

**Maitrise en informatique (profil mémoire) - 3097**

**RESPONSABLE :**

**Gatineau**

**Nadia Baaziz**

Responsable de programme d'études de cycle supérieur

**Pour de plus amples informations :**

Téléphone : 819 595-3900, poste 1614

Courriel : csinfo@uqo.ca

**SCOLARITÉ :**

45 crédits, Deuxième cycle

**GRADE :**

Maître ès sciences

**OBJECTIFS :**

L'objectif général du programme est de permettre à la personne étudiante de maîtriser les connaissances et le savoir-faire qui conduiront à des réalisations de haut niveau en informatique et de suivre et d'analyser les tendances du domaine dans des sujets actuels de son choix, la recherche étant d'une importance particulière dans ce profil. Tous les cours s'enrichissent d'une composante recherche reliée à des projets spécialisés dans des sujets d'actualité scientifique ou technologique. La formation en recherche est complétée par un mémoire et permettra la personne étudiante de maîtriser un sujet particulier ouvrant à la créativité scientifique.

Le profil avec mémoire, centré sur le développement d'habiletés de recherche et de communication scientifique, ouvre à la créativité en informatique, habilitant ainsi la personne étudiante à apporter sa contribution en proposant une réponse à de nouveaux besoins du domaine. La personne étudiante qui aura complété ce programme sera donc pleinement qualifiée en vue de poursuivre des études de 3e cycle et pourra exercer des fonctions en recherche et développement dans un emploi dans le domaine de l'informatique.

**INFORMATIONS SUR L'ADMISSION :**

Lieu d'enseignement	Régime	Trimestres d'admission		
		Automne	Hiver	Été
Gatineau	TC	✓	✓	
	TP	✓	✓	

TC : Temps complet

TP : Temps partiel

**CONDITIONS D'ADMISSION :**

**Base études universitaires**

Être titulaire d'un baccalauréat en informatique, en génie informatique ou dans un domaine connexe (ex. mathématiques, sciences des systèmes, etc.), obtenu avec une moyenne cumulative d'au moins 3,0 (sur 4,3) ou l'équivalent;

Tout dossier de candidature avec une moyenne inférieure à 3,0 mais supérieure à 2,8 sur 4,3 sera étudié par le sous-comité d'admission et d'évaluation du programme et pourrait, dans certains cas, faire l'objet d'une recommandation d'admission;

Les dossiers des personnes candidates détentrices d'un baccalauréat obtenu avec une moyenne cumulative inférieure à 2,8 sur 4,3, mais égale ou supérieure à 2,5 sur 4,3 (ou l'équivalent) seront étudiés par le sous-comité d'admission et d'évaluation, à la condition de posséder une formation additionnelle et appropriée d'au moins 15 crédits universitaires (ou l'équivalent) complétés avec une moyenne cumulative d'au moins 3,0 sur 4,3 (ou l'équivalent). Ils pourront faire, dans certains cas, l'objet d'une recommandation d'admission.

Le comité d'admission du programme se réserve le droit d'imposer des cours d'appoint (de 1 à 9 crédits) ou un programme de propédeutique (de 10 à 30 crédits) au candidat qui ne répond pas entièrement aux conditions d'admission du programme.

**Connaissances en mathématiques:**

Certains cours de ce programme exigent des connaissances en mathématiques et en statistiques. Le comité d'admission pourrait recommander à la personne candidate qui aurait besoin de remettre à niveau ses connaissances de suivre un

cours de mathématiques avant de s'inscrire au programme. La personne candidate aura la possibilité de consulter la liste des cours préparatoires offerts à l'UQO et de s'y inscrire au moment de son admission.

La personne candidate doit satisfaire aux exigences de la politique linguistique de l'UQO. Sont réputés répondre aux exigences les personnes qui :

- possèdent déjà un grade universitaire d'une université francophone ou qui détiennent un baccalauréat ou une maîtrise réalisée majoritairement en français;
- ont déjà répondu aux exigences de la maîtrise du français d'une université québécoise francophone;
- ont réussi par le passé l'épreuve uniforme de français du ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport (MELS);
- ont déjà réussi par le passé le test de français de l'UQO;
- détiennent un baccalauréat français d'enseignement général émis par une académie française sans égard à la localisation de l'institution, qu'elle soit à l'intérieur ou à l'extérieur de la France;
- possèdent des compétences reconnues comme équivalentes par le registraire.

La personne candidate qui n'entre pas dans ces catégories doit fournir la preuve de la réussite du Test de français international (TFI) de la firme ETS avec une note égale ou supérieure à 750 sur 990. Les informations au sujet du TFI sont disponibles sur les sites [www.etscanada.ca](http://www.etscanada.ca) (pour les candidats habitant au Canada) et [www.ets.org](http://www.ets.org) (pour les candidats habitant à l'extérieur du Canada).

**Base expérience**

La personne candidate n'ayant pas fait d'études universitaires, mais qui a complété des études collégiales pourra être admise à un programme de deuxième cycle si elle a au moins douze années d'expérience de travail à la fois pertinente et significative, eu égard à la discipline ou au champ d'étude du programme pour lequel elle sollicite l'admission.

Dans le cas de la personne candidate qui, sans avoir complété un baccalauréat, a néanmoins obtenu des crédits universitaires, le nombre d'années d'expérience requis sera modulé en fonction des crédits obtenus et des résultats scolaires.

La personne candidate devra démontrer la pertinence et le caractère significatif de son expérience dans une lettre d'au moins 300 mots, et elle devra se soumettre à une entrevue. Elle pourrait se voir imposer des cours d'appoint ou une propédeutique.

Nonobstant ce qui précède, un dossier dont la qualité est jugée exceptionnelle pourra être considéré pour l'admission.

La personne candidate doit satisfaire aux exigences de la politique linguistique de l'UQO.

**PLAN DE FORMATION :**

**Profil mémoire**

**Cours obligatoires**

INF5163	Méthodologie de recherche en informatique
INF5009	Projet de mémoire
INF6021	Mémoire

**Cours optionnels**

Choisir 12 crédits parmi les suivants. Les cours sont organisés, à titre indicatif, par ordre alphabétique des disciplines et des thématiques dans chaque discipline.

**CYBERSÉCURITÉ**

CYB6003	Techniques de cryptographie
INF5193	Recherche empirique en cybersécurité
INF6103	Analyse et conception des protocoles de sécurité
INF6153	Systèmes de contrôle d'accès aux données
INF6233	Sécurité informatique et méthodes formelles
INF6293	Éléments avancés en cryptographie
CYB6063	Méthodes avancées en cybersécurité basée sur l'intelligence artificielle

Pour plus de choix de cours en cybersécurité, voir le programme suivant : DESS en cybersécurité (1454)

**RÉSEAUTIQUE ET INFORMATIQUE EMBARQUÉE**

INF6003	Développement des applications client-serveur
INF6173	Conception de syst. temps-réel répartis embarqués
INF6273	Technologie avancée en télécommunication
INF5223	Traitement des informations dans les réseaux
GEN6153	Communications sans fil cellulaires
INF6223	Systèmes de communications multimédias

#### SCIENCE DES DONNÉES ET INTELLIGENCE ARTIFICIELLE (SD&IA)

INF5143	Apprentissage profond
INF5173	Fouille et entreposage de données
INF5183	Fondements de l'intelligence artificielle
INF6243	Techniques d'apprentissage
INF6303	Techniques d'analyse des mégadonnées
INF6333	Éléments d'intelligence artificielle appliquée
INF6343	Intelligence artificielle distribuée
INF5123	Algorithmes d'optimisation

Pour plus de choix de cours en SD&IA, voir le programme suivant : DESS en science des données et intelligence artificielle (2360)

#### GÉNÉRAL

INF6083	Sujets spéciaux
INF6123	Structures de données avancées
INF6133	Algorithmes géométriques
INF6203	Méthodes formelles pour le développement de logiciels
INF5203	Techniques de Simulation et Modélisation avec Applications
GEN6323	Robotique mobile
GEN6363	Robotique industrielle

**CYB6003****Techniques de cryptographie**

**Objectifs :** Au terme de ce cours, l'étudiant.e sera initiée aux concepts de la cryptographie et de son application dans le domaine de la sécurité des données. Elle/Il pourra analyser différents algorithmes cryptographiques en évaluant leur sécurité, efficacité et complexité, ainsi que d'acquérir une compréhension générale des méthodes de cryptanalyse.

**Contenu :** Introduction à la cryptographie. Exemples historiques des techniques de cryptologies classiques : le chiffrement de Vigenère, le chiffrement de Hill; la cryptanalyse des crypto-systèmes classiques. La cryptographie moderne. Cryptographie à clé secrète; D.E.S., triple DES, AES, etc.; modes d'opération des chiffrements par blocs. Cryptographie à clé publique : RSA, El-Gamal, etc. Protocoles cryptographiques : authentification, distribution de clés. Fonctions de hachage : algorithmes SHA-1 et MD5.

**CYB6063****Méthodes avancées en cybersécurité basée sur l'intelligence artificielle**

**Objectifs :** Au terme de ce cours, l'étudiant.e sera en mesure d'appliquer des techniques d'intelligence artificielle pour la cybersécurité ainsi que la sécurisation des systèmes basés sur l'intelligence artificielle.

**Contenu :** Éléments de base de l'intelligence artificielle (IA). Application des techniques d'apprentissage automatique et de raisonnement pour la sécurité des systèmes informatisés : détection de vulnérabilités, détection d'intrusions, classification de malwares, identification et analyse de risques. Systèmes d'attaques et de défenses autonomes basés sur l'IA. Étude des vulnérabilités des algorithmes de l'IA : empoisonnement des données, inférence des données d'apprentissage, inférence des paramètres de modèles, etc. Protection des technologies basées sur l'IA : confidentialité différentielle, génération d'exemples antagonistes, etc.

**GEN6153****Communications sans fil cellulaires**

**Objectifs :** Connaître les problèmes reliés au développement des systèmes de communication sans fil cellulaires. Maîtriser les outils essentiels pour le déploiement d'un réseau sans fil cellulaire. Réaliser un projet d'évaluation des paramètres de canal sans fil dans un environnement intra-immeuble. Plus spécifiquement, ce cours vise à présenter : - les techniques de caractérisation du canal sans fil; - les mécanismes de propagation à l'intérieur et à l'extérieur; - les techniques utilisées dans l'extraction des paramètres pertinents du canal.

**Contenu :** Historique de l'évolution des communications sans fil cellulaires (IG à 4G). Architecture d'un réseau sans fil cellulaire. Planification cellulaire et gestion des ressources radio. Caractérisation d'un canal sans fil.

Techniques de mesure des paramètres de canal: temporelle et fréquentielle. Modélisation du canal de propagation, statistique, analytique et empirique. Canal à bande étroite et canal large bande. Approche pour l'aménagement de l'effet multivoie: Techniques de diversité, MIMO et OFDM. Bilan d'une liaison sans fil. Multi-couverture, couverture hiérarchique. Hand-over, itinérance, itinérance internationale. Interconnexion d'un réseau satellite avec le réseau terrestre. Aspects de recherche reliés aux systèmes de communications sans fil cellulaires actuels et futurs.

**GEN6323****Robotique mobile**

**Objectifs :** Permettre à la personne étudiante de maîtriser les connaissances nécessaires pour analyser les concepts avancés de la robotique mobile. Lui permettre d'approfondir et de perfectionner les connaissances liées à la technologie de la robotique mobile.

**Contenu :** Fondements conceptuels et théoriques des robots mobiles. Architectures fonctionnelles et informatiques des robots mobiles. Modélisation, cinématique et dynamique. Planification et commande de trajectoire. Localisation et perception de l'environnement. Vision et capteurs. Locomotion et actionneurs. Niveaux d'autonomie des robots mobiles. Outils de simulation et de programmation des robots mobiles. Directions de recherche en robotique mobile.

**GEN6363****Robotique industrielle**

**Objectifs :** Permettre à la personne étudiante de maîtriser les principes, la conception, et la programmation des robots industriels. Il couvre à la fois les concepts théoriques et les compétences pratiques nécessaires pour travailler avec des robots industriels dans la fabrication et d'autres environnements industriels.

**Contenu :** Introduction à la robotique industrielle : historique, classification, architecture fonctionnelle et informatique. Cinématique directe et inverse, notation de Denavit-Hartenberg. Dynamique et stratégies de commande des bras manipulateurs. Capteurs et actionneurs. Vision robotique : traitement d'image, calibration, reconnaissance. Programmation et interfaces des robots industriels. Applications des robots industriels. Sécurité dans les systèmes robotiques multiagents.

**INF5009****Projet de mémoire**

**Objectifs :** Permettre à l'étudiant d'élaborer le plan de recherche pour son mémoire de maîtrise. Lui permettre de développer ses capacités de rédaction et présentation scientifiques.

**Contenu :** Identification, définition, articulation et présentation du projet de mémoire de maîtrise. Élaboration du plan de recherche : problématique, question de recherche, cadre théorique et concepts-clés, état des

connaissances, hypothèses provisoires, résultats préliminaires. Identifications des étapes et calendrier. Établissement des liens de collaboration éventuels.

**INF5123****Algorithmes d'optimisation**

**Objectifs :** Connaître les différents types de problèmes d'optimisation, et les algorithmes utilisés dans leur résolution. Savoir modéliser un problème dans un domaine d'application, et sélectionner l'algorithme d'optimisation approprié.

**Contenu :** Introduction à l'optimisation comme méthode de résolution de problèmes pratiques. Classes de problèmes d'optimisation: domaines discrets vs. continus, problèmes avec contraintes, problèmes linéaires vs. non-linéaires, convexes vs. non-convexes. Résolutions des problèmes d'optimisation: descente du gradient, méthode de Newton et ses variantes. Programmation linéaire, méthode du simplexe, concept de dualité. Optimisation convexe : conditions d'optimalité, méthodes du point intérieur, convergence des algorithmes. Optimisation non-linéaire : locale vs. globale. Algorithmes heuristiques et métaheuristiques : algorithmes génétiques, essais particuliers, recuit simulé. Applications dans divers domaines: apprentissage automatique, théorie des jeux, villes intelligentes et vertes, problèmes de logistique, recherche opérationnelle.

**INF5143****Apprentissage profond**

**Objectifs :** Maîtriser les fondements théoriques et pratiques de l'apprentissage profond (AP). Développer les connaissances pour résoudre de manière indépendante les problèmes d'apprentissage automatique en utilisant les réseaux de neurones profonds.

**Contenu :** Introduction aux réseaux de neurones et l'AP. Types d'architectures de réseaux de neurones (CNN, RNN, auto-encodeurs, transformeurs, etc.). Réseaux de neurones discriminatifs vs. génératifs. Prétraitement des données en AP. Propagation en arrière et estimation de paramètres dans l'AP. Sélection de modèles et types de fonctions objectives. Régularisation et optimisation avec contraintes. Apprentissage par transfert. Validation de modèles en AP. Augmentation de données. Apprentissage fédéré. Études d'applications utilisant l'AP (ex. reconnaissance visuelle, cybersécurité, internet des objets, etc.).

**INF5163****Méthodologie de recherche en informatique**

**Objectifs :** Permettre à l'étudiante ou l'étudiant de développer ses aptitudes à mener de manière efficace des travaux de recherche en informatique, ainsi que préparer des rapports, publications et présentations scientifiques de bonne qualité.

**Contenu :** Introduction aux différents types de recherche en informatique

(fondamentale vs appliquée, théorique vs empirique, mémoire ou essai/stage). Méthodologie de recherche et projet de recherche : élaboration des objectifs et de la problématique, planification et gestion de la recherche et diffusion des résultats. Recherche documentaire et analyse critique de documents scientifiques. Développement, prototypage, documentation et exploitation d'algorithmes et de logiciels. Rédaction technique (rapport de progrès, mémoire, rapport d'essai ou de stage en milieu de travail, articles, demande de bourse, etc.). Présentation de quelques outils de rédaction et de présentation scientifiques. Présentation technique (ex. orale, affiche, vulgarisation). Intégrité, éthique et plagiat. Propriété intellectuelle (documents, logiciels, brevets, etc.). Partage et libre distribution de codes et de données. Aspects d'ÉDI (équité, diversité et inclusion). Valorisation des résultats et transferts technologiques. Carrières de chercheuse ou de chercheur.

**INF5173****Fouille et entreposage de données**

**Objectifs :** Permettre aux étudiantes et étudiants de maîtriser les fondements, les concepts et les problèmes liés à la fouille et à l'entreposage de données à des fins de prise de décision. Les aspects de la visualisation de l'information et de la connaissance seront également présentés tel que requis en intelligence d'affaires (veille économique ou Business intelligence).

**Contenu :** Fouille de données : étapes de découverte de connaissances (prétraitement, fouille de données et interprétation des résultats), techniques de classification (arbres de décision, réseau de neurones, etc.), techniques de regroupement (treillis de concepts, classification hiérarchique), règles d'association, motifs séquentiels, cas aberrants et fouille de données complexes (Web, texte et graphe). Entreposage de données : étapes de construction d'un entrepôt de données (acquisition, stockage, traitement et accès), modélisation multidimensionnelle des données, création de cubes de données, techniques OLAP, types d'architectures des entrepôts de données, optimisation des performances et matérialisation de cubes de données. Visualisation de l'information et de la connaissance. Intégration des deux technologies de fouille et d'entreposage de données. Applications et outils comme ETC (extraction, transformation et chargement).

**INF5183****Fondements de l'intelligence artificielle**

**Objectifs :** Maîtriser les fondements théoriques et pratiques des problèmes classiques de l'IA et de leur résolution algorithmique. Développer les connaissances pour résoudre de manière indépendante les problèmes typiques de l'IA en sélectionnant, implémentant et évaluant des algorithmes standard de la littérature sur l'IA.

**Contenu :** Introduction et développement historique de l'IA. Agents rationnels. Résolution de problèmes et recherche. Problèmes de recherche avec contraintes. Logique formelle et calcul de prédicats. Modèles de représentation des connaissances (réseaux sémantiques, graphes conceptuels et règles de production). Planification automatisée. Raisonnement probabiliste et modèles prédictifs. Modèles de prise de décision. Apprentissage à partir de données. Études d'applications de l'IA (ex. robotique, vision artificielle, traitement du langage naturel.).

### INF5193

#### Recherche empirique en cybersécurité

**Objectifs :** Au terme de ce cours, la personne étudiante sera familiarisée avec quelques méthodes empiriques utilisées dans un ensemble choisi de thèmes de recherche en cybersécurité. Le cours se penchera sur l'usage de la méthode scientifique dans la recherche académique et industrielle dans ce domaine. Une attention particulière sera apportée à la recherche empirique, et à la recherche sur la sécurité programmatique.

**Contenu :** Jeux de données utilisées en recherche. Design d'expériences structurées. Analyse de vulnérabilités et de code malicieux. Analyse des données et utilisation de l'apprentissage machine en cybersécurité. Rendements systémiques. Processus d'échantillonnage. Facteurs humains de la cybersécurité et risque. Aspects économiques de la cybersécurité. Principales classes d'attaque de la sécurité logicielle.

### INF5203

#### Techniques de Simulation et Modélisation avec Applications

**Objectifs :** Permettre à la personne étudiante de maîtriser les concepts et les fondements des techniques de simulation et les modélisations associées. Au terme de ce cours, les étudiants et les étudiantes seront capables de mettre en œuvre une technique de simulation selon une approche méthodologique en considérant des applications et des problèmes concrets

**Contenu :** Rappel sur les outils et méthodes d'analyse de données considérées comme entrées et résultats de simulation (génération de variables aléatoires, techniques de réduction de la variance, files d'attente, etc.). Introduction à la techniques de simulation, Exemples de catégories de simulation (Simulation continue, Simulation à temps discret), Étude d'exemples de systèmes de simulation et leurs modèles (ARENA, Monte Carlo, etc.), Tests sur la simulation à événements discrets et études des cas dans divers domaines (télécommunications, transport, intelligence artificielle, etc.), Méthodologie d'études basées sur la simulation (phase d'entrées, configurations des simulations, analyses

et validations des résultats), Utilisation d'un outil de simulation pour la résolution d'un problème (ns3, Boson, etc.).

### INF5223

#### Traitement des informations dans les réseaux

**Objectifs :** Permettre à la personne étudiante de concevoir et analyser des algorithmes distribués pour diverses tâches dans les réseaux. Sensibiliser la personne étudiante aux méthodes de tolérance aux pannes dans les réseaux, y compris les pannes malicieuses. Fournir des exemples d'applications des méthodes du calcul distribué dans le contexte des réseaux.

**Contenu :** Concept des algorithmes distribués dans les réseaux, mesures de complexité et analyse de performance. Algorithmes distribués pour les tâches fondamentales dans les réseaux: élection du chef, construction de l'arbre couvrant, construction des plus courts chemins. Algorithmes pour agents mobiles dans les réseaux. Communication en présence des pannes, consensus. Problème des pannes malicieuses. Diagnostic des pannes dans les réseaux.

### INF6003

#### Développement des applications client-serveur

**Objectifs :** Permettre à l'étudiant de maîtriser l'approche client-serveur et le familiariser avec la programmation des réseaux.

**Contenu :** Rappel sur les protocoles de transport pour la programmation: TCP/IP, UDP. Modèle Client-Serveur. Programmation des sockets. Appels de procédures à distance: modèle RPC. Présentation de données. Interfaces applicatives. Client-Serveur dans les bases de données SQL. Le transactionnel: protocoles 2PL, transactions réparties, standards de traitements de transactions. Interopérationalité. Autres types de serveur : serveurs de noms, serveurs d'informations (NIS).

### INF6021

#### Mémoire

**Objectifs :** Permettre à l'étudiant de démontrer sa capacité de mener à terme un projet de recherche de qualité, de rédiger un rapport de cette recherche et d'en communiquer les résultats.

**Contenu :** Le Mémoire de maîtrise porte sur une activité de recherche ou de recherche et développement conforme aux objectifs spécifiques du programme. L'objet de la recherche peut provenir de l'entreprise, le cas échéant, l'étudiant peut réaliser une partie de son activité de recherche en entreprise.

### INF6083

#### Sujets spéciaux

**Objectifs :** Permettre à l'étudiant d'acquérir des connaissances sur un (ou des) sujet(s) spécifique(s) pertinent(s) à son programme.

**Contenu :** Présentation d'une activité portant sur un (ou des) sujet(s) non couvert(s) dans les autres cours du programme. Activité offerte par un professeur ou une équipe de professeurs. Cette activité traite d'un ou de sujets d'intérêt et apporte une contribution particulière à la formation de l'étudiant. Le contenu de ce cours doit faire l'objet d'une approbation préalable par le Comité de programme.

### INF6103

#### Analyse et conception des protocoles de sécurité

**Objectifs :** Permettre à l'étudiant d'avoir une bonne maîtrise des concepts, des langages, des méthodes modernes et des outils utilisés dans l'analyse et la spécification des protocoles de sécurité.

**Contenu :** Cryptographie. Protocoles de sécurité. Rôle des protocoles de sécurité dans les systèmes de communication et les systèmes distribués. Présentation de quelques protocoles existants. Propriétés de sécurité : confidentialité, authentification, anonymat, atomité, non-répudiation, etc. Taxonomie des failles de sécurité. Langages formels pour la spécification des protocoles de sécurité CCS/CSP, SPI, BAN, SPC, etc. Techniques formelles de vérification et preuves de correction des protocoles de sécurité.

### INF6123

#### Structures de données avancées

**Objectifs :** Permettre à l'étudiant de se familiariser avec les structures de données avancées et leur application pour la construction d'algorithmes efficaces. Approfondir ses connaissances en algorithmique à travers des problèmes à solutions complexes.

**Contenu :** Éléments de la théorie des graphes. Graphes planaires, leurs propriétés et applications. Approfondissement des dictionnaires et arborescences. Types des tas. Files de priorité. Médiants. Approfondissement de la technique de programmation dynamique. Congruences et algorithmes de la théorie des nombres. Algorithmes de filtrage. Algorithmes avancés sur les graphes. Algorithmes géométriques.

### INF6133

#### Algorithmes géométriques

**Objectifs :** Permettre aux étudiants de perfectionner leurs connaissances sur les algorithmes traitant les données géométriques et leurs applications.

**Contenu :** Types de données géométriques. Graphes géométriques. Graphes de disques unitaires. Arrangements. Grilles. Arbres quaternaires. Recherche géométrique et localisation de points. Intersections. Triangulations et trapezoidations. Enveloppes convexes. Diagrammes de Voronoi et triangulations Delauney. Algorithmes d'explorations et planification de trajectoires.

### INF6153

#### Systèmes de contrôle d'accès aux données

**Objectifs :** Permettre aux étudiants de maîtriser les aspects informatiques de la conception et implémentation de méthodes de protection et contrôle d'accès aux données dans les entreprises, du point de vue des exigences d'entreprise, de la structure des logiciels, de la validation des exigences et de la conception de systèmes.

**Contenu :** Exigences de sécurité des données et de protection de la vie privée. Politiques de protection et contrôle d'accès d'entreprise. Méthodes de contrôle d'accès discrétionnaires et non-discrétionnaires, caractéristiques logiques et implémentation. Rôles d'entreprise. Conception de rôles. Contrôle d'accès basé sur les rôles (RBAC) et ses variantes. Contrôle d'accès basé sur les attributs. Méthodes Bell-LaPadula, Biba et muraille de Chine. Modèles hybrides. Langages pour la spécification d'exigences et de politiques de contrôle d'accès. Analyse de cohérence et complétude de politiques de contrôle d'accès. Principes et méthodes pour l'analyse du risque dans le contrôle d'accès. Étude de la littérature et d'outils courants.

### INF6173

#### Conception de syst. temps-réel répartis embarqués

**Objectifs :** Permettre aux étudiants de maîtriser les particularités des phases de développement des systèmes en temps réel répartis et particulièrement des systèmes embarqués. Lui permettre de tester ces systèmes et évaluer leur performance. Lui permettre également d'approfondir les connaissances relatives aux techniques d'ordonnancement et aux comportements des systèmes réactifs et leurs applications

**Contenu :** Rappel sur les concepts des systèmes temps réel. Introduction des systèmes temps réel distribués embarqués (STRDE). Analyse et conception des systèmes temps réel répartis, concept de Co-Design. Processeurs embarqués. Optimisation de la conception et du développement de systèmes temps réel répartis. Apport de l'approche orientée objet à la conception des systèmes temps réel répartis. Performance statique et dynamique. Multitraitement temps réel distribué, techniques d'ordonnancement, puissance dans les systèmes embarqués, accélérateurs de matériel, systèmes d'exploitation (QNX, ITRON, etc.). Langages de spécification, outils de simulation pour réseaux de capteurs (TOSSIM, etc.). Applications (routage, transport des données, etc.).

### INF6203

#### Méthodes formelles pour le développement de logiciels

**Objectifs :** Permettre aux étudiants de maîtriser le processus de développement rigoureux et formel du logiciel. Lui permettre d'approfondir les

techniques de spécification, validation et test formels du logiciel.

**Contenu** : Spécification et validation de besoins. Spécification de programmes séquentiels. Spécification de modules. Conception interne de modules et fonction d'abstraction. Étude et application de quelques langages formels. Spécification de programmes concurrents. Documentation produite à chaque étape du développement du logiciel. Étude et utilisation d'outils logiciels pour le développement formel du logiciel. Méthodes formelles de test. Méthodes formelles et méthodes informelles de validation de logiciels.

### INF6223

#### Systèmes de communications multimédias

**Objectifs** : Permettre aux étudiants de maîtriser les systèmes de communications multimédias et les traitements associés. Lui permettre d'acquérir les connaissances de base pour le développement d'applications multimédias

**Contenu** : Introduction au multimédia, outils et interfaces. Représentation des données multimédias, audio, image et vidéo. Compression des données multimédias, algorithmes de base. Normes de codage JPEG et MPEG. Sécurité multimédia, watermarking, gestion numérique des droits (DRM), authentification, vidéosurveillance. Bases de données multimédias, recherche par le contenu. Applications : Multimédia et réseaux, protocoles de transfert, internet, réseaux sans-fil, transport en temps réel, synchronisation, qualité de service.

### INF6233

#### Sécurité informatique et méthodes formelles

**Objectifs** : Permettre aux étudiants de maîtriser les techniques formelles utilisées pour la sécurisation des systèmes et réseaux informatiques

**Contenu** : Problèmes de la sécurité dans les logiciels et intergiciel. Formalismes algébriques et logiques pour la description des systèmes et des politiques de sécurité. Automates d'édition. Techniques formelles de renforcement de politiques de sécurité dans les systèmes. Renforcement par Monitoring. Renforcement par réécriture de programmes. Classes de propriétés de sécurités : sûreté, vivacité, « renewal », etc.

### INF6243

#### Techniques d'apprentissage

**Objectifs** : Permettre aux étudiants de maîtriser les concepts fondamentaux de l'apprentissage automatique et d'appliquer ces notions à des problèmes concrets. Leur faire acquérir des connaissances sur les techniques d'apprentissage supervisé et non supervisé, les techniques d'apprentissage pour les données textuelles, les algorithmes de classement des pages Web.

**Contenu** : Concepts d'apprentissage supervisé : classification et régression, frontière de décision et fonctions discriminantes; Arbres de décision et techniques de traitement du sur-apprentissage (overfitting); Apprentissage par ensemble : (bagging), (boosting) et forêt d'arbres; Machine à noyaux : dimension VC et machines à supports vectorielles; Apprentissage non supervisé : (clustering), les mélanges de loi de distribution statistique, carte de Kohonen et algorithme SOFM; Apprentissage de données multidimensionnelles : techniques de réduction de la dimension, classification non supervisée dans les sous-espaces de dimension (subspace clustering); Fouille de données textuelles : modèle TF-IDF et analyse sémantique latente; Prospection du Web : algorithmes HITS et PageRank.

### INF6273

#### Technologie avancée en télécommunication

**Objectifs** : Permettre aux étudiants de comprendre le fonctionnement et les protocoles récents des systèmes modernes de télécommunication, particulièrement des réseaux à très haut débit et les familiariser avec les récents développements et applications dans ce domaine.

**Contenu** : Revue des architectures des réseaux de télécommunication. Réseaux locaux (LAN), métropolitains (MAN), étendus (WAN). Technologie Mode de transfert asynchrone (ATM). Communication par fibres optiques et standard SONET (Synchronous Optical Network). Réseaux tout optiques. Communications et réseaux sans fil. Réseaux ad-hoc. Méthodes de contrôle d'accès multiples. Gestion de la performance des réseaux modernes. Contrôle de congestion dans les réseaux à très haut débit. Réseaux cognitifs. Applications.

### INF6293

#### Éléments avancés en cryptographie

**Objectifs** : Maîtriser les techniques avancées de cryptologie répondant à des critères spécifiques de sécurité et de performance. Apprendre et maîtriser les fondements mathématiques et l'analyse de ces techniques et leurs implications sur la sécurité.

**Contenu** : Rappel sur les systèmes de chiffrement symétriques et asymétriques. Rappel des notions d'algèbre et de théorie des nombres. Cryptographie basée sur les logarithmes discrets (cryptographie à courbes elliptiques, ElGamal, DSA, échange de clés Diffie-Hellman, etc.). Fonctions de hachage (MD5, SHA-1, etc.). Cryptographie à seuil. Cryptographie basée sur l'identité. Cryptanalyse. Partage de secrets. Éléments de cryptographie quantique.

### INF6303

#### Techniques d'analyse des mégadonnées

**Objectifs** : Connaître les concepts fondamentaux liés à la production et

l'exploitation des mégadonnées. Maîtriser les techniques d'analyse statistique, d'exploration et de visualisation de mégadonnées pour la prise de décision.

**Contenu** : Description des défis du traitement de données massives (big data) : Échantillonnage et prétraitement des données : structurées, non structurées et flux. Techniques statistiques d'analyse des mégadonnées : modélisation et inférence statistique, estimation de paramètres et de distributions, maximum de vraisemblance et méthodes Bayésiennes, analyse de corrélation, analyse factorielle. Techniques de stockage, de réduction et de visualisation de mégadonnées. Apprentissage par ordinateur sur les mégadonnées : classification et regroupement, régression linéaire et non-linéaire, apprentissage profond. Étude d'applications utilisant les données massives : recherche d'information, systèmes de recommandation, analyse de réseaux sociaux.

### INF6333

#### Éléments d'intelligence artificielle appliquée

**Objectifs** : Permettre aux étudiants d'approfondir les techniques de base de l'apprentissage machine et les aspects pratiques de l'intelligence artificielle (IA). Comprendre les enjeux spécifiques liés aux données et à l'évaluation de performance dans la conception et le développement d'applications basées sur l'IA.

**Contenu** : Acquisition, extraction, visualisation et préparation des données. Extraction de caractéristiques, réduction de la dimensionnalité, et représentation des connaissances. Problèmes de déséquilibre de données. Apprentissage supervisé, non-supervisé et par renforcement. Réseaux de neurones et apprentissage profond. Apprentissage d'ensemble et prise de décision. Déploiement de solutions basées sur l'intelligence artificielle. Enjeux dans la conception et le développement des systèmes intelligents embarqués et des systèmes intelligents en temps réel. Critères de performances et évaluation d'applications basées sur l'intelligence artificielle. Études d'applications dans les domaines de la vision artificielle, de la robotique, du génie, des soins de santé et du forage de données.

### INF6343

#### Intelligence artificielle distribuée

**Objectifs** : Dans le contexte de l'intelligence artificielle, permettre aux étudiant(e)s de maîtriser les principaux défis liés à l'interaction d'agents autonomes. Présenter aux étudiant(e)s les principales théories et outils pour opérationnaliser ces interactions, notamment les protocoles formels, la théorie des jeux, et l'apprentissage multi-agent.

**Contenu** : La notion d'agent et d'architecture multi-agents dans le contexte de l'intelligence artificielle distribuée. Les principaux défis des

interactions entre agents : coordination, communication, apprentissage. Modèles d'organisations multi-agents : institutions électroniques, protocoles formels. La notion de machine sociale. Modélisation des interactions entre agents : théorie des jeux coopératifs et non coopératifs. Mécanismes de coordination : choix collectif, mécanismes d'incitation, systèmes de réputation. Aspects algorithmiques des décisions collectives, concepts d'équité. Apprentissage par renforcement, apprentissage multi-agent. Applications dans différents domaines, dont la cyber sécurité, les réseaux et la robotique.