karlin et McGrégor. Applications au dénombrement des structures et à la modélisaiton mathématique; par exemple: en physique statistique et en biologie moléculaire. Étude analytique et combinatoire des Q-séries. Méthodes d'analyse pour le dénombrement asymptotique.

Préalables académiques
MAT7352 Combinatoire I

MAT9430 Topologie des 3-variétés
Préliminaires sur les variétés topologiques. Décomposition de Heegard. Les théorèmes de Papakyriakopoulous. Le théorème de décomposition en variétés premières et la conjecture de Kneser sur le produit libre. Surfaces plongées dans les 3-variétés, variétés de Haken, hiérarchies et la déformation d'équivalence d'homotopie. Espaces fibrés de Seifert. Décomposition des 3-variétés suivant une famille caractéristique de Tores. Structures géométriques sur les 3-variétés.

MAT9440 Algèbre computationnelle
Formes normales et canoniques, algorithmes d'Euclide, théorème chinois, factorisation dans les anneaux euclidiens. Calcul effectif de solutions d'équations fonctionnelles et différentielles sous forme close. Calcul de forme normale. Bases de Grobner. Calculs numériques en précision illimitée. Développement en série et approximants de Padé. Calcul tensoriel. Applications: systèmes interactifs de calcul algébrique. Optimisation des automates et des programmes.

MAT9480 Statistique bayésienne et bayésienne empirique
Théorie et méthodologie bayésiennes et bayésiennes empiriques avec des applications aux autres domaines de recherche.

MAT9580 Analyse de données discrètes
Analyse de données catégoriques. Modèle log-linéaire. Modèle logistique. Analyse de diversité.

MAT993X Séminaire de géométrie différentielle et topologie
Ce séminaire a pour but de favoriser les activités de recherche, l'éclosion et la diffusion d'idées nouvelles en géométrie différentielle et topologie. Pour obtenir le descriptif du cours à contenu variable, consultez le lien suivant : http://math.uqam.ca/mat993x-seminaire-de-geometrie-differentielle-et-topologie/

Modalité d'enseignement
Il comporte normallement au moins un exposé par étudiant inscrit.

MAT995X Séminaire de combinatoire
Ce séminaire a pour but de favoriser les activités de recherche, l'éclosion et la diffusion d'idées nouvelles en mathématiques combinatoires. Pour obtenir le descriptif du cours à contenu variable, consultez le lien suivant : http://math.uqam.ca/mat995x-seminaire-de-combinatoire/

Modalité d'enseignement
Il comporte normalement au moins un exposé par étudiant inscrit.

MAT998X Séminaire de statistique
Ce séminaire a pour but de favoriser les activités de recherche, l'éclosion et la diffusion d'idées nouvelles en statistique. Pour obtenir le descriptif du cours à contenu variable, consultez le lien suivant : http://math.uqam.ca/mat998x-seminaire-de-statistique/

Modalité d'enseignement
Il comporte au moins un exposé par étudiant inscrit.

STT8330 Théorie de l'apprentissage statistique
Objectifs
Définir les fondations théoriques de l'apprentissage statistique et de l'apprentissage machine ainsi qu'approfondir les connaissances de l'étudiant des modèles et méthodes communément employés.

Sommaire du contenu
Classes d'hypothèse. Fonctions de perte et de risque. Décomposition biais-complexité. Complexité algorithmique. Régularisation, stabilité et surapprentissage. Optimisation convexe. Révision des modèles d'apprentissage statistique classiques, tels l es r éseaux de neurones, à travers cette nouvelle perspective. Programmation dans un langage tel que R ou Python.

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 25/04/25, son contenu est sujet à changement sans préavis.
Version Hiver 2023