



Maîtrise en génie électrique

RENSEIGNEMENTS

819 821-7141 (téléphone)

819 821-7937 (télécopieur)

infoengi@USherbrooke.ca (adresse électronique)

RESPONSABILITÉ : Département de génie électrique et de génie informatique,
Faculté de génie

LIEUX DE FORMATION ET TRIMESTRES D'ADMISSION

Sherbrooke : admission aux trimestres d'automne, d'hiver et d'été

GRADE

Maître ès sciences appliquées, M. Sc. A.

La maîtrise en génie électrique permet trois cheminement :

- un cheminement de type recherche;
- un cheminement de type cours sans stage;
- un cheminement intégré baccalauréat-maîtrise.

OBJECTIFS

Objectifs généraux

Le programme de maîtrise en génie électrique a pour objectifs :

- de former des spécialistes autonomes et compétents afin qu'ils puissent exercer une pratique professionnelle de haut niveau technique dans leur domaine de spécialisation;
- de développer des aptitudes à la recherche en génie;
- de préparer les étudiantes et étudiants à des études de 3^e cycle.

Objectifs spécifiques du cheminement de type recherche

Permettre à l'étudiante ou à l'étudiant :

- d'acquérir des connaissances approfondies dans une ou plusieurs spécialités du génie électrique ou du génie informatique;
- d'acquérir une maîtrise des méthodes de recherche dans son domaine de spécialité;
- d'apprendre à faire des recherches documentaires, à évaluer la qualité de l'information et de ses sources et à analyser les travaux publiés sur des sujets relevant de son champ de compétence;
- de mener à terme un projet de recherche de l'étape de la formulation du projet jusqu'à la communication des résultats;
- de développer ses habiletés à communiquer efficacement ses connaissances et le résultat de ses travaux;
- d'acquérir une autonomie lui permettant par la suite de mener seul des projets de recherche dans son domaine de spécialité.

Objectifs spécifiques du cheminement de type cours

Permettre à l'étudiante ou à l'étudiant :

- d'intégrer les acquis du programme d'études en rédigeant un essai;
- par le bloc 1 (Spécialisation en génie électrique), d'acquérir des connaissances approfondies et de développer des compétences techniques de haut niveau dans une ou plusieurs spécialités du génie électrique;
- par le bloc 2 (Intervention en entreprise), d'appliquer les connaissances acquises à des situations, des problématiques ou des projets en milieu industriel ou issus du milieu industriel relié au génie électrique;
- par le bloc 3 (Gestion des projets d'ingénierie), de développer des compétences en gestion des projets d'ingénierie.

Objectifs du cheminement intégré baccalauréat-maîtrise

Les objectifs du cheminement intégré baccalauréat-maîtrise comprennent les objectifs du baccalauréat en génie électrique ou en génie informatique et ceux des cheminements de type recherche ou de type cours de la maîtrise en génie électrique.

ADMISSION

Condition générale

Détenir un grade de 1^{er} cycle en ingénierie d'une université canadienne ou l'équivalent, ou avoir une préparation jugée satisfaisante sur la base d'un grade de 1^{er} cycle en sciences.

Pour le cheminement intégré baccalauréat-maîtrise, être inscrit à temps complet au programme de baccalauréat en génie électrique ou en génie informatique de l'Université de Sherbrooke.

Conditions particulières

Avoir une moyenne cumulative d'au moins 2,7 dans un système où la note maximale est de 4,3 ou avoir obtenu des résultats scolaires jugés équivalents. La Faculté peut néanmoins admettre une candidate ou un candidat ne satisfaisant pas à cette condition particulière d'admission. Dans un tel cas, la Faculté peut, conformément au *Règlement des études*, imposer à l'étudiante ou à l'étudiant des activités pédagogiques d'appoint.

Pour les cheminements de type recherche, la candidate ou le candidat doit s'assurer qu'une professeure ou un professeur habilité accepte de superviser la recherche.

Pour le cheminement intégré baccalauréat-maîtrise, avoir complété 105 crédits du programme de baccalauréat en génie électrique ou en génie informatique de l'Université de Sherbrooke avec une moyenne cumulative d'au moins 2,7.

Pour les étudiantes et étudiants d'une université ou d'une école d'ingénieurs hors du Canada, être inscrits en dernière année d'un programme de formation d'ingénieurs d'une durée minimum de cinq années. Dans ce cas, une formation d'appoint pourrait être exigée.

Condition particulière supplémentaire

Pour être admis au régime en partenariat, la candidate ou le candidat doit avoir été accepté par une entreprise ayant dûment conclu avec l'Université un protocole d'engagement au régime en partenariat pour études de maîtrise et de doctorat en milieu de travail.

CHEMINEMENT DE TYPE RECHERCHE

RÉGIMES DES ÉTUDES ET D'INSCRIPTION

Régime régulier à temps complet

Régime en partenariat à temps complet

CRÉDITS EXIGÉS : 45

DOMAINES DE RECHERCHE

Micronano-ingénierie

- Bioingénierie, biophotonique
- Imagerie médicale
- Microélectronique, MEMs
- Nanoélectronique
- Optoélectronique, photonique
- Synthèse de circuits numériques

Systèmes intelligents

- Commande intelligente
- Dispositifs intelligents réseautés (Networked smart devices)
- Neurosciences, traitement bio-inspiré de l'information
- Robotique mobile
- Robotique pour les soins de santé
- Systèmes embarqués temps réel

Systèmes logiciels

- Développement de logiciels
- Intelligence artificielle
- Recherche opérationnelle

Traitement et transport de l'information

- Communications optiques et hyperfréquences
- Optimisation des réseaux de télécommunications
- Protocoles et services de télécommunications
- Systèmes répartis
- Traitement d'image
- Traitement de la parole et de l'audio
- Traitement de signal

PROFIL DES ÉTUDES

Activités pédagogiques obligatoires (30 crédits)

| | | | | |
|-----|-----|---|----|----|
| GEI | 726 | Introduction au projet de recherche | CR | 1 |
| GEI | 727 | Définition du projet de recherche | | 4 |
| GEI | 728 | Séminaires de recherche | | 1 |
| SCA | 701 | Méthodologie de recherche et communication | | 3 |
| SCA | 702 | Plan de formation en maîtrise | | 0 |
| SCA | 715 | Sécurité dans les laboratoires de recherche | | 0 |
| SCA | 729 | Rapport d'avancement en recherche | | 3 |
| SCA | 730 | Activités de recherche et mémoire | | 18 |

Activités pédagogiques à option (9 à 15 crédits)

Choisies en accord avec la directrice ou le directeur de recherche parmi les activités pédagogiques suivantes :

| | | | | |
|-----|-----|-----------------------|----|---|
| GEI | 705 | Étude spécialisée III | CR | 3 |
|-----|-----|-----------------------|----|---|

Thème micronano-ingénierie⁽¹⁾

À noter : les modules à l'intérieur d'un thème sont des regroupements d'activités qui doivent normalement être suivies simultanément.

| | | | | |
|-----|-----|---|----|---|
| GEI | 714 | Dispositifs électroniques sur silicium et matériaux III-V | CR | 3 |
| GEI | 715 | Conception VLSI en fonction des tests et CMOS analogiques | | 3 |
| GEI | 721 | Formation à la fabrication en salles blanches | | 3 |
| GEI | 725 | Principes de base et applications des lasers | | 3 |

MODULE Microélectronique

| | | | | |
|-----|-----|--|----|---|
| GEI | 710 | Conception avancée de circuits intégrés | CR | 3 |
| GEI | 718 | Techniques de fabrication en salles blanches | | 2 |
| GEI | 719 | Microfabrication de biocapteurs | | 1 |

MODULE Photonique et capteurs

| | | | | |
|-----|-----|--|----|---|
| GEI | 717 | Biophotonique | CR | 3 |
| GEI | 769 | Physique des composants microélectroniques | | 3 |

MODULE Bioingénierie

| | | | | |
|-----|-----|--|----|---|
| BGC | 711 | Anatomie fonctionnelle pour l'ingénieur I | CR | 1 |
| BGC | 712 | Anatomie fonctionnelle pour l'ingénieur II | | 1 |
| BGE | 711 | Instrumentation en bioingénierie I | | 1 |
| BGE | 712 | Instrumentation en bioingénierie II | | 1 |
| BGM | 711 | Modélisation en bioingénierie I | | 1 |
| BGM | 712 | Modélisation en bioingénierie II | | 1 |

Thème systèmes intelligents⁽¹⁾

| | | | | |
|-----|-----|---|----|---|
| GEI | 720 | Commande multivariable appliquée à l'aérospatiale | CR | 3 |
| GEI | 736 | Logique floue | | 3 |
| GEI | 738 | Systèmes à événements discrets distribués | | 3 |
| GEI | 741 | Intelligence intégrée pour robots mobiles | | 3 |
| GEI | 742 | Intelligence pour robots mobiles et autonomes | | 3 |

MODULE Robotique

| | | | | |
|-----|-----|--------------------------------------|----|---|
| GEI | 740 | Programmation robotique | CR | 3 |
| GEI | 745 | Modélisation de robots manipulateurs | | 3 |

MODULE Automatique

| | | | | |
|-----|-----|--------------------------|----|---|
| GEI | 778 | Automatique industrielle | CR | 3 |
| GEI | 779 | Commande numérique | | 3 |

MODULE Intelligence artificielle

| | | | | |
|-----|-----|--|----|---|
| GEI | 790 | Intelligence artificielle formalisable | CR | 2 |
| GEI | 791 | Intelligence artificielle probabiliste | | 2 |
| GEI | 792 | Intelligence artificielle bio-inspirée | | 2 |

Thème systèmes logiciels⁽¹⁾

| | | | | |
|-----|-----|-------------------------------|----|---|
| GEI | 730 | Conception par les objets | CR | 3 |
| GEI | 734 | Interfaces personne-système | | 3 |
| GEI | 735 | Intégration matériel-logiciel | | 3 |

MODULE Méthodes de développement agiles

| | | | | |
|-----|-----|--|----|---|
| GEI | 794 | Principes avancés de conception par objets | CR | 2 |
| GEI | 795 | Mesures et qualité de logiciels | | 2 |
| GEI | 796 | Pratiques dans les développements agiles | | 2 |

MODULE Méthodes de développement avancées

| | | | | |
|-----|-----|---|----|---|
| GEI | 797 | Développement <i>lean</i> en génie informatique | CR | 2 |
| GEI | 798 | Développement de programmes concurrents | | 2 |
| GEI | 799 | Vérification de logiciels | | 2 |

MODULE Sécurité informatique

| | | | | |
|-----|-----|--------------------------------------|----|---|
| GEI | 760 | Techniques avancées de cryptographie | CR | 2 |
| GEI | 761 | Télématique et protocoles sécurisés | | 2 |
| GEI | 762 | Sécurité des systèmes informatiques | | 2 |

Thème ingénierie biomédicale⁽¹⁾

| | | | | |
|-----|-----|--|----|---|
| GEI | 712 | Neurophysiologie applicable aux prothèses sensorielles | CR | 3 |
|-----|-----|--|----|---|

Thème traitement de signal⁽¹⁾

| | | | | |
|-----|-----|---|----|---|
| GEI | 750 | Codes et treillis en communication | CR | 3 |
| GEI | 751 | Quantification vectorielle | | 3 |
| GEI | 752 | Techniques avancées de traitement des signaux | | 3 |
| GEI | 753 | Filtrage adaptatif | | 3 |
| GEI | 754 | Traitement d'image | | 3 |
| GEI | 755 | Traitement de parole et audio | | 3 |
| GEI | 756 | Processus aléatoires | | 3 |
| GEI | 759 | Ingénierie des systèmes numériques | | 3 |

MODULE Codage de l'information

| | | | | |
|-----|-----|-------------------------------|----|---|
| GEI | 746 | Modélisation de l'information | CR | 3 |
| GEI | 747 | Quantification | | 3 |

Thème réseaux et télécommunication⁽¹⁾

| | | | | |
|-----|-----|--|----|---|
| GEI | 770 | Réseaux de communication par fibre optique | CR | 3 |
|-----|-----|--|----|---|

MODULE Modulation et transmission

| | | | | |
|-----|-----|--------------------------------|----|---|
| GEI | 748 | Modulation avancée | CR | 3 |
| GEI | 749 | Électronique hautes fréquences | | 3 |

MODULE Protocoles et services

| | | | | |
|-----|-----|---|----|---|
| GEI | 763 | Conception de protocoles et services | CR | 3 |
| GEI | 764 | Validation et tests de protocoles et services | | 3 |

MODULE Réseautique

| | | | | |
|-----|-----|-------------------------|----|---|
| GEI | 765 | Architecture de réseaux | CR | 2 |
| GEI | 766 | Composantes de réseaux | | 2 |
| GEI | 767 | Gestion de réseaux | | 2 |

Activités pédagogiques au choix (0 à 6 crédits)

Choisies parmi l'ensemble des activités pédagogiques de l'Université, avec l'approbation de la direction du Département, ou les activités suivantes :

| | | | | |
|-----|-----|----------------------|----|---|
| GEI | 702 | Étude spécialisée I | CR | 1 |
| GEI | 703 | Étude spécialisée II | | 2 |

CHEMINEMENT DE TYPE COURS SANS STAGE

RÉGIMES DES ÉTUDES ET D'INSCRIPTION

Régime régulier à temps complet et à temps partiel

CRÉDITS EXIGÉS : 45

PROFIL DES ÉTUDES

Le profil des études est établi dans le cadre d'un plan de formation individualisé pour chaque étudiante ou étudiant, avec l'aide d'un conseiller pédagogique du Département de génie électrique et de génie informatique.

Activités pédagogiques obligatoires (9 crédits)

| | | | | |
|-----|-----|---|----|---|
| GEI | 807 | Définition du projet d'essai | CR | 1 |
| GEI | 808 | Essai | | 8 |
| SCA | 702 | Plan de formation en maîtrise | | 0 |
| SCA | 716 | Sécurité dans les laboratoires de recherche | | 0 |

BLOC 1 : Spécialisation en génie électrique

Activités pédagogiques à option (15 à 36 crédits)

Choisies parmi les activités pédagogiques à option du cheminement de type recherche

Activités pédagogiques à option (0 à 6 crédits)

Choisies parmi les activités suivantes :

| | | |
|-----|-----|--|
| GEI | 803 | Projet de développement en génie électrique I |
| GEI | 804 | Projet de développement en génie informatique I |
| GEI | 805 | Projet de développement en génie électrique II |
| GEI | 806 | Projet de développement en génie informatique II |

BLOC 2 : Gestion des projets d'ingénierie

Activités pédagogiques à option (0 à 12 crédits)

Choisies parmi les activités suivantes :

| | | |
|-----|-----|---|
| FEC | 772 | Analyse financière en ingénierie |
| GIN | 708 | Gestion de projets d'ingénierie : processus |
| GIN | 709 | Gestion de projets d'ingénierie : contrôle et suivi |
| GIN | 772 | Négociation et gestion de différends en génie |

Activités pédagogiques au choix (0 à 6 crédits)

CHEMINEMENT INTÉGRÉ BACCALAURÉAT-MAÎTRISE

RÉGIMES DES ÉTUDES ET D'INSCRIPTION

Régime régulier ou coopératif à temps complet au baccalauréat
Régime régulier à temps complet à la maîtrise de type recherche
Régime régulier à temps complet et à temps partiel à la maîtrise de type cours
Régime en partenariat à temps complet à la maîtrise

MODALITÉS DU CHEMINEMENT INTÉGRÉ AU BACCALAURÉAT EN GÉNIE ÉLECTRIQUE EN RÉGIME COOPÉRATIF

Normalement, l'agencement des sessions d'études au baccalauréat (S), de stages (T) et d'études à la maîtrise (M) est l'un des suivants :

| 1 ^{re} année | | | 2 ^e année | | | 3 ^e année | | | 4 ^e année | | | 5 ^e année | | |
|-----------------------|-----|-----|----------------------|-----|-----|----------------------|-----|-----|----------------------|-----|-----|----------------------|-----|-----|
| AUT | HIV | ÉTÉ | AUT | HIV | ÉTÉ | AUT | HIV | ÉTÉ | AUT | HIV | ÉTÉ | AUT | HIV | ÉTÉ |
| S-1 | S-2 | T-1 | S-3 | T-2 | S-4 | S-5 | T-3 | S-6 | T-4 | S-7 | M-1 | M-2 | M-3 | M-4 |

Pour les étudiantes et étudiants qui désirent faire un cinquième stage (T-5) à la session d'été de la 4^e année, la première session de la maîtrise (M-1) a lieu à la session d'automne de la 5^e année. En régime régulier, l'agencement des sessions d'études est le même, mais les sessions de stages sont remplacées par des sessions libres.

MODALITÉS DU CHEMINEMENT INTÉGRÉ AU BACCALAURÉAT EN GÉNIE INFORMATIQUE EN RÉGIME COOPÉRATIF

CR 3
3
6
6
CR 3
3
3
3

Normalement, l'agencement des sessions d'études au baccalauréat (S), de stages (T) et d'études à la maîtrise (M) est l'un des suivants :

| 1 ^{re} année | | | 2 ^e année | | | 3 ^e année | | | 4 ^e année | | | 5 ^e année | | |
|-----------------------|-----|-----|----------------------|-----|-----|----------------------|-----|-----|----------------------|-----|-----|----------------------|-----|-----|
| AUT | HIV | ÉTÉ | AUT | HIV | ÉTÉ | AUT | HIV | ÉTÉ | AUT | HIV | ÉTÉ | AUT | HIV | ÉTÉ |
| S-1 | S-2 | T-1 | S-3 | T-2 | S-4 | T-3 | S-5 | S-6 | T-4 | S-7 | M-1 | M-2 | M-3 | M-4 |

Pour les étudiantes et étudiants qui désirent faire un cinquième stage (T-5) à la session d'été de la 4^e année, la première session de la maîtrise (M-1) a lieu à la session d'automne de la 5^e année. En régime régulier, l'agencement des sessions d'études est le même, mais les sessions de stages sont remplacées par des sessions libres.

CRÉDITS EXIGÉS : 45 (en sus de 105 crédits du baccalauréat)

PROFIL DES ÉTUDES

Le cheminement intégré comprend 150 crédits répartis comme suit :

- 105 crédits d'activités pédagogiques obligatoires, à option et au choix parmi les activités pédagogiques requises pour l'obtention du baccalauréat en génie électrique ou du baccalauréat en génie informatique
- 45 crédits du cheminement de type recherche ou du cheminement de type cours sans stage dont 15 crédits d'activités pédagogiques conjointes aux programmes de baccalauréat en génie électrique ou de baccalauréat en génie informatique et de la maîtrise en génie électrique

Dès que l'étudiante ou l'étudiant a satisfait à toutes les exigences du baccalauréat en génie électrique ou en génie informatique, elle ou il peut faire une demande d'obtention du diplôme de baccalauréat en génie électrique ou en génie informatique respectivement. L'étudiante ou l'étudiant doit avoir complété le programme de baccalauréat en génie électrique ou en génie informatique pour obtenir le diplôme de maîtrise en génie électrique.

Activités pédagogiques d'appoint et supplémentaires pour tous les cheminements

Des activités pédagogiques d'appoint peuvent être imposées à l'étudiante ou à l'étudiant lors de l'admission ou durant les études de maîtrise.

- (1) Les modules à l'intérieur d'un thème sont des regroupements d'activités qui doivent normalement être suivies simultanément.

Description des activités pédagogiques

BGC

BGC 711

1 cr.

Anatomie fonctionnelle pour l'ingénieur I

Objectif : Maîtriser les concepts fondamentaux normaux et pathologiques d'anatomie et de physiologie humaines afin de mieux comprendre et apprécier les aspects médicaux de problématiques en bioingénierie.

Contenu : Nomenclature, morphologie, cytologie, histologie, physiologie, pathologie, anamnèse, examen médical, données de laboratoire et interprétation médicale de signaux biomédicaux des systèmes du corps humain (ex : nerveux, tactile, visuel, olfactif et gustatif, auditif et vestibulaire, cardiovasculaire, respiratoire, digestif et lymphatique, génito-urinaire, musculaire, squelettique). Pour le trio d'activités concomitantes Anatomie, Modélisation et Instrumentation I, les étudiantes et étudiants choisissent une **1^{re} et une 2^e** unité parmi les 8 unités suivantes en bioingénierie : Acquisition et traitement de signaux biomédicaux, Électromyographie et statique musculosquelettique, Analyse du mouvement et dynamique musculosquelettique, Biomécanique et mécanobiologie tissulaires, Biofluidique classique, Électrocardiographie et biofluidique hydraulique, Tomographie et biomatériaux, Résonance magnétique et contrôle sensorimoteur.

Concomitantes : BGE 711 et BGM 711

BGC 712

1 cr.

Anatomie fonctionnelle pour l'ingénieur II

Objectif : maîtriser les concepts fondamentaux normaux et pathologiques d'anatomie et de physiologie humaines afin de mieux comprendre et apprécier les aspects médicaux de problématiques en bioingénierie.

Contenu : nomenclature, morphologie, cytologie, histologie, physiologie, pathologie, anamnèse, examen médical, données de laboratoire et interprétation médicale de signaux biomédicaux des systèmes du corps humain (ex : nerveux, tactile, visuel, olfactif et gustatif, auditif et vestibulaire, cardiovasculaire, respiratoire, digestif et lymphatique, génito-urinaire, musculaire, squelettique). Pour le trio d'activités concomitantes Anatomie, Modélisation et Instrumentation II, les étudiantes et étudiants choisissent une **3^e et une 4^e** unité parmi les 8 unités suivantes en bioingénierie : Acquisition et traitement de signaux biomédicaux, Électromyographie et statique musculosquelettique, Analyse du mouvement et dynamique musculosquelettique, Biomécanique et mécanobiologie tissulaires, Biofluidique classique, Électrocardiographie et biofluidique hydraulique, Tomographie et biomatériaux, Résonance magnétique et contrôle sensorimoteur.

Concomitantes : BGE 712 ET BGM 712

BGE

BGE 711

1 cr.

Instrumentation en bioingénierie I

Objectifs : mesurer, par l'entremise de problématiques en bioingénierie, des signaux relevant de l'anatomie et de la physiologie humaines, comprendre la nature de ces signaux biomédicaux, analyser des instruments biomédicaux et en concevoir certains, et discuter des points forts et des limites d'instruments biomédicaux existants.

Contenu : identification du signal, détermination des composantes nécessaires, mesures et analyses du signal et discussion d'instruments biomédicaux (ex : instruments d'analyse du mouvement, électromyographie, électrocardiographie, microscopie, échographie, tomographie, résonance magnétique). Pour le trio d'activités concomitantes Anatomie, Modélisation et Instrumentation I, les étudiantes et étudiants choisissent une **1^{re} et une 2^e** unité parmi les 8 unités suivantes en bioingénierie : Acquisition et traitement de signaux biomédicaux, Électromyographie et statique musculosquelettique, Analyse du mouvement et dynamique musculosquelettique, Biomécanique et mécanobiologie tissulaires, Biofluidique classique, Électrocardiographie et biofluidique hydraulique, Tomographie et biomatériaux, Résonance magnétique et contrôle sensorimoteur.

Concomitantes : BGC 711 et BGM 711

BGE 712

1 cr.

Instrumentation en bioingénierie II

Objectifs : mesurer, par l'entremise de problématiques en bioingénierie, des signaux relevant de l'anatomie et de la physiologie humaines, comprendre la nature de ces signaux biomédicaux, analyser des instruments biomédicaux et en concevoir certains, et discuter des points forts et des limites d'instruments biomédicaux existants.

Contenu : identification du signal, détermination des composantes nécessaires, mesures et analyses du signal et discussion d'instruments biomédicaux (ex : instruments d'analyse du mouvement, électromyographie, électrocardiographie, microscopie, échographie, tomographie, résonance magnétique). Pour le trio d'activités concomitantes Anatomie, Modélisation et Instrumentation II, les étudiantes et étudiants choisissent une **3^e et une 4^e** unité parmi les 8 unités suivantes en bioingénierie : Acquisition et traitement de signaux biomédicaux, Électromyographie et statique musculosquelettique, Analyse du mouvement et dynamique musculosquelettique, Biomécanique et mécanobiologie tissulaires, Biofluidique classique, Électrocardiographie et biofluidique hydraulique, Tomographie et biomatériaux, Résonance magnétique et contrôle sensorimoteur.

Concomitantes : BGC 712 et BGM 712

BGM

BGM 711

1 cr.

Modélisation en bioingénierie I

Objectif : créer, à l'aide d'une méthode cohérente et systématique et par l'entremise de problématiques en bioingénierie, des modèles mécaniques et électriques représentant les diverses parties du corps humain et leur fonctionnement normal et pathologique.

Contenu : identification des propriétés et des fonctions importantes, détermination des composantes et des équations, validation des résultats et discussion de modèles du corps humain (ex : modèles de cellules, tissus, axones, proprioception, pupilles, canaux semi-circulaires, circulation sanguine, alvéoles, microorganismes, reins, muscles, os, mouvement, locomotion). Pour le trio d'activités concomitantes Anatomie, Modélisation et Instrumentation I, les étudiantes et étudiants choisissent une **1^{re} et une 2^e** unité parmi les 8 unités suivantes en bioingénierie : Acquisition et traitement de signaux biomédicaux, Électromyographie et statique musculosquelettique, Analyse du mouvement et dynamique musculosquelettique, Biomécanique et mécanobiologie tissulaires, Biofluidique classique, Électrocardiographie et biofluidique hydraulique, Tomographie et biomatériaux, Résonance magnétique et contrôle sensorimoteur.

Concomitantes : BGC 711 et BGE 711

BGM 712

1 cr.

Modélisation en bioingénierie II

Objectif : créer, à l'aide d'une méthode cohérente et systématique et par l'entremise de problématiques en bioingénierie, des modèles mécaniques et électriques représentant les diverses parties du corps humain et leur fonctionnement normal et pathologique.

Contenu : identification des propriétés et des fonctions importantes, détermination des composantes et des équations, validation des résultats et discussion de modèles du corps humain (ex : modèles de cellules, tissus, axones, proprioception, pupilles, canaux semi-circulaires, circulation sanguine, alvéoles, microorganismes, reins, muscles, os, mouvement, locomotion). Pour le trio d'activités concomitantes Anatomie, Modélisation et Instrumentation II, les étudiantes et étudiants choisissent une **3^e et une 4^e** unité parmi les 8 unités suivantes en bioingénierie : Acquisition et traitement de signaux biomédicaux, Électromyographie et statique musculosquelettique, Analyse du mouvement et dynamique musculosquelettique, Biomécanique et mécanobiologie tissulaires, Biofluidique classique, Électrocardiographie et biofluidique hydraulique, Tomographie et biomatériaux, Résonance magnétique et contrôle sensorimoteur.

Concomitantes : BGC 712 et BGE 712

FEC

FEC 772

3 cr.

Analyse financière en ingénierie

Objectifs : intégrer les contraintes financières aux choix de projets; maîtriser les concepts intégrateurs de l'analyse financière; reconnaître les conditions d'utilisation des outils de prise de décision; appréhender les limites de ces outils et interpréter les résultats de leur utilisation.

Contenu : les éléments de base de la comptabilité financière; l'interprétation des états financiers; le rôle du facteur intérêt; l'identification des flux monétaires; le critère de la valeur actuelle nette et les autres méthodes d'évaluation, les incidences du risque et de l'inflation; l'impact du financement du projet sur la rentabilité et la viabilité de l'entreprise.

Concomitantes : GIN 705 et GIN 780

GEI

GEI 702

1 cr.

Étude spécialisée I

Objectif : activité pédagogique répondant aux exigences des programmes de 2^e et 3^e cycles, dispensée par une professeure ou un professeur invité ou à d'autres occasions particulières.

Contenu : doit être approuvé par le Comité des études supérieures.

GEI 703

2 cr.

Étude spécialisée II

Objectif : activité pédagogique répondant aux exigences des programmes de 2^e et 3^e cycles, dispensée par une professeure ou un professeur invité ou à d'autres occasions particulières.

Contenu : doit être approuvé par le Comité des études supérieures.

GEI 705

3 cr.

Étude spécialisée III

Objectif : activité pédagogique répondant aux exigences des programmes de 2^e et 3^e cycles, dispensée par une professeure ou un professeur invité ou à d'autres occasions particulières.

Contenu : doit être approuvé par le Comité des études supérieures.

Préalable : à déterminer selon le cas

GEI 710

3 cr.

Conception avancée de circuits intégrés

Objectifs : concevoir des circuits intégrés à très grande échelle et maîtriser toutes les étapes précédant la soumission à des fondeurs pour fabrication.

Contenu : transistor MOS : construction, fonctionnement, analyse simplifiée, modèle physique détaillé, phénomènes secondaires et modèles SPICE. Procédés C-MOS de Northern Télécom : étapes de fabrication, règles de dessin des masques et paramètres SPICE du procédé. Conception de circuits intégrés : circuits

logiques et analogiques de base, analyse mathématique et simulations. Introduction au logiciel de conception de circuits intégrés EDGE de CADENCE : entrée de schéma, dessin des masques, vérification des règles de dessin, extractions, simulations, cellules précaractérisées et formats de transmission GSDII et CIF.

Préalable : avoir obtenu 82 crédits

GEI 712 3 cr.

Neurophysiologie applicable aux prothèses sensorielles

Objectif : acquérir les notions de neurophysiologie essentielles à la compréhension du fonctionnement des prothèses sensorielles et neuromusculaires.

Contenu : physiologie du système nerveux de l'homme : système nerveux central (SNC), extensions du SNC et expansions de la moelle épinière. Neurophysiologie du système auditif : compréhension des divers relais situés entre le ganglion spiral dans la cochlée et le cortex auditif, fonctionnement des capteurs de son de l'oreille interne et effet de la stimulation électrique des cellules ciliées, du ganglion spiral et du nerf auditif. Électrophysiologie des cellules nerveuses : cellule nerveuse de base, neurone, transmission chimique de l'information, transmission dendritique et anoxique. Physiologie élémentaire des réseaux nerveux. Application aux prothèses sensorielles (cochléaires, optiques) et neuromusculaires.

GEI 714 3 cr.

Dispositifs électroniques sur silicium et matériaux III-V

Objectif : acquérir les connaissances théoriques et pratiques nécessaires à la fabrication de composants électroniques et optoélectroniques à haute vitesse à base de silicium et de matériaux III-V.

Contenu : matériaux, technologies et blocs élémentaires : propriétés des matériaux, technologie avancée de fabrication et blocs élémentaires de conception de dispositifs. Dispositifs à effet champ et de potentiel : MOSFET à canal court, CCD, MESFET, MODFET, HEMT, HBT et dispositifs à mémoire. Dispositifs à effets quantique et photonique : diodes à effet tunnel résonnant, transistors bipolaires à effet tunnel résonnant avec double barrière de base, transistors à super-réseau, diodes IMPATT, dispositifs GUNN, diodes émettrices de lumière, laser semi-conducteurs, photodiodes p-i-n et photodiodes à avalanche. Application aux circuits intégrés.

GEI 715 3 cr.

Conception VLSI en fonction des tests et C-MOS analogiques

Objectifs : acquérir les connaissances nécessaires pour inclure des structures de tests dans les circuits intégrés ; être capable de concevoir des circuits analogiques en C-MOS.

Contenu : conception en vue des tests : probabilité de fonctionnement d'un système, coût d'une faute non détectée, nature des défauts, genres de tests, modelage des fautes, testabilité, vecteurs de test, vérification des structures régulières, structures de test, autovérification et extension aux cartes de circuits imprimés. C-MOS analogiques : éléments disponibles en C-MOS, sous-systèmes de base tels que les commutateurs analogiques, les résistances actives, les miroirs de courant et de tension, les sources de courant et

les sources de référence, et application aux comparateurs analogiques et aux amplificateurs opérationnels.

GEI 717 3 cr.

Biophotonique

Compétences : basé sur la compréhension des notions fondamentales d'interactions entre la lumière et les tissus biologiques, évaluer les performances attendues d'un système biophotonique en fonction de ses composantes principales et spécifier les composantes et techniques photoniques appropriées en fonction des besoins d'une application biophotonique particulière.

Contenu : types et caractéristiques des sources lumineuses, composantes optiques, optique guidée, technologies de détection, interactions entre les matériaux biologiques et la lumière, microscopie, fluorescence, manipulation de particules par la lumière, biocapteurs.

Préalable : avoir obtenu 82 crédits

GEI 718 2 cr.

Techniques de fabrication en salles blanches

Compétences : analyser des dispositifs microfabriqués à partir d'exemples provenant de la littérature scientifique et de la compréhension des principes de fabrication avancée pour composants micro-optoélectroniques et des principes physico-chimiques sous-jacents aux techniques de fabrication en salles blanches. Contenu : revue de différentes techniques de fabrication typiquement mises en œuvre dans un environnement de salles blanches pour la fabrication de composants microélectroniques et optoélectroniques : techniques de photolithographie, de nanolithographie par faisceau d'électrons, de dépôt de couches minces et de gravure. Particularités associées à la fabrication de composants microélectroniques à très haute intégration.

Préalable : avoir obtenu 82 crédits
Concomitante : GEI 719

GEI 719 1 cr.

Microfabrication de biocapteurs

Compétences : analyser les techniques de microfabrication mises en œuvre pour la miniaturisation de biocapteurs en se basant sur des exemples provenant de la littérature scientifique et sur la compréhension des principes de transduction de signaux biophysiques.

Contenu : techniques de microfabrication pour la réalisation de biocapteurs. Principes pour la détection de paramètres physiques tels que la température, l'humidité, la pression. Principe de fonctionnement d'un microcalorimètre. Dispositifs intégrés de type *system on a chip*.

Préalable : avoir obtenu 82 crédits
Concomitante : GEI 718

GEI 720 3 cr.

Commande multivariable appliquée à l'aérospatiale

Objectifs : acquérir des compétences dans les activités suivantes : développer des modèles multivariables de systèmes mécatroniques ; analyser et faire la synthèse de systèmes de commande multivariable à l'aide de ces modèles ; appliquer ces concepts à la commande d'un aéronef et d'un satellite ; valider ces systèmes asservis sur simulateur numérique.

Contenu : introduction à la modélisation de systèmes multivariables (concepts de

base, vecteurs, vectrices, composantes, matrices de rotation, angles de Euler, quaternions, cinématique des vectrices, vitesse angulaire, équations de Euler-Newton décrivant le mouvement d'un corps rigide en trois dimensions) ; modélisation de la dynamique d'un aéronef (systèmes de référence, dynamique de translation et de rotation, modèles multivariables linéaires, réalisation d'un simulateur) ; modélisation de la dynamique d'un satellite (dynamique orbitale et d'orientation, modèles de capteurs et d'actionneurs, modèles linéaires multivariables, réalisation d'un simulateur) ; conception par retour d'état et placement de pôles (commandabilité et observabilité, conception de régulateur, d'observateur et de suiveur par placement de pôles) ; conception optimale quadratique par retour d'état (régulateur optimal, estimateur d'état optimal, principe de séparabilité) ; conception optimale quadratique par retour de sortie (régulateur avec retour de sortie ; suiveur avec retour de sortie).

GEI 721 3 cr.

Formation à la fabrication en salles blanches

Objectif : acquérir les compétences requises pour le travail en environnement de salles blanches de classe 100.

Contenu : manipulation et préparation d'échantillons. Opération d'équipements en salles blanches. Aspects spécifiques requis en termes de propreté en environnement de salles blanches de classe 100. Exigences complémentaires aux notions de sécurité de base en laboratoire dans un tel environnement. Conception de photomasques, nettoyage de composants, gravures humides, étalement et dépôt de couches minces par centrifugation et évaporation sous vide, pulvérisation cathodique, photolithographie, caractérisation par microscopie optique, profilométrie, ellipsométrie, mesures électriques.

GEI 725 3 cr.

Principes de base et applications des lasers

Objectifs : I. Apprentissage des fondements sur les lasers, II. Apprentissage du fonctionnement des lasers, III. Apprentissage des interactions laser-matière, IV. Compréhension des éléments de base pour calculer des profils de température induits par un laser en utilisant la méthode des éléments finis (FEM).

Contenu : principes de base des lasers. Fonctionnement de lasers (CO₂, HeNe, excimère, semi-conducteurs, électron libre, fs). Paramètres d'un laser ; méthodes de formation et de diagnostic de faisceaux laser ; base d'interaction laser-matière (refroidissement des atomes) ; principes de conduction de chaleur induite par un laser dans un solide, simulations par éléments finis. Visite dans le laboratoire de lasers.

GEI 726 1 cr.

Introduction au projet de recherche

Objectifs : rédiger un plan de formation, établir les objectifs et le déroulement préliminaire du projet de recherche et rédiger un résumé préliminaire du projet de recherche.

Contenu : élaboration du plan de formation. Description des objectifs et du sujet de recherche. Rédaction d'un résumé préliminaire du projet de recherche. Cette activité pédagogique doit être complétée avant la fin du premier trimestre d'ins-

cription à la maîtrise ou du deuxième trimestre d'inscription dans le cas où une formation d'appoint est imposée au premier trimestre.

Concomitante : SCA 701

GEI 727 4 cr.

Définition du projet de recherche

Objectif : compléter, sous la direction de la directrice ou du directeur de recherche, toutes les étapes conduisant à la définition du projet de recherche.

Contenu : réalisation d'un rapport selon la méthodologie enseignée comprenant entre autres : la compréhension de la problématique, les objectifs de recherche, la recherche bibliographique préliminaire, la collecte des données préliminaires, la méthodologie appropriée, l'inventaire des moyens disponibles, l'échéancier.

Concomitantes : GEI 726 et SCA 701

GEI 728 1 cr.

Séminaires de recherche

Objectif : communiquer ses résultats de recherche de façon synthétique et adaptée à l'auditoire.

Contenu : assistance à 6 conférences ou présentations, rédaction d'un compte rendu d'une des conférences et présentation orale de ses travaux de recherche lors du dépôt du mémoire.

Concomitante : SCA 701

GEI 730 3 cr.

Conception par les objets

Objectifs : comprendre et maîtriser les concepts de la programmation par les objets et savoir les utiliser pour la conception de logiciels de qualité, c'est-à-dire respectant des critères spécifiques au niveau de l'extensibilité et de la réutilisabilité.

Contenu : production du logiciel : critères de qualité. L'approche par les objets. Le langage C++. Modélisation par les objets. Approche dynamique et concurrence. Conception par les objets. Applications cadres.

Préalable : GEI 450

GEI 734 3 cr.

Interfaces personne-système

Objectifs : comprendre et être capable d'analyser les éléments technologiques et humains intervenant dans la conception et la réalisation des interfaces entre les systèmes ordonnés et les personnes qui les utilisent.

Contenu : apport des sciences cognitives : modélisation et théorie de l'action. Ergonomie. Technologies des interfaces. Composants fonctionnels des interfaces. Architecture logicielle des interfaces. Standards. Outils pour la construction d'interfaces.

Préalable : GEI 450

GEI 735 3 cr.

Intégration matériel-logiciel

Objectif : concevoir un système informatique intégrant des composants matériels et des ressources logicielles en vue de répondre à des objectifs déterminés.

Contenu : intégration matériel-logiciel. Choix des ressources matérielles et architecture des systèmes. Outils de développement croisé. Bibliothèques et noyaux d'exploitation. Outils de mise au point. Fiabilité et sécurité des systèmes.

Préalables : GEI 435 et GEI 450

GEI 736 **3 cr.****Logique floue**

Objectifs : connaître les outils de la théorie des ensembles flous et les méthodes de raisonnement approximatif pour construire des machines simulant la décision humaine dans des environnements complexes, incertains et imprécis. Être capable de mettre en œuvre ces outils sur des applications de contrôle intelligent de procédés industriels.

Contenu : mathématiques des systèmes flous : ensembles flous, relations floues, raisonnement approximatif. Paramètres de conception des systèmes flous : structure d'un système flou, base de connaissance, procédures de fuzzification et de défuzzification. Techniques de conception des systèmes flous : techniques une passe, technique des moindres carrés, technique de la rétropropagation. Contrôle flou adaptatif : design et évaluation des performances. Approches de design : contrôle autorégulateur, contrôle auto-organisateur, méthodes d'apprentissage. Stabilité des systèmes flous : approche par espace d'état, indices de stabilité, critère du cercle. Outils de développement des systèmes flous.

GEI 738 **3 cr.****Systèmes à événements discrets distribués**

Objectifs : acquérir les connaissances théoriques nécessaires pour l'étude des systèmes à événements discrets (SED) distribués (SEDD); connaître des techniques de modélisation, d'analyse, de conception et de contrôle des SEDD; s'initier à des approches utilisées pour l'étude des SEDDs temps-réel.

Contenu : introduction aux SEDD. Modèles et langages de représentation des SED : automates à états finis, réseaux de Petri, LOTOS, SDL, ESTELLE. Exemples de SEDD : réseaux de télécommunications, protocoles de communications, robots d'assemblage. Conception des SEDDs : approches itératives (dites analytiques) et approches directes (dites synthétiques). Analyse des SEDD : fiabilité, qualité de service, performance, coût. Contrôle des SEDD : introduction à la théorie du contrôle des SED et présentation de plusieurs résultats importants. SEDD temps-réel : introduction à la modélisation, à l'analyse, à la conception et au contrôle des SEDD.

GEI 740 **3 cr.****Programmation de robots mobiles**

Objectifs : exploiter l'information sensorielle pour dériver la perception du robot; concevoir une architecture décisionnelle adaptée à la tâche; implémenter et valider des techniques de programmation de robot.

Contenu : capteurs extéroceptifs; perception et représentation dérivée des capteurs; modélisation cinématique; navigation; planification de trajectoires; architecture décisionnelle comportementale, délibérative et hybride.

Préalable : avoir obtenu 67 crédits

GEI 741 **3 cr.****Intelligence intégrée pour robots mobiles**

Objectifs : dégager une vue d'ensemble du domaine de la robotique intelligente et mobile, dans le but d'y reconnaître les aspects fondamentaux et les enjeux auxquels fait

face présentement ce domaine. Évaluer la contribution scientifique d'un projet de recherche lié à l'intelligence intégrée pour robots mobiles.

Contenu : architecture décisionnelle/cognitive en robotique mobile. Navigation. Perception et interaction humain-robot. Systèmes robotiques. Démarche scientifique en robotique.

GEI 742 **3 cr.****Intelligence pour robots mobiles et autonomes**

Objectifs : concevoir des capacités de prise de décision évoluée pour un robot mobile autonome, opérant seul ou en groupe; implémenter et valider des algorithmes de prise de décision évoluée pour un robot mobile autonome.

Contenu : architectures de contrôle multi-robots (centralisée, distribuée, décentralisée); capacités de prise de décision évoluée (e.g., planificateur de tâche, génération de buts, apprentissage, interaction humain-robot); environnements de programmation en robotique mobile.

Préalable : GEI 740

GEI 745 **3 cr.****Modélisation de robots manipulateurs**

Objectifs : concevoir de façon préliminaire un robot manipulateur; modéliser la géométrie d'un robot manipulateur; déterminer les lois de commande des axes d'un robot.

Contenu : robots industriels de manipulation; structure mécanique des robots; modélisation géométrique et cinématique; sélection des moteurs électriques; capteurs proprioceptifs; modules de commande utilisés en robotique.

Préalable : avoir obtenu 67 crédits

GEI 746 **3 cr.****Modélisation de l'information**

Objectifs : mettre en œuvre et exploiter des algorithmes de compression sans perte des données discrètes. Appliquer les fondements théoriques et algorithmiques des modèles prédictifs et des modèles par transformée à la représentation et au traitement de signaux spécifiques. Mettre en œuvre, en langage évolué, une application de traitement du signal faisant intervenir la prédiction et les transformées.

Contenu : modèles de source, processus stochastiques, modélisation autorégressive d'un signal; modèles perceptuels (courbe de masquage, allocation dynamique des bits); codage par prédiction, modèle excitation-filtre; codage par transformation; codage paramétrique (modèles sinusoidaux et modèles mixtes); codage entropique (techniques de codage sans perte).

Préalable : avoir obtenu 67 crédits

GEI 747 **3 cr.****Quantification**

Objectifs : construire et mettre en œuvre un quantificateur scalaire ou vectoriel pour une source sans mémoire de distribution donnée. Mettre en œuvre et exploiter un quantificateur scalaire ou un quantificateur vectoriel en combinaison avec un modèle prédictif ou hiérarchique. Appliquer la quantification scalaire et la quantification vectorielle de façon à répondre à des critères objectifs ou perceptuels, notamment à la transmission d'une source graphique (image) ou d'un signal audio.

Contenu : quantification scalaire, analyse, construction et mise en œuvre d'un quantificateur scalaire; quantification vectorielle stochastique LBG : construction et mise en œuvre; quantification vectorielle BTC; quantification vectorielle progressive (par étages); couplage quantification/modélisation.

Préalable : avoir obtenu 67 crédits

GEI 748 **3 cr.****Modulation avancée**

Objectifs : développer et mettre en œuvre un algorithme de codage canal; concevoir un système de communication numérique basé sur les techniques d'étalement spectral.

Contenu : codages canal linéaire par bloc, cyclique ou convolutif pour la détection et la correction d'erreurs. Décodage par codes en treillis. Principe de l'étalement spectral, étalement spectral par séquence directe, étalement spectral par saut de fréquence, critères de sélection des séquences d'étalement, immunité contre le brouillage, performances en présence d'affaiblissement non sélectif ou sélectif. Performances et capacité d'un système cellulaire AMRC, problème de proximité-éloignement et contrôle de puissance, normes IS-95.

Préalable : avoir obtenu 82 crédits

GEI 749 **3 cr.****Électronique hautes fréquences**

Objectifs : concevoir les différents circuits constituant l'interface radio d'un système de communication hautes fréquences; utiliser judicieusement les instruments de mesure hautes fréquences.

Contenu : caractérisation aux hautes fréquences des composants passifs et des dispositifs électroniques. Analyse et conception de circuits électroniques hautes fréquences : amplificateur faible bruit, oscillateur, mélangeur, filtre, démodulateur, boucle à verrouillage de phase, synthétiseur de fréquence. Interprétation des fiches techniques des circuits intégrés ou de modules dédiés à la réception et à la transmission de signaux hautes fréquences. Coupleurs et antennes. Instruments de mesure hautes fréquences.

Préalable : avoir obtenu 82 crédits

GEI 750 **3 cr.****Codes et treillis en communication**

Objectif : acquérir les notions nécessaires pour comprendre et exploiter les développements récents les plus significatifs de la recherche en télécommunication et théorie de l'information, en particulier dans les domaines de la quantification vectorielle et de la modulation par treillis.

Contenu : initiation à la théorie des codes binaires de correction d'erreur par bloc : Hamming, Goaly, Reed Muller et convolutifs. Extension aux codes euclidiens : réseaux réguliers de points : Gosset, Leech, codes sphériques, treillis, concept de *set partitioning*. Quantification vectorielle algébrique par les réseaux, par les treillis, performances pour une source gaussienne. Approche géométrique au problème de la modulation. Modulation par bloc, par treillis. Codage combiné source et canal.

GEI 751 **3 cr.****Quantification vectorielle**

Objectif : acquérir les fondements théoriques et pratiques de la compression des signaux et en particulier les techniques de quantification vectorielle.

Contenu : notions d'information, de redondance, de distorsion et d'entropie. Réduction de redondance. Théorie de la distorsion, sources gaussienne, autorégressive. Quantification vectorielle : structures, performances, complexité, conception. Quantification vectorielle structurée : en arbre, par transformation, par étapes. Quantification vectorielle adaptative.

GEI 752 **3 cr.****Techniques avancées de traitement des signaux**

Objectifs : être capable d'appliquer l'analyse de Fourier aux signaux discrets déterministes ou aléatoires; être capable d'utiliser l'algorithme de transformée rapide de Fourier et concevoir des filtres numériques; comprendre les méthodes d'analyse spectrale.

Contenu : signaux et systèmes numériques, échantillonnage. Transformation en z, propriétés, représentation d'un signal par pôles et zéros. Transformée discrète de Fourier de signaux aperiodiques et periodiques, transformée rapide, corrélation et convolution cycliques. Filtrage numérique à réponses finie et infinie. Design de filtres. Identification, prédiction, filtrage adaptatif.

GEI 753 **3 cr.****Filtrage adaptatif**

Objectifs : maîtriser les techniques modernes du traitement des signaux par filtrage adaptatif et par réseaux de neurones; être capable de mettre en œuvre ces techniques dans des applications réelles comportant des défis.

Contenu : filtrages adaptatifs et structures : structures directes moindres, structures de treillis, minimisation de l'erreur quadratique moyenne, algorithmes du moindre carré, algorithmes séquentiels et non séquentiels. Estimations spectrales : méthodes non paramétriques, méthodes paramétriques Prony, Minimum Variance, Posarenko et analyses caractéristiques. Cumulants et statistiques d'onde supérieure : définitions, propriétés, applications. Réseaux de neurones : rétropropagation rapide, réseaux d'auto-organisation, réseaux de fonctions radiales de base.

GEI 754 **3 cr.****Traitement d'image**

Objectif : acquérir les fondements techniques et pratiques du traitement et de l'analyse des images.

Contenu : représentation des images et propriétés psychophysologiques. Échantillonnage. Système de communication visuelle. Prétraitements multidimensionnels : filtrage, transformée, compression. Rehaussement d'image, restauration, reconstruction des projections. Analyse d'image : contours, segmentation, texture, formes et mouvement.

GEI 755 **3 cr.****Traitement de parole et audio**

Objectif : connaître les propriétés acoustiques de la parole qui sont pertinentes aux problèmes de codage, synthèse et reconnaissance.

Contenu : théorie acoustique de la production de la parole. Éléments de phonétique. Psychoacoustique de la perception. Notion de masquage et de bandes critiques. Représentation temporelle du signal, éléments de codage. Modélisation autorégressive, représentation paramétrique du spectre. Analyse du fondamental. Méthodes d'analyse par synthèse. Audiophonie numérique, propriétés acoustiques et méthodes de codage numériques.

GEI 756 **3 cr.**

Processus aléatoires

Objectifs : être capable de spécifier un processus aléatoire continu et/ou discret et de résoudre des problèmes faisant intervenir des systèmes linéaires à entrées aléatoires; connaître les champs d'applications : détection, estimation, codage.

Contenu : révision de la théorie des probabilités. Fonctions d'une variable aléatoire. Vecteurs aléatoires. Processus aléatoires, stationnarité, ergodicité, systèmes linéaires. Représentations spectrales. Estimations spectrales. Détection et filtres adaptés. Estimation, filtre Weiner, notion du filtre Kalman. Entropie.

GEI 759 **3 cr.**

Ingénierie des systèmes numériques

Objectif : maîtriser les techniques de base de traitement des signaux pour l'analyse et la conception de systèmes discrets fixes et adaptatifs.

Contenu : théorème d'échantillonnage, conversion A/N et N/A. Systèmes linéaires, propriétés. Filtres numériques : filtres FIR et IIR, structures (directe, en cascade, en parallèle, en échelle et en treillis). Filtres IIR : transformation analogique/numérique, méthodes de conception. Filtres FIR : méthodes de conception, filtres polyphases et QMF. Filtres adaptatifs, algorithmes du gradient stochastique, traitement par blocs (équations normales et algorithme de Levinson-Durbin). Applications.

GEI 760 **2 cr.**

Techniques avancées de cryptographie

Objectifs : mettre en œuvre des techniques de cryptage avancées répondant à des critères spécifiques de sécurité et de performance. Analyser les fondations mathématiques de ces techniques et les implications sur la sécurité.

Contenu : méthodes d'encryptage à clé privée El Gamal et à courbes elliptiques. Méthode d'encryptage symétrique AES (Rijndael), ainsi que les méthodes concurrentes (Serpent, Twofish, Blowfish). Techniques de calcul rapide applicables aux méthodes d'encryptage à clé privée (Karatsuba, Toom-Cook, Montgomery, etc.). Preuves de divulgation nulle de connaissance. Techniques de factorisation modernes (Pollard, crible quadratique, introduction au crible à champs de nombres).

Préalable : avoir obtenu 67 crédits

GEI 761 **2 cr.**

Télématique et protocoles sécurisés

Objectifs : analyser les critères de conception des protocoles de sécurité utilisés en télématique; choisir et intégrer les protocoles appropriés en fonction du domaine d'application visé.

Contenu : protocoles de sécurité selon les couches de la pile TCP/IP. Mécanismes de sécurité intrinsèques aux protocoles

de sécurité. Conception d'applications sécuritaires. Intégration sécuritaire de fonctionnalités de tierces parties dans le développement d'applications.

Préalable : avoir obtenu 67 crédits

GEI 762 **2 cr.**

Sécurité des systèmes informatiques

Objectifs : identifier les démarches potentielles d'intrusion de systèmes informatiques; détecter les intrusions et mettre en œuvre des techniques de défense.

Contenu : étapes d'une intrusion : reconnaissance, surveillance, exploitation, nettoyage. Classes et types d'exploitation : virus, vers, rootkits, botnet, portes dérobées, déni de service, mascarade, escalade de privilèges. Méthodes d'exploitation : dépassement de tampon et tas, failles de protocoles, etc. Signes d'une reconnaissance et de perte d'intégrité du système (journaux, fichiers, etc.). Protection active (installation de guet-apens, etc.).

Préalable : avoir obtenu 67 crédits

GEI 763 **3 cr.**

Conception de protocoles et services

Objectifs : décrire formellement ou semi-formellement un protocole ou un service à partir de descriptions non formelles. Concevoir et réaliser un protocole ou un service à partir de descriptions formelles ou semi-formelles.

Contenu : introduction à la description et à la conception de protocoles et services de communications. Protocoles et services de communications temps-réel. Modèles de description formelle de protocoles et services. Langages de description formelle de protocoles et services. Standardisation. Méthodes de conception de protocoles et services. Environnements de création de protocoles et services.

Préalable : avoir obtenu 67 crédits

GEI 764 **3 cr.**

Validation et tests de protocoles et services

Objectifs : vérifier si un protocole ou service respecte des propriétés spécifiques formelles ou non formelles. Définir et réaliser des tests d'un protocole ou service suivant des critères donnés.

Contenu : introduction à la validation de protocoles et services de communications. Protocoles et services de communications temps-réel. Validation formelle et informelle. Validation par simulation. Outils de validation. Architectures de test. Méthodes de génération de scénarios et de cas de tests. Exécution de tests.

Préalable : avoir obtenu 67 crédits

GEI 765 **2 cr.**

Architecture de réseaux

Objectifs : planifier une architecture de communication spécifique, en analyser le fonctionnement et l'optimiser; analyser des réseaux de communication à l'aide d'un logiciel de simulation.

Contenu : caractéristiques de réseaux. Modèles standards de technologies réseau. Modèles standards de topologies réseau : plat, maillé, redondant, hiérarchique. Technologies de réseaux locaux, technologies et liens de réseau dorsal, technologies et liens d'accès distant. Planification, simulation, analyse et optimisation d'une architecture de réseau.

Préalable : avoir obtenu 67 crédits

GEI 766 **2 cr.**

Composantes de réseaux

Objectifs : choisir et intégrer des composants pour une architecture réseau spécifique. Configurer des composantes réseautiques.

Contenu : routeurs, multiplexeurs, serveurs, liens, points d'accès, dispositifs pare-feu. Organisation interne d'un dispositif réseau. Configuration avancée de dispositifs standards.

Préalable : avoir obtenu 67 crédits

GEI 767 **2 cr.**

Gestion de réseaux

Objectifs : identifier et planifier les éléments de gestion d'un réseau informatique; gérer un réseau à l'aide d'outils de gestion dédiés.

Contenu : qualité de service, trafic multi-média, contrôle de congestion, admission de trafic, régulation de trafic. Contrôle d'accès, gestion de politiques d'accès, facturation. Outils de gestion dans un simulateur réseau dédié.

Préalable : avoir obtenu 67 crédits

GEI 769 **3 cr.**

Physique des composants microélectroniques

Objectifs : analyser des dispositifs micro-optoélectroniques pour comprendre et déterminer leurs caractéristiques d'opération; élaborer la configuration d'un dispositif micro-optoélectronique relativement aux matériaux semi-conducteurs et aux composants de base pour rencontrer des spécifications d'opération données.

Contenu : propriétés des semi-conducteurs. Jonctions p-n, métal semi-conducteur et semi-conducteur isolant. Structure de bande et effet des potentiels. Processus de claquage et d'avalanche. Composants microélectroniques : transistors, diodes, photodiodes, diodes Schottky et à effet tunnel. Techniques avancées de simulation par éléments finis.

Préalable : avoir obtenu 82 crédits

GEI 770 **3 cr.**

Réseaux de communication par fibre optique

Objectifs : acquérir une connaissance technologique de base dans le domaine des réseaux de communication par fibre optique; comprendre la physique sous-jacente; être capable de réaliser l'ingénierie de la couche physique; comprendre les diverses considérations de la couche réseau; comprendre les enjeux de la recherche et du développement.

Contenu : propagation de la lumière dans la fibre optique; composants employés dans les réseaux de communication par fibre optique; modulation de la lumière; ingénierie de la couche physique d'un réseau de communication par fibre optique; protocoles; protection des réseaux; optimisation des réseaux; avenues de recherche.

GEI 778 **3 cr.**

Automatique industrielle

Objectifs : faire l'analyse fonctionnelle d'un projet d'automatisation industrielle en tenant compte des contraintes technico-économiques; décrire en langage de haut niveau le comportement d'un automatisme; choisir une architecture et les composants des parties de commande, d'opération et de communication; mettre en œuvre et

valider une solution d'automatisation de procédé manufacturier.

Contenu : analyse fonctionnelle et outils de description des systèmes automatisés. Analyse des modes d'opération et sûreté du fonctionnement. Architecture des installations d'automatisation industrielle. Communication et réseaux. Technologie du contrôle industriel. Implantation de solutions d'automatisation.

Préalable : avoir obtenu 82 crédits

GEI 779 **3 cr.**

Commande numérique

Objectifs : déterminer et synthétiser des lois de commande numérique pour des systèmes linéaires; déterminer et synthétiser des lois de commande numérique pour des systèmes non linéaires; mettre en œuvre des lois de commande pour un système dynamique.

Contenu : architecture des systèmes de commande par ordinateur. Fonctions de transfert discrètes, échantillonnage, stabilité des systèmes échantillonnés. Analyse et synthèse des compensateurs numériques dans les domaines temporels et fréquentiels pour des systèmes linéaires. Introduction à la commande de systèmes non linéaires. Conception, validation par simulation. Mise en œuvre expérimentale des lois de commande pour un système dynamique.

Préalable : avoir obtenu 82 crédits

GEI 790 **2 cr.**

Intelligence artificielle formalisable

Objectifs : concevoir et mettre en œuvre des techniques de l'intelligence artificielle formalisable appropriées, à partir de spécifications descriptives. Mettre en œuvre un système intelligent basé sur des techniques formalisables.

Contenu : logique propositionnelle et logique du premier ordre. Systèmes experts. Méthodes de recherche. Planification.

Préalable : avoir obtenu 67 crédits

GEI 791 **2 cr.**

Intelligence artificielle probabiliste

Objectifs : concevoir et mettre en œuvre des techniques de l'intelligence artificielle probabiliste appropriées, à partir de spécifications descriptives. Mettre en œuvre un système intelligent basé sur des techniques probabilistes.

Contenu : classification statistique et bayésienne. Mesures de similitudes, notions de coût et d'erreur. Méthodes paramétriques et non paramétriques. Techniques de classification selon les plus proches voisins et les K-moyennes. Apprentissage automatique de fonctions discriminantes. Applications en reconnaissance d'images, de signaux audio, en télédétection, etc.

Préalable : avoir obtenu 67 crédits

GEI 792 **2 cr.**

Intelligence artificielle bio-inspirée

Objectifs : concevoir et mettre en œuvre des techniques de l'intelligence artificielle bio-inspirée appropriées, à partir de spécifications descriptives. Mettre en œuvre un système intelligent basé sur des techniques bio-inspirées.

Contenu : logique floue : fonctions d'appartenance, Mandani, Sugeno; réseaux de neurones artificiels : réseaux multicouches avec apprentissage par rétropropagation de l'erreur; système neuro-flou de type

ANFIS; algorithmes génétiques : définition et introduction.

Préalable : avoir obtenu 67 crédits

GEI 794 2 cr.

Principes avancés de conception par objets

Compétences : analyser un logiciel et évaluer son organisation en termes de modèle objet. Connaître et appliquer les principes avancés de la conception objet. Connaître et utiliser les modèles de conception fondamentaux.

Contenu : rappel de la programmation orientée objet : abstraction, encapsulation, polymorphisme et héritage. Principes avancés de conception orientée objet : fermé-ouvert, substitution de Liskov, inversion de dépendances et dépendances acycliques. Conception d'un logiciel de grande dimension, réusinage, modèles de conception fondamentaux : Modèle-Vue-Contrôle, Commande et Usine. Développement guidé par les tests. Étude de cas dans le cadre d'un développement logiciel.

Préalable : avoir obtenu 67 crédits

GEI 795 2 cr.

Mesures et qualité de logiciels

Compétences : décrire et évaluer la qualité d'un produit logiciel. Décrire, classer, interpréter les mesures et les métriques dans le développement d'un logiciel. Justifier et planifier l'utilisation de métriques dans le développement d'un logiciel en vue d'en assurer la qualité

Contenu : qualité d'un produit logiciel et du développement de logiciel. Généralités sur la mesure et sur ses bases. Utilisation de mesures en génie logiciel. Recherches empiriques. Étude de cas dans le cadre d'un développement logiciel. Collecte de données d'un produit logiciel. Analyse de données. Mesure des attributs internes et externes d'un produit logiciel.

Préalable : avoir obtenu 67 crédits

GEI 796 2 cr.

Pratiques dans les développements agiles

Compétences : connaître et décrire les pratiques des méthodes agiles. Mettre en œuvre les pratiques agiles.

Contenu : activités liées à un développement agile. Travail en équipe et responsabilités de chaque membre. Amélioration continue d'un logiciel et code propre. Relation client-développeur. Inspection de code. Vérification du développement guidé par les tests et couverture. Vérification après le réusinage. Intégration continue. Étude de cas dans le cadre d'un développement logiciel.

Préalable : avoir obtenu 67 crédits

GEI 797 2 cr.

Développement lean en génie informatique

Objectifs : implanter un système lean. Évaluer la qualité dans les développements lean.

Contenu : l'application de sept grands principes. La valeur perçue par le client et comment éviter les gaspillages. Le développement logiciel comme une manière d'augmenter les connaissances. Remise des décisions. Livraison rapide. Respect

des personnes, attribution du pouvoir à l'équipe. Optimisation du système dans son ensemble. Intégration de la qualité dès la conception. Architecture lean. Environnement complet de développement.

Préalables : GEI 798 et GEI 799 et avoir obtenu 67 crédits

GEI 798 2 cr.

Développement de programmes concurrents

Objectifs : utiliser la concurrence dans le développement de programmes. Planifier le développement et le test de programmes concurrents. Évaluer la qualité des programmes concurrents.

Contenu : les bases : Code accédé par plusieurs fils. Partage des objets. Composition d'objets. Briques de base. Structuration des applications concurrentes : Exécution des tâches. Annulation et arrêt. Groupes de fils. Applications graphiques. Vivacité, performances et tests : Éviter les problèmes de vivacité. Performances et adaptabilité. Tests des programmes concurrents.

Préalable : avoir obtenu 67 crédits

GEI 799 2 cr.

Vérification de logiciels

Objectifs : valider un développement à l'aide de tests d'intégration. Vérifier des logiciels avec des outils formels. Développer des outils de vérification.

Contenu : validation d'un produit logiciel par les tests d'intégration complets. Pré-conditions, postconditions et invariants. Utilisation de modèles dans le développement logiciel. Test et vérification de logiciels. Vérification de programmes par exécution symbolique. Logique des prédicats du premier ordre. Logique de Hoare. Développement de programmes corrects par construction à partir de modèles.

Préalable : avoir obtenu 67 crédits

GEI 803 3 cr.

Projet de développement en génie électrique I

Objectif : appliquer les connaissances acquises à une problématique de développement ou d'innovation en génie électrique.

Contenu : contenu variable selon le domaine de spécialisation et selon la problématique soumise.

GEI 804 3 cr.

Projet de développement en génie informatique I

Objectif : appliquer les connaissances acquises à une problématique de développement ou d'innovation en génie informatique.

Contenu : contenu variable selon le domaine de spécialisation et selon la problématique soumise.

GEI 805 6 cr.

Projet de développement en génie électrique II

Objectif : appliquer les connaissances acquises à une problématique de développement ou d'innovation en génie électrique.

Contenu : le contenu est variable selon le domaine de spécialisation et selon la problématique soumise.

GEI 806 6 cr.

Projet de développement en génie informatique II

Objectif : appliquer les connaissances acquises à une problématique de développement ou d'innovation en génie informatique.

Contenu : le contenu est variable selon le domaine de spécialisation et selon la problématique soumise.

GEI 807 1 cr.

Définition du projet d'essai

Objectifs : établir une méthodologie permettant d'atteindre les objectifs de l'essai. Identifier un projet qui sera réalisé dans le cadre de l'essai, en planifier chaque phase avec précision et produire un rapport d'avant-projet.

Contenu : définition des objectifs et de la méthodologie reliés aux essais dans le cadre d'un atelier dirigé par un enseignant ou une enseignante. Identification du projet : client, entreprise ou groupe de recherche, nature du projet. Planification du projet : contexte, besoins, objectifs, portée du travail à accomplir, méthodologie, ressources humaines, physiques et financières requises, calendrier de réalisation. Rédaction d'un rapport d'avant-projet.

GEI 808 8 cr.

Essai

Objectif : intégrer les connaissances acquises et les appliquer dans un contexte de pratique professionnelle de l'ingénierie.

Contenu : production d'un rapport tenant lieu d'essai. Le projet se déroule dans une entreprise ou au sein d'une équipe de recherche et doit être réalisé autour d'une problématique industrielle reliée au génie électrique ou au génie informatique. Il est supervisé par une professeure ou un professeur du Département et, le cas échéant, par la personne responsable dans l'entreprise. Le rapport est soumis à un jury composé d'au moins deux personnes. L'essai doit être complété à l'intérieur de deux trimestres.

Préalables : GEI 807 et avoir obtenu 12 crédits

GIN

GIN 708 3 cr.

Gestion de projets d'ingénierie : processus

Objectifs : identifier les vrais besoins du client et les parties prenantes pouvant influencer les livrables; structurer la planification de chacune des phases du projet; identifier les risques et déterminer les moyens de les réduire; mettre en place des mesures de suivi et de contrôle efficaces; exploiter le potentiel de logiciels de gestion de projets; terminer élégamment un projet et en faire une analyse rétrospective.

Contenu : cycle de vie d'un projet. Phases d'identification : analyse de l'environnement, analyse des parties prenantes, cadre logique, mémoire d'identification de projet (MIP). Mémoire d'avant projet (MAP). Analyse de faisabilité; rôles du gestionnaire de projets; logiciels Microsoft Project et Visio. Planifications structurelle, organisationnelle, opérationnelle, budgétaire, des ressources humaines. Analyse du risque. Suivi et contrôle : tableaux de bord, audit d'un projet. Gestion de la qualité. Phase de terminaison et analyse rétrospective.

GIN 709 3 cr.

Gestion de projets d'ingénierie : contrôle et suivi

Objectifs : contrôler les coûts, les délais, la qualité et les risques de projets d'ingénierie en fonction de leur cycle de vie, découper les projets selon différents axes, estimer les coûts à chaque étape du cycle de vie du projet et gérer les changements en fonction du cycle de vie et dans une approche de gestion de la qualité.

Contenu : zones de connaissances de la gestion de projet selon le Project Management Institute (PMI); découpage d'un projet selon divers axes et arimage du découpage aux structures de contrôle; estimation et planification; gestion des changements; modes de réalisation et de paiement et leurs impacts; contrôle et suivi; terminaison de projets et analyse rétrospective; projets internationaux; audit de projet; gestion d'un portfolio de projets; gestion des documents et de l'information; gestion de projet à distance.

GIN 772 3 cr.

Négociation et gestion de différends en génie

Objectifs : maîtriser les habiletés requises pour mener à terme une négociation qui respecte le cadre juridique de la profession et de l'entreprise tout en tenant compte des objectifs stratégiques de cette dernière; reconnaître divers styles de négociateurs, diverses méthodes et stratégies de négociation; développer des stratégies personnelles; analyser une impasse et établir un plan stratégique pour sa résolution.

Contenu : différend et conflit; négociation : approches distributive et intégrative, styles, négociation raisonnée, négociation multipartite; médiation : modèle, styles, contrat; arbitrage : nature, sources légales et contractuelles; impasses; conflits en milieu de travail.

SCA

SCA 701 3 cr.

Méthodologie de recherche et communication

Objectifs : acquérir une formation de base en méthodologie de recherche adaptée au contexte de l'ingénierie. Maîtriser les outils et les technologies de l'information pour rédiger et présenter des messages adaptés à l'auditoire concerné.

Contenu : méthodologie de recherche : la problématique de la recherche, les objectifs, les cadres théorique et expérimental, la planification des essais et des travaux, la réalisation, les résultats et livrables, les retombées et bénéfices, le financement. Recherche documentaire : recherche informatisée, principes de rédaction d'une revue bibliographique. Communication : rédaction d'une revue bibliographique, résumé d'un article scientifique, analyse critique d'un mémoire ou d'une thèse, rédaction préliminaire du projet de recherche, outils et techniques de communication orale.

SCA 702 0 cr.

Plan de formation en maîtrise

Objectifs : rédiger un plan de formation et établir les objectifs et le déroulement préliminaire des études de maîtrise.

Contenu : élaboration du plan de formation durant les études de maîtrise.

SCA 715 **0 cr.**
Sécurité dans les laboratoires de recherche

Objectifs : connaître et appliquer les normes et règlements de sécurité dans les laboratoires.

Contenu : normes et règlements de santé et sécurité applicables dans différents laboratoires. Le contenu, la forme et la durée de la formation peuvent être différents selon le programme.

SCA 716 **0 cr.**
Sécurité dans les laboratoires

Objectifs : connaître et appliquer les normes et règlements de sécurité dans les laboratoires.

Contenu : normes et règlements de santé et sécurité applicables dans différents laboratoires. Le contenu, la durée et la forme peuvent être différents selon le programme.

SCA 729 **3 cr.**
Rapport d'avancement en recherche

Objectif : rendre compte des travaux de recherche réalisés.

Contenu : rédiger un rapport d'activités tenant compte de l'avancement des travaux de recherche. Rapports techniques, rédaction d'articles, autres rapports exigés.

SCA 730 **18 cr.**
Activités de recherche et mémoire

Objectif : communiquer par écrit dans un mémoire les travaux de recherche réalisés durant les études de maîtrise.

Contenu : rédaction d'un mémoire de maîtrise selon le protocole de rédaction des mémoires et des thèses de la Faculté de génie.