

Doctorat en informatique

Téléphone : 514 987-3312

Courriel : di@uqam.ca

Code	Titre	Grade	Crédits
3121	Doctorat en informatique	Philosophiae Doctor, Ph.D.	90
2222	Concentration en systèmes électroniques *	Philosophiae Doctor, Ph.D.	90

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

Contingent	Programme non contingenté
Régime et durée des études	Temps complet : 4 ans Temps partiel : 6 ans
Campus	Campus de Montréal
Organisation des études	Cours offerts le soir Cours offerts le jour

OBJECTIFS

Le programme de doctorat en informatique a pour objectif général la formation de chercheurs et de personnes hautement qualifiées en informatique ainsi que l'avancement des connaissances dans des domaines de pointe de la discipline. Par leurs activités de recherche, les étudiants du programme pourront se spécialiser dans divers domaines de l'informatique fondamentale ou appliquée, comme la téléinformatique, le génie logiciel, l'informatique théorique, l'intelligence artificielle, l'informatique système et les systèmes électroniques. Les chercheurs formés pourront ainsi contribuer au développement de la discipline, ainsi qu'aux nombreuses innovations auxquelles elle contribue dans d'autres disciplines.

On distingue trois catégories d'objectifs spécifiques dans ce doctorat :

- **Approfondissement de connaissances** : Approfondir les connaissances acquises antérieurement; acquérir une spécialisation avancée.
- **Compétences en recherche** : Être capable d'effectuer une synthèse des connaissances dans un domaine précis; être apte à formuler une problématique de recherche; établir une stratégie de résolution de problème; réaliser de façon autonome une recherche originale; accroître l'étendue et le niveau des connaissances en informatique.
- **Habilités personnelles et de communication** : Renforcer la capacité d'apprendre par soi-même de façon continue; développer les habiletés à transmettre les connaissances et diffuser les travaux de recherche auprès des pairs.

CONDITIONS D'ADMISSION

Programme général (3121)

Le candidat doit être titulaire d'une maîtrise, obtenue avec une moyenne d'au moins 3,2 sur 4,3 ou l'équivalent, en informatique, en mathématiques (option informatique), en génie logiciel ou dans un domaine connexe.

Concentration en systèmes électroniques (2222)

Le candidat doit être titulaire d'une maîtrise, obtenue avec une moyenne d'au moins 3,2 sur 4,3 ou l'équivalent, en informatique

(concentration systèmes électroniques), en génie informatique, en génie électrique ou dans un domaine connexe.

Programme général et concentration en systèmes électroniques

Un candidat titulaire d'une maîtrise de l'UQAM dans les domaines précités obtenue avec une moyenne cumulative inférieure à 3,2 sur 4,3 (ou l'équivalent) peut être admis, après étude de son dossier par le sous-comité d'admission et d'évaluation.

Un candidat titulaire d'une maîtrise d'une université autre que l'UQAM dans les domaines précités obtenue avec une moyenne cumulative inférieure à 3,2 sur 4,3 mais égale ou supérieure à 2,7 sur 4,3 (ou l'équivalent) peut être admis, après étude de son dossier par le sous-comité d'admission et d'évaluation.

Exceptionnellement, un candidat détenant un grade de bachelier dans un des domaines précités, possédant les connaissances appropriées, une expérience jugée pertinente et une formation adéquate à la recherche peut être admis après étude de son dossier par le sous-comité d'admission et d'évaluation.

Au moment de l'admission, le candidat doit avoir choisi son directeur de recherche et doit présenter une proposition de projet de recherche accompagnée d'une entente de support financier pour une année et d'un engagement de l'étudiant à effectuer des demandes de bourses auprès d'organismes subventionnaires.

Le candidat doit aussi démontrer qu'il possède une connaissance suffisante des langues française et anglaise. Une rencontre ou un examen pourra être exigé. Certains candidats dont les connaissances linguistiques seraient considérées insuffisantes pourraient se voir imposer des cours de français ou d'anglais.

Capacité d'accueil

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

Trimestre d'admission (information complémentaire)

Admission continue.

Admissions conditionnelles

Exceptionnellement, un candidat qui possède un excellent dossier mais qui n'a pas encore trouvé de directeur de recherche pourra être admis conditionnellement. Dans ce cas, pour être admis de façon définitive, le candidat devra démontrer qu'il a pris entente avec un directeur de recherche et qu'il a présenté son projet de recherche accompagné d'une entente de support financier et d'un engagement à effectuer des demandes de bourses, au plus tard six mois après sa première inscription.

Méthode et critères de sélection

La sélection des candidats est basée sur l'évaluation des éléments suivants de la demande d'admission :

- qualité du dossier académique;
- contenu des lettres de recommandation;
- pertinence de la proposition de projet de recherche;
- viabilité de l'entente de support financier, qui doit être adéquat pour permettre la réalisation du travail de recherche envisagé.

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

Après étude de l'ensemble du dossier, le sous-comité d'admission et d'évaluation pourra exiger d'un candidat qu'il réussisse certains cours d'appoint ou une propédeutique si sa formation est jugée insuffisante dans certains domaines.

Régime et durée des études

Temps complet : quatre ans

Temps partiel : six ans

Les deux premières années dans le programme doivent être suivies à temps plein. Exceptionnellement, après qu'il ait satisfait aux exigences de l'examen doctoral dans les délais requis, l'étudiant pourra faire une demande de changement de régime d'études. Cette demande sera évaluée par le sous-comité d'admission et d'évaluation qui veillera à ce qu'une grande majorité des étudiants poursuivent à temps plein.

COURS À SUIVRE

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

Scolarité spécifique au doctorat (9 crédits)

Le cours suivant (3 crédits) :

INF9810 Séminaires de doctorat en informatique

Examen doctoral (6 crédits)

L'examen doctoral comprend les deux activités suivantes :

Programme général (3121)

INF9813 Examen général

INF9812 Projet de thèse

Concentration en systèmes électroniques (2222)

INF9812 Projet de thèse

INF9814 Examen général des systèmes électroniques (6 cr.)

Scolarité complémentaire (7 crédits)

Le cours suivant (1 crédit)

DDD9667 Introduction à l'enseignement à l'université (1 cr.)

Deux cours au choix (6 crédits)

Programme général (3121)

Deux cours choisis parmi les listes suivantes, avec l'accord de la direction de recherche et après entente avec le sous-comité d'admission et d'évaluation :

La liste des cours au choix du programme de doctorat en informatique

ci-dessous;

Les cours proposés par d'autres programmes (à l'exception des cours INF7341 et INF7440 qui sont considérés hors programme).

Concentration en systèmes électroniques (2222)

Deux cours choisis parmi les listes suivantes, avec l'accord de la direction de recherche et après entente avec le sous-comité d'admission et d'évaluation :

Les cours siglés EMB ou MSE parmi les cours au choix du programme de doctorat en informatique (voir liste ci-dessous);

Les cours INF7345, INF7370, INF8650, INF8652, INF8750 et MAT9240;

Les cours en systèmes électroniques proposés par d'autres programmes.

Liste des cours au choix du programme :

BIF7002	Séminaire interdisciplinaire de bio-informatique
BIF7100	Ressources bioinformatiques et bioinformatique séquentielle
BIF7101	Bioinformatique des structures
BIF7104	Bioinformatique et sciences de la santé
BIF7105	Méthodes statistiques en bioinformatique
DIC9250	Génie cognitif
DIC9310	Introduction au traitement de l'information par le biais de réseaux neuroniques
DIC9315	Sujets spéciaux en intelligence artificielle et reconnaissance des formes
DIC9340	Environnements d'apprentissage à base de connaissances
EMB7010	Construction de logiciel en environnement embarqué
EMB7015	Systèmes et langages spécialisés
EMB7020	Codesign
EMB7025	Sûreté et sécurité des systèmes embarqués
INF7210	Nouvelles perspectives en bases de données
INF7235	Programmation parallèle haute performance
INF7345	Performance et simulation des réseaux
INF7370	Apprentissage automatique
INF7470	Systèmes tutoriels intelligents
INF7541	Théorie des langages et des automates
INF7546	Traitement automatique du langage naturel
INF7565	Mesure de qualité et de productivité
INF7570	Modélisation et vérification
INF7641	Compilation
INF7710	Théorie et applications de la fouille d'associations
INF7741	Machines virtuelles
INF7845	Principes avancés des langages à objets
INF7870	Fondements logiques de l'informatique
INF8140	Complexité des calculs
INF8240	Traitement d'images par ordinateur
INF8650	Réseaux haut débit
INF8652	Les réseaux sans fil et les réseaux mobiles
INF8654	Gestion de réseau
INF8730	Architecture des processeurs avancés
INF8750	Sécurité des systèmes informatiques
INF8790	Fondements de l'intelligence artificielle
INF8810	Traitement et analyse de données massives
INF889X	Sujets spéciaux en informatique
INF9340	Logique computationnelle
MAT7441	Algorithmes en combinatoire
MAT8780	Principes de simulation
MAT9240	Codes correcteurs d'erreurs
MAT9440	Algèbre computationnelle
MGL7160	Méthodes formelles et semi-formelles
MGL7260	Exigences et spécifications de systèmes logiciels
MGL7560	Vérification et assurance qualité de logiciels
MSE708X	Sujets spéciaux en systèmes électroniques
MSE7141	Circuits intégrés analogiques et mixtes avancés
MSE7240	Systèmes de communication numérique avancés
MSE7330	Optique intégrée

MSE7440 Techniques d'intégration des microsystèmes

MSE7460 Principes des capteurs

Thèse (74 crédits)

Programme général (3121)

L'étudiant doit rédiger une thèse qui témoigne d'une aptitude à mener à bien une recherche originale. La thèse doit donc avoir un caractère inédit et constituer un apport original à l'avancement des connaissances dans le domaine de l'informatique. Elle doit être soutenue publiquement devant un jury formé selon les règlements de l'Université.

Concentration en systèmes électroniques (2222)

L'étudiant doit rédiger une thèse qui témoigne d'une aptitude à mener à bien une recherche originale. La thèse doit donc avoir un caractère inédit et constituer un apport original à l'avancement des connaissances dans le domaine des systèmes électroniques. Elle doit être soutenue publiquement devant un jury formé selon les règlements de l'Université.

Rapport d'avancement des travaux

Programme général et concentration en systèmes électroniques

Pendant la période où l'étudiant est en rédaction de thèse, il devra déposer un rapport annuel d'avancement des travaux au sous-comité d'admission et d'évaluation du programme dans le but de décrire l'évolution de sa recherche.

Passage accéléré de la maîtrise au doctorat

Programme général et concentration en systèmes électroniques

Conformément à la réglementation en vigueur, un passage accéléré de la maîtrise au doctorat pourra être effectué avant que celle-ci ne soit terminée. Cette mesure sera cependant réservée aux candidats de mérite exceptionnel. Dans ce cas, l'admission devra être approuvée par les autorités universitaires appropriées, sur recommandation du directeur de recherche et du sous-comité d'admission et d'évaluation du programme. Pour se prévaloir d'un tel privilège, la scolarité de maîtrise devra avoir été complétée. Outre ces conditions, le candidat devra répondre à tous les autres critères d'admission du doctorat (choix du directeur, proposition de projet de recherche, entente de support financier, engagement à effectuer des demandes de subvention, connaissance des langues française et anglaise). La reconnaissance de la scolarité de maîtrise pour le doctorat se fera selon la réglementation en vigueur à l'UQAM et les conditions énoncées dans la structure de la formation.

RÈGLEMENTS PÉDAGOGIQUES PARTICULIERS

Programme général et concentration en systèmes électroniques

Les cours au choix du programme de doctorat en informatique déjà réussis et comptabilisés dans le cadre d'un diplôme de deuxième cycle obtenu par l'étudiant ne peuvent pas être reconnus pour la scolarité du doctorat.

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.

BIF7104 Bioinformatique et sciences de la santé

Objectifs

Ce cours vise à introduire les récentes technologies bioinformatiques d'analyse du génome humain pour appuyer les sciences de la santé.

Sommaire du contenu

Études d'associations pangénomiques. Corrélations des SNPs, des haplotypes et des cartes génomiques avec des maladies. Introduction aux modèles et ressources bioinformatiques pour la génétique des populations (modèle, déséquilibre de liaison, coalescence). Méthodes d'analyse des interactions hôte-parasite, ARNs et protéines viraux. Méthodes et ressources pour l'analyse des voies métaboliques. Méthodes d'analyse du criblage à haut débit. Ressources et algorithmes en pharmaco-génomique. Algorithmes d'analyse de la structure de la chromatine et les associations aux modifications épigénétiques. Génomique et thérapeutique personnalisées.

Préalables académiques

BIF7100 Ressources bioinformatiques et bioinformatique séquentielle ou MAT7105

BIF7105 Méthodes statistiques en bioinformatique

Objectifs

Fournir les bases statistiques pour énoncer les hypothèses statistiques et exécuter les tests qui s'appliquent à des problèmes de bioinformatiques.

Sommaire du contenu

Rappel des principes de base en probabilité et en statistique. Inférence statistique classique et bayésienne. Processus stochastiques : promenades aléatoires, processus de Poisson, chaînes de Markov. Algorithme BLAST ("Basic Local Alignment Search Tool"). Modèles d'évolution.

DDD9667 Introduction à l'enseignement à l'université

Objectifs

Ce cours à orientation pratique est destiné aux étudiants de 2e et 3e cycles qui ne sont pas en éducation et il vise à donner un aperçu des bases théoriques et pratiques utiles à l'enseignement postsecondaire.

Sommaire du contenu

On y aborde les principes théoriques de l'apprentissage, la planification de cours et les pédagogies actives dont l'exposé interactif et l'apprentissage par problèmes. On traite aussi brièvement de soutien à l'apprentissage. Ce cours s'appuie sur les recherches effectuées dans le domaine de la pédagogie.

DIC9250 Génie cognitif

Ce cours a pour objectif d'instrumenter les étudiants au plan du choix des méthodes et outils pour la représentation et le traitement des connaissances. Il passe en revue les approches de spécification, de conception et développement en identifiant leur principaux contextes d'application et les résultats attendus de chaque type de technologie. Spécificité du génie cognitif, caractérisation de la connaissance et des tâches cognitives, acquisition, élicitation, modélisation, prototypage et codage des connaissances. Modèles et techniques d'apprentissage automatique. Techniques de validation et vérification de systèmes cognitifs. Applications à divers domaines: diagnostic, classification, planification, conception, formation, etc. Réalisation en petits groupes interdisciplinaires de prototypes d'application.

Préalables académiques

DIC9150 Concepts fondamentaux de l'informatique cognitive

DIC9310 Introduction au traitement de l'information par le biais de réseaux neuroniques

Comparaison des approches neuroniques avec l'approche symbolique classique en intelligence artificielle. Les neurones biologiques: les tissus excitables et les récepteurs sensoriels; la génération et la propagation de potentiels d'action dans les neurones; le cortex cérébral et les fonctions de haut niveau. Les réseaux de neurones artificiels: les types d'architecture, les règles de transmission et les règles d'apprentissage; le perceptron; les modèles hebbiens; les modèles associatifs; les modèles compétitifs; les modèles basés sur la minimisation d'erreur. Des exemples d'applications seront donnés pour chaque type de réseau.

Préalables académiques

DIC9251 Modélisation cognitive de systèmes complexes

DIC9315 Sujets spéciaux en intelligence artificielle et reconnaissance des formes

Réseaux de neurones spécialisés (cellulaires, à bases radiales, à délais); réseaux bayesiens; chaînes de Markov cachées; systèmes à logique floue; systèmes neuro-flous; algorithmes génétiques; apprentissage symbolique, induction d'arborescence de décision et de règles, autres approches de l'apprentissage symbolique. Utilisation pour l'extraction de la connaissance et la fouille de données. Des exemples d'applications seront présentés en reconnaissance vocale, traitement de la langue, régression non linéaire et en classification.

Préalables académiques

DIC9251 Modélisation cognitive de systèmes complexes

DIC9340 Environnements d'apprentissage à base de connaissances

Amener l'étudiant à intégrer l'informatique cognitive aux méthodes classiques de design pédagogique. Problématique de la construction des connaissances et du conseil pédagogique, modèle mental de l'apprenant, types de connaissances et processus cognitifs à l'oeuvre dans l'apprentissage. Revue des catégories d'environnements informatisés et d'apprentissage à base de connaissances: micro-ondes, systèmes conseillers, tutoriels intelligents. Analyse de divers logiciels du point de vue des connaissances et des processus cognitifs qu'ils contiennent ou favorisent. Architecture d'un environnement d'apprentissage à base de connaissances; rôle et interrelations des différents composantes: guide d'activité et interface usager, bases de connaissances et accès aux informations, outils de visualisation et de

traitement, fonction de travail coopératif, modèle de l'apprenant, fonction conseiller ou tutorielle. Construction en équipe du prototype d'un environnement de formation simple.

Préalables académiques

DIC9150 Concepts fondamentaux de l'informatique cognitive

EMB7010 Construction de logiciel en environnement embarqué

Ce cours vise à permettre aux étudiants d'acquérir les connaissances et les compétences qui permettent de faire le développement et l'intégration d'applications dans des environnements embarqués. Processeurs (entrée/sortie, mode superviseur et déroutement); plateformes de traitement embarquées (bus processeur, mémoire, périphériques d'entrée/sortie, interfaces); structures et services des systèmes d'exploitation; construction de programme (patrons de conception, test); compilation; processus et multi-tâches, changement de contexte; politiques d'ordonnancement temps-réel; services d'un système d'exploitation temps-réel; mécanismes de communication entre processus; réseaux pour systèmes embarqués; études de cas dans un environnement de développement.

Modalité d'enseignement

Cours de 3 heures et un laboratoire de 3 heures/semaine.

Préalables académiques

Pour les étudiants du profil électronique du DESS en systèmes embarqués : INF7331 Programmation procédurale et construction de systèmes; INF7336 Algorithmes et structures de données Pour les étudiants du baccalauréat en systèmes informatiques et électroniques : MIC5111 Systèmes embarqués

EMB7015 Systèmes et langages spécialisés

Pouvoir concevoir, réaliser et mettre en oeuvre des applications ou des services pour les systèmes embarqués. Programmation réactive, programmation temps-réel, programmation synchrone, intergiciels, validation. Langages généralistes et spécifiques.

Modalité d'enseignement

Cours de 3 heures et un laboratoire de 3 heures/semaine.

Préalables académiques

Pour les étudiants du profil électronique du DESS en systèmes embarqués: INF7331 Programmation procédurale et construction de systèmes; INF7336 Algorithmes et structures de données Pour les étudiants du baccalauréat en systèmes informatiques et électroniques : MIC5111 Systèmes embarqués

EMB7020 Codesign

Maîtriser les méthodologies de conception et développement de systèmes mixtes matériel et logiciel. Base théorique sur la conception de systèmes constitués de sections matérielles et logicielles : spécifications, modélisation, partitionnement matériel et logiciel, analyse de performance et techniques d'estimation. Spécification, modélisation et vérification pour le co-design; langage et outils. Mappage, allocation des ressources et partitionnement des applications vers les architectures matérielles et logicielles : algorithmes et outils. Interfaces et mécanismes de communication des blocs matériels et logiciels : description et synthèse. Optimisation multi-critères. Exploration de l'espace de design. Estimation et analyse des performances. Analyse temporelle de l'exécution. Simulation système. Synthèse matérielle et génération de logiciel. Outils intégrés de conception de systèmes matériels et logiciels.

Modalité d'enseignement

Cours de 3 heures et un laboratoire de 3 heures/semaine. Études de cas

Préalables académiques

Pour les étudiants du profil électronique du DESS en systèmes embarqués : EMB7000 Introduction aux systèmes embarqués Pour les étudiants du profil informatique du DESS en systèmes embarqués : MIC7341 Technologies des systèmes embarqués; MIC7345

Conception de circuits intégrés numériques; EMB7000 Introduction aux systèmes embarqués Pour les étudiants du baccalauréat en systèmes informatiques et électroniques : MIC5111 Systèmes embarqués; MIC6130 Circuits intégrés programmables

EMB7025 Sûreté et sécurité des systèmes embarqués

Ce cours vise à sensibiliser les étudiants aux différents aspects de la sûreté de fonctionnement et de la sécurité des systèmes, et à développer chez eux les compétences nécessaires à la prise en charge de ces objectifs essentiels dans le contexte des systèmes embarqués. Problématique d'ensemble de la sécurité et de la sûreté de fonctionnement d'un système embarqué. Causes: fautes, défaillances, erreurs, attaques, ergonomie. Fiabilité de système, de matériel, de logiciel: MTTF, MTTR, MTBF. Critères de sûreté de fonctionnement: fiabilité, disponibilité, innocuité, maintenabilité, testabilité. Mécanismes de contrôle: tolérance aux fautes, suppression des fautes, conception pour la sûreté. Menaces, vulnérabilités, attaques, préjudice, contrôles. Objectifs de sécurité: confidentialité, authenticité, intégrité, disponibilité. Mécanismes sécuritaires: chiffrement symétrique et asymétrique, hachage, fonctions à sens unique. Protocoles sécuritaires: authentification, échange de clés, signature. Notion de confiance. Contrôle d'accès, inviolabilité. Matériel spécialisé: cartes à puces, boutons, attaques invasives. Cadres de normatifs en sécurité et en sûreté (frameworks). Responsabilité professionnelle: éthique et impacts. Vérification et tests.

Modalité d'enseignement

Cours de 3 heures et un laboratoire de 3 heures/semaine.

Préalables académiques

Pour les étudiants du baccalauréat en systèmes informatiques et électroniques : MIC5111 Systèmes embarqués

INF7210 Nouvelles perspectives en bases de données

Concepts avancés des bases de données. Gestion de transactions. Contrôle et optimisation des performances. Bases de données parallèles et réparties. Développement d'applications de bases de données Web et multitières. Bases de données objet et objet-relationnel. Gestion de données semi-structurées et multimédia. Entrepôts de données et analyse de données (OLAP). Fouille de données (data mining). Bases de données déductives. Repérage de l'information.

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 bibliothèques de programmation parallèle. Problèmes typiques en programmation scientifique haute performance: calculs de grilles, de particules, de matrices.

INF7345 Performance et simulation des réseaux

Permettre à l'étudiant de se familiariser avec les problématiques liées à la performance des réseaux. Concepts d'ingénierie de trafic et de gestion de la bande passante (contrôle d'admission d'appels, contrôle de congestion). Caractérisation des flux multiservices et influence du trafic sur les performances des réseaux. Outils de modélisation des réseaux et évaluation des performances (simulation et méthodes analytiques).

INF7370 Apprentissage automatique

Les systèmes à base de connaissances. Problématique de l'acquisition automatique de connaissances, apprentissage symbolique vs. apprentissage numérique, apprentissage sans ou avec théorie du domaine. Approches supervisées vs. approches non supervisées. Induction, déduction, algorithmes génétiques, applications.

INF7470 Systèmes tutoriels intelligents

Utilisation de l'intelligence artificielle dans la création de systèmes d'aide à l'apprentissage humain. Représentation du domaine d'apprentissage, théories d'apprentissage et d'instruction, modélisation du tutorat, modélisation de l'usager-apprenant. Planification du contenu et des activités d'apprentissage, stratégies tutorielles, production de

systèmes tutoriels intelligents (outils auteurs). Standardisation et apport du Web sémantique, distribution de ressources d'apprentissage, apprentissage social. Études de cas.

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.

INF7546 Traitement automatique du langage naturel

Objectifs

Ce cours vise à présenter aux étudiants la problématique du traitement automatique du langage naturel, de la langue naturelle ou des langues (TALN ou TAL). Cette discipline de l'intelligence artificielle concerne la conception de systèmes et les techniques informatiques permettant de manipuler le langage humain dans tous ses aspects.

Sommaire du contenu

Traitement linguistique: morphologie, syntaxe, sémantique, extraction de l'information, entités nommées, expressions multi-mots ou polylexicales, désambiguïsation lexicale, et analyse des données massives. Introduction aux modèles de langues, à l'approche distributionnelle et au prolongement de mots. Applications du TALN: recherche et extraction de l'information, traduction automatique, systèmes de question-réponse, analyse des sentiments et des émotions, génération de résumés automatiques. Modèles basés sur les règles, les statistiques et les réseaux neuronaux.

INF7565 Mesure de qualité et de productivité

Critères de qualité et de productivité des systèmes logiciels. Normes et métriques de mesure. Modèles algorithmiques d'estimation de la qualité et de la productivité des systèmes logiciels. Modèles évolutifs de la maturité des processus logiciels. Profil et rôle du qualificateur. Impacts des processus de développement lourds et légers sur la qualité et la productivité.

INF7570 Modélisation et vérification

Modélisation de systèmes informatiques en vue de faire une vérification automatique de leurs propriétés. Objectifs de la vérification. Introduction à un outil et descriptions de systèmes. Formalisation de propriétés à l'aide de logiques. Algorithmes de vérification: diagrammes de décision binaires, algorithme DPLL, démonstrateurs de théorèmes.

INF7641 Compilation

Révision de l'analyse lexicale et syntaxique. Génération automatique de compilateur. Langages intermédiaires. Analyse de flot de données et optimisation. Avenues de recherche en compilation.

INF7710 Théorie et applications de la fouille d'associations

La découverte d'associations est un aspect fondamental de la fouille de données. Ce cours met l'accent sur les bases théoriques de l'approche et sur les liens avec des problématiques de la théorie de la normalisation en bases de données, l'analyse formelle de concepts et les fonctions Booléennes. - Problème générique de découverte d'associations et de la fouille de motifs fréquents. - Variantes : motifs fermés, motifs maximaux, motifs clés ou générateurs. - Structures algébriques mises en jeu : treillis Booléen, classes d'équivalence, correspondances de Galois, treillis de concepts, contextes. - Approches de fouille de motifs : algorithmes par niveaux, algorithmes verticaux, algorithmes hybrides. - Représentations compactes pour les associations : base canonique, bases génériques et informatives. - Famille réduites de motifs : motifs indéterminables, motifs delta-libres, motifs sans disjonction, motifs k-libres. - Applications de la fouille d'associations.

INF7741 Machines virtuelles

Techniques d'exécution du code-octet. Gestion et récupération automatique de la mémoire. Parallélisme et synchronisation. Profilage dynamique et systèmes d'exécution adaptatifs. Mesure de la performance. Les concepts seront illustrés à l'aide de machines virtuelles majeures à la fine pointe de la technologie.

INF7845 Principes avancés des langages à objets

Ce cours traite des caractéristiques présentes dans les langages à objets les plus avancés; principalement le typage statique, l'héritage et la méta-programmation. Fondements : objet, classe, spécialisation, héritage, propriété, envoi de message. Héritage multiple et variations : conflits de propriétés, techniques de linéarisation, héritage d'interface, héritage non conforme, héritage de mixins, de traits. Typage et sélection de méthodes : sous-typage vs spécialisation, covariance vs contravariance, types paramétrés et généricité, coercitions, sélection multiple et multiméthodes, surcharge statique, appel à super. Modules : hiérarchie de modules, modules vs classes, raffinement de classes, classes ouvertes, hiérarchies d'ordre supérieur. Méta-programmation : méta-modélisation, introspection, réflexivité.

INF7870 Fondements logiques de l'informatique

Revue de la logique propositionnelle et du premier ordre. Logique temporelle et logique modale. Logique floue. Dédution naturelle. Tableaux sémantiques. Heuristiques et tactiques de preuves. Applications.

INF8140 Complexité des calculs

Mesures de complexité et hiérarchie en temps et en mémoire. Réductibilité. Classes P et NP, exemples de problèmes NP-complets, problèmes intraitables. Solutions approchées de problèmes NP-complets.

INF8240 Traitement d'images par ordinateur

Propriétés des images. Échantillonnage, codage. Traitement algébrique et géométrique, filtrage spatial, transmission des images. Segmentation et approximation des images. Représentation en deux et trois dimensions. Équipements et logiciels pour le traitement graphique. Analyse de scènes. Applications. Système interactif et système en différé.

INF8650 Réseaux haut débit

Permettre à l'étudiant de connaître les problématiques de conception des réseaux haut débit (incluant les réseaux Gigabit). Les technologies réseaux dominantes sur la scène du haut débit. Les problèmes fondamentaux auxquels se heurtent les concepteurs des réseaux comme le support du trafic multimédia, le trafic temps réel et la nécessité de différenciation des applications des usagers selon les exigences de qualité de service.

Préalables académiques

INF7345 Performance et simulation des réseaux

INF8652 Les réseaux sans fil et les réseaux mobiles

Transmission sans fil de données. Protocoles d'accès. Réseaux mobiles et sans fil. Réseaux téléphoniques. Réseaux satellites. Protocoles de mobilité. Plates-formes de mobilité. Réseaux ad hoc. Réseaux mobiles à haut débit. Normes et standards. Réseaux hybrides. Réseaux de capteurs.

INF8654 Gestion de réseau

Permettre à l'étudiant d'acquérir les connaissances nécessaires à la résolution des problématiques de la gestion de réseau. Environnement de gestion de l'Internet: SNMP (MIB, structures SMI, sondes RMON). Environnement de gestion des télécommunications: TMN, CMIP. Conception des plates-formes et limites des outils. Études des nouvelles approches de gestion.

INF8730 Architecture des processeurs avancés

Revue des architectures des uniprocésseurs: CISC, RISC, VLIW. Hiérarchie de mémoires. Architecture de systèmes massivement parallèles: multiprocésseurs, structures systoliques, flux de données. Super ordinateurs. Machines à base de données. Processeurs spécialisés: traitement numérique des signaux, réseau, neurones, traitement d'images, calcul vectoriel et matriciel. Systèmes sur circuit intégré: architecture, description, spécification, synthèse, synchronisation, vérification, méthodologie, prototypage, réseaux de communication. Conception pour faible dissipation d'énergie.

INF8750 Sécurité des systèmes informatiques

Principes et concepts fondamentaux de la sécurité des systèmes informatiques. Principaux services: confidentialité, intégrité, disponibilité, authentification, non répudiation, contrôle d'accès. Typologie des attaques: fuites, modifications d'information, privations de service. Mécanismes sécuritaires modernes: systèmes de chiffrement symétriques et asymétriques; fonctions de hachage; génération pseudo-aléatoire. Protocoles sécuritaires: authentification, signature, échange et gestion de clés. Sécurité des systèmes centralisés et des systèmes répartis: politiques et modèles de sécurité; contrôle d'accès; rôles et privilèges. Sécurité des programmes: virus, chevaux de Troie. Contre-mesures: journalisation, audits; détection d'intrusion; filtrage; mécanismes de recouvrement. Analyse de risque. Éducation des usagers. Considérations légales, politiques et éthiques.

INF8790 Fondements de l'intelligence artificielle

Objectifs

Ce cours vise à présenter aux étudiants les fondements de l'intelligence artificielle ainsi que les caractéristiques et propriétés des systèmes d'intelligence artificielle. Il vise aussi à passer en revue les approches et techniques qui permettent de concevoir et programmer des systèmes capables, dans une certaine mesure, de prendre des décisions, de raisonner, d'apprendre, de planifier, de comprendre ou de communiquer en langage naturel.

Sommaire du contenu

Introduction à la conception d'un système d'intelligence artificielle. Agent intelligent. Logique et inférence. Représentation des connaissances. Utilisation de connaissances incertaines et imprécises. Stratégies de parcours d'arbres. Notion d'heuristiques. Approches du raisonnement et systèmes à base de connaissances. Acquisition automatique de connaissances et apprentissage machine. Vérification et révision de connaissances.

INF8810 Traitement et analyse de données massives

Objectifs

Le cours présente les enjeux et les défis liés à la collecte, au stockage et à l'analyse de données massives. À l'issue du cours, les étudiants devraient être capables de proposer des solutions pour l'analyse de données massives, de connaître les difficultés et les enjeux particuliers à leur traitement, de comprendre les différentes approches algorithmiques permettant de les traiter et de connaître les principaux outils logiciels du domaine.

Sommaire du contenu

Définition du contexte. Perspectives éthiques et sécurité des données. Problèmes de passage à l'échelle. Manipulation des données massives. Indexation. Bases de données non relationnelles. Données massives connectées. Principaux algorithmes de fouille et d'apprentissage automatique adaptés au traitement des données massives. Données textuelles et traitement automatique du langage naturel. Étude et utilisation d'outils logiciels.

INF889X Sujets spéciaux en informatique

Objectifs

Ce cours vise à présenter aux étudiants des sujets de recherche de pointe ou en émergence dans le domaine de l'informatique qui ne sont pas couverts par d'autres cours.

Sommaire du contenu

Présentation de sujets de recherches d'intérêt majeur dans le domaine de l'informatique et familiarisation avec les derniers développements technologiques dans un ou plusieurs domaines de pointe ou en émergence. Le contenu de ce cours varie d'un trimestre à l'autre.

INF9340 Logique computationnelle

Dédution 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.

INF9810 Séminaires de doctorat en informatique

Objectifs

Ce cours vise à faire prendre connaissance aux étudiants de développements récents en recherche scientifique en informatique, systèmes électroniques et domaines connexes.

Sommaire du contenu

Participation à des séminaires (départementaux, facultaires et autres). Exposés réalisés par des conférenciers invités, des professeurs et des étudiants. Certains sujets peuvent être multidisciplinaires relatant les avancés méthodologiques en lien avec l'utilisation de l'informatique et des systèmes électroniques dans les différents sphères de l'activités.

INF9812 Projet de thèse

Cette activité constitue la seconde partie de l'examen doctoral et a pour objectif de permettre à l'étudiant de démontrer sa connaissance appropriée du domaine dans lequel il se spécialise et de définir clairement son projet de recherche: problématique, revue de littérature récente, hypothèses et objectifs de travail, méthodes, résultats attendus. L'étudiant doit tout d'abord présenter, dans un document écrit (max. 30-40 pages), son projet de recherche. Il doit ensuite faire une présentation orale de son projet de recherche devant un jury nommé par le sous-comité d'admission et d'évaluation. Les membres du jury sont le directeur de recherche de l'étudiant, son codirecteur (le cas échéant) et trois professeurs habilités à la direction ou codirection de recherche dans le programme. Le jury peut décider (à la majorité): - d'accepter le projet tel quel; - d'accepter le projet avec des révisions mineures; - d'accepter le projet avec des révisions majeures; - ou de refuser le projet. L'étudiant dont le projet est refusé a droit de reprise. Ce droit de reprise doit s'exercer au plus tard au trimestre suivant. Un deuxième refus du projet ou le défaut de soumettre un nouveau projet dans les délais prescrits entraîne l'exclusion du programme. Les délais et conditions sont les mêmes dans le cas de révisions majeures. Cette activité devra être complétée et réussie avant la fin de la deuxième année suivant l'admission de l'étudiant et ne pourra se faire qu'après que l'examen général aura été réussi. Cette activité est évaluée selon la notation Succès-Échec (S/E).

Préalables académiques

INF9811 Examen général ou INF9813 Examen général

INF9813 Examen général

Objectifs

Cet examen écrit constitue la première partie de l'examen doctoral et a pour but de s'assurer que l'étudiant possède des connaissances générales appropriées dans les principaux domaines de l'informatique.

Sommaire du contenu

Il s'agit d'un examen écrit. Les trois sujets abordés dans l'examen et les références associées sont fixes et revus au moins tous les trois ans par le sous-comité d'admission et d'évaluation. Ces informations sont accessibles sur le site web du programme. L'un de ces sujets portera nécessairement sur les concepts couverts par les cours de structures de données et d'algorithmes. Exceptionnellement, le sous-comité d'admission et d'évaluation pourrait accorder une dérogation à un étudiant pour remplacer le sujet de structures de données et algorithmes par un autre sujet.

Modalité d'enseignement

L'examen général est évalué selon la notation Succès-Échec (S/E). En cas d'échec, l'examen ne pourra être repris qu'une seule fois, au plus tard dès la prochaine tenue de l'examen. Dans tous les cas, l'étudiant doit le réussir avant la fin du quatrième trimestre suivant son admission. Un deuxième échec ou le défaut de reprendre l'examen dans les délais prescrits entraîne automatiquement l'exclusion du programme. L'examen est offert aux trimestres d'automne et d'hiver.

INF9814 Examen général des systèmes électroniques

Objectifs

Cet examen écrit constitue la première partie de l'examen doctoral et a

pour but de s'assurer que l'étudiant possède des connaissances générales appropriées dans les principaux domaines de recherche du programme.

Sommaire du contenu

Il s'agit d'un examen écrit. Les trois sujets abordés dans l'examen et les références associées sont fixes et revus au moins tous les trois ans par le sous-comité d'admission et d'évaluation. Ces informations sont accessibles sur le site web du programme. L'un de ces sujets portera nécessairement sur les concepts couverts par les cours associés à la concentration systèmes électroniques.

Modalité d'enseignement

L'examen général est évalué selon la notation Succès/Échec(S/E). En cas d'échec, l'examen ne pourra être repris qu'une seule fois, au plus tard dès la prochaine tenue de l'examen. Dans tous les cas, l'étudiant doit le réussir avant la fin du quatrième trimestre suivant son admission. Un deuxième échec ou le défaut de reprendre l'examen dans les délais prescrits entraîne automatiquement l'exclusion du programme. L'examen est offert aux trimestres d'automne et d'hiver.

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

MAT8780 Principes de simulation

Nombre aléatoire. Simulation de lois classiques. Méthodes d'inversion et de rejet. Algorithmes spécifiques. Simulation des chaînes 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.

MAT9240 Codes correcteurs d'erreurs

Codes linéaires et codes de Hamming, codes de Bose-Chaudhuri-Hocquenghem, corps finis et polynômes irréductibles, codes cycliques, factorisation des polynômes sur un corps fini, bornes, algorithmes de codages, décodages. Codes de Reed-Solomon, codes géométriques, codes de convolution. Bornes sur la distance.

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 approximations de Padé. Calcul tensoriel. Applications: systèmes interactifs de calcul algébrique. Optimisation des automates et des programmes.

MGL7160 Méthodes formelles et semi-formelles

Introduction à certaines notations formelles pour décrire les exigences et les spécifications de systèmes logiciels. Méthodes pour les systèmes séquentiels (tel que le langage Z ou la notation de Mills) et pour les systèmes concurrents et réactifs (tels que les machines d'états et les réseaux de Petri avec certaines extensions concernant les données). Utilisation des méthodes formelles pour l'analyse des propriétés et du fonctionnement des systèmes au niveau de la spécification, de la conception ou de l'implantation.

MGL7260 Exigences et spécifications de systèmes logiciels

Introduction à l'ingénierie des systèmes. - Modèles de processus des exigences logicielles. - Intervenants dans le processus des exigences logicielles. - Support et gestion du processus des exigences logicielles. - Qualité et amélioration du processus des exigences logicielles. - Sources des exigences logicielles. - Techniques d'explicitation des exigences logicielles. - Classification des exigences logicielles. - Modélisation conceptuelle. - Conception architecturale et allocation des exigences logicielles. - Négociation des exigences logicielles. - Document de définition des exigences logicielles. - Document de spécification des exigences logicielles. - Structure et normes de documentation des exigences logicielles. - Qualité de la documentation des exigences logicielles. - Revue des exigences logicielles. - Prototypage. - Validation des modèles. - Tests d'acceptation. - Gestion des changements des exigences logicielles. - Attributs des exigences logicielles. - Trace des exigences logicielles. - Sujets avancés en exigences logicielles.

MGL7560 Vérification et assurance qualité de logiciels

But et concepts de qualité des logiciels. Facteurs qualité (efficacité, exactitude, performance, facilité d'entretien). Normes d'assurance qualité et de vérification et validation (ISO, IEEE). Plans d'assurance qualité et de vérification et validation (coût, activités, ressources). Méthodes d'assurance qualité et de vérification et validation (revues, inspections, audits). Les tests: principes, méthodes, processus et plan de tests. Outils logiciels facilitant la mise en oeuvre de l'assurance qualité, de la vérification et validation de logiciels et des tests.

MSE708X Sujets spéciaux en systèmes électroniques

Objectifs

À la fin du cours, l'étudiant aura pu étudier un sujet de pointe relié aux systèmes informatiques et électroniques.

Sommaire du contenu

Présentation de sujets de recherche d'intérêt majeur dans le domaine des systèmes informatiques et électroniques et familiarisation avec les derniers développements technologiques dans un ou plusieurs domaines de pointe. Le contenu de ce cours varie d'un trimestre à l'autre.

MSE7141 Circuits intégrés analogiques et mixtes avancés

Objectifs

À la fin du cours, l'étudiant devra être en mesure : d'analyser et de concevoir des circuits analogiques avancés tels les convertisseurs analogiques-numériques, les références de tension, les filtres à condensateurs commutés; de simuler la performance de circuits analogiques et mixtes avancés; de faire le dessin de circuits analogiques et mixtes avancés.

Sommaire du contenu

Amplificateurs opérationnels intégrés bipolaire et MOS, références de courant et de tension, méthodes avancées de conception des amplificateurs opérationnels, modélisation des amplificateurs et des systèmes analogiques, comparateurs, échantillonneur-bloqueur, circuits analogiques à condensateurs commutés, conception dédiée aux applications à basse tension et à basse puissance. Convertisseurs analogiques-numériques et numériques-analogiques. Systèmes analogiques et mixtes, oscillateurs à verrouillage de phase (PLL), convertisseurs analogique/numérique et numériques/analogique. Filtres à condensateurs commutés. Techniques de dessin.

MSE7240 Systèmes de communication numérique avancés

Objectifs

À la fin du cours, l'étudiant aura pu : étudier la conception et l'évaluation de systèmes de communication numérique complexes; acquérir les connaissances nécessaires à la réalisation de tels systèmes et réaliser un système simulé en environnement hostile.

Sommaire du contenu

Concepts et techniques de pointe en communication numérique. Révision des sous-systèmes : modulation, codage, égalisation, estimation de paramètres tels que la phase et l'amplitude. Analyse du dimensionnement matériel et des performances d'erreur pour des

systèmes à étalement de spectre et pour des transmissions en milieu dispersif. Efficacité cellulaire et techniques de communication personnelle sans fil et mobiles. Projet de type compétitif : réalisation d'un système de communication simulé en environnement hostile.

MSE7330 Optique intégrée

Objectifs

Initier les étudiants aux principes de fonctionnement et aux techniques de fabrications employées dans la réalisation de dispositifs optiques intégrés.

Sommaire du contenu

La première moitié du cours consiste en un survol des principaux dispositifs optiques intégrés existant: guides d'ondes, lasers semi-conducteurs, modulateurs, filtres et photodétecteurs. Pour chaque type de dispositif, les principes de fonctionnement seront décrits ainsi que les méthodes de fabrication les plus utilisées et les algorithmes de simulation appropriés à leur optimisation. Par exemple, la méthode de confinement de la lumière dans les fibres optiques et les techniques pour calculer les différents modes de propagation seront étudiées pour expliquer comment fonctionne les guides d'ondes optiques. Durant la deuxième moitié du cours, les étudiants travailleront en équipe pour concevoir et simuler une composante ou un sous-système optique intégrée ayant une application précise pour approfondir quelques-unes des notions apprises durant la première partie.

MSE7440 Techniques d'intégration des microsystèmes

Objectifs

À la fin du cours, l'étudiant devra être en mesure : d'analyser et de modéliser des processus d'intégration de microsystèmes; de choisir les meilleurs techniques d'intégration des microsystèmes selon leurs avantages et désavantages et des critères de performance précis; de comprendre les complexités de conception des techniques d'intégration des microsystèmes.

Sommaire du contenu

Introduction aux différentes techniques d'interfaçage et d'interconnexions entre les microsystèmes et les nano et biomatériaux. Intégration 3D et autres procédés d'intégration de composantes hétérogènes. Technologies de mise en boîtier avancées. Étude des différentes contraintes d'intégration: parasites, taille, capacité thermique, etc. Techniques de modélisation, complexités de fabrication, analyse de performance.

MSE7460 Principes des capteurs

Objectifs

À la fin du cours, l'étudiant devra être en mesure : de comprendre les fondements des principes d'opération de différents capteurs et les particularités de calibration de ceux-ci; d'analyser et de concevoir des dispositifs de capteurs pour des applications variées dont le biomédical et l'environnement.

Sommaire du contenu

Introduction aux capteurs et à leurs particularités. Compréhension des limites de performance des capteurs tels la précision et les non-linéarités. Étude de cas de plusieurs capteurs commerciaux. Étude de méthodes de matériaux typiques utilisés dans les capteurs, de leur calibration et de la mise en boîtier de capteurs intégrés. Analyse de performance, du bruit et des non-linéarités. Étude de modèles de capteurs et analyse de systèmes de capteurs complets. Conception avec des outils de simulation à éléments finis.

CHEMINEMENT TYPE DE L'ÉTUDIANT À TEMPS COMPLET (ADMISSION À L'AUTOMNE)

Année	Trimestre d'automne	Trimestre d'hiver	Trimestre d'été
1	Cours * (séminaires ou scolarité complémentaire) Cours * (séminaire ou scolarité complémentaire) Cours * (initiation à l'enseignement	Cours * (séminaire ou scolarité complémentaire) Examen général *	(Préparation du projet de thèse ou de l'examen général si échoué)
2	Projet de thèse * (si examen général réussi) ou reprise de l'examen général (date limite)	Thèse * (si projet de thèse accepté) ou projet de thèse ou préparation du projet de thèse	Thèse * (si projet de thèse accepté) ou projet de thèse (date limite)
3	Thèse *	Thèse *	Thèse *
4	Thèse *	Thèse *	Soutenance de thèse *

* Activités requérant une inscription en respectant les délais prévus.

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 25/09/19, son contenu est sujet à changement sans préavis.

Version Hiver 2020