

Maîtrise en ingénierie - 1708

RESPONSABLE :

Mourad Nedil
819 874-7400 poste 6242

SCOLARITÉ :

45 crédits, Deuxième cycle

GRADES :

Maître ès sciences appliquées

OBJECTIFS :

Le programme de maîtrise en ingénierie constitue un programme multidisciplinaire de type recherche et vise essentiellement à former des spécialistes dans le domaine de génie. Les thèmes de recherche proposés sont variés. Dans l'approfondissement d'un champ de spécialisation de son choix, l'étudiant aura à utiliser des outils modernes d'analyse, de traitement, de modélisation, de simulation des processus ou de conception des machines.

DOMAINES DE RECHERCHE À L'ÉCOLE DE GÉNIE

Les étudiants pourront choisir leur sujet de recherche parmi les principaux domaines de recherche à l'École de génie :

- Mécanismes complexes, analyse et design de machines, vibrations
- Productique, tolérancement, métrologie
- Commande des systèmes non linéaires, automatisation et robotique
- Conception et fabrication assistées par ordinateur
- Réseaux et machines électriques, commande des machines électriques, mise à la terre
- Réseaux de neurones
- Turbomachines, énergétique, modélisation par éléments finis
- Caractérisation des biocomposites et des nanocomposites (mécanique, rhéologique, thermique et microstructurale)
- Mise en forme des matériaux thermoplastiques renforcés
- Énergie éolienne (aspects mécaniques et électriques)
- Télécommunication sans fil, antenne, protocoles de communication, capteurs et filtres

CONDITIONS D'ADMISSION :

Base études universitaires

Être titulaire d'un baccalauréat ou l'équivalent en sciences fondamentales ou en sciences appliquées avec une moyenne cumulative d'au moins 3,0 sur 4,3 ou l'équivalent.

Base expérience

Posséder les connaissances requises, une formation appropriée et une expérience jugée pertinente.

PLAN DE FORMATION :

Génie électrique

MIG8001	Méthodologie de recherche et communication (3 cr.)
MIG8802	Séminaire de recherche (1 cr.)
MIG8803	Mémoire (29 cr.) 12 crédits optionnels

Cours optionnels

L'étudiant choisit une activité (3 crédits) parmi les suivantes :

MIG8110	Phénomènes d'échanges avancés (3 cr.)
MIG8112	Analyse des systèmes (3 cr.)
MIG8114	Traitement et analyses statistiques des données (3 cr.)
MIG8116	Traitement des signaux numériques (3 cr.)

Pour compléter son programme, l'étudiant choisit trois activités (9 crédits) parmi les suivantes :

MIG8301	Commande optimale des processus (3 cr.)
MIG8302	Commandes avancés des machines électriques (3 cr.)
MIG8303	Systèmes non linéaires (3 cr.)
MIG8304	Grands réseaux électriques et mise à la terre (3 cr.)
MIG8325	Sujets spéciaux en génie électrique (3 cr.)

Sur approbation de la direction de programme, l'étudiant peut être autorisé à suivre deux cours optionnels dans le programme et une activité de trois crédits dans un autre programme.

Génie mécanique

MIG8001	Méthodologie de recherche et communication (3 cr.)
MIG8802	Séminaire de recherche (1 cr.)
MIG8803	Mémoire (29 cr.) 12 crédits optionnels

Cours optionnels

L'étudiant choisit une activité (3 crédits) parmi les suivantes :

MIG8110	Phénomènes d'échanges avancés (3 cr.)
MIG8112	Analyse des systèmes (3 cr.)
MIG8114	Traitement et analyses statistiques des données (3 cr.)
MIG8116	Traitement des signaux numériques (3 cr.)

Pour compléter son programme, l'étudiant choisit trois activités (9 crédits) parmi les suivantes :

MIG8201	Mécanique du solide rigide (3 cr.)
MIG8202	Méthodes des éléments finis et simulation numérique (3 cr.)
MIG8203	Optimisation, maintenance et fiabilité des systèmes (3 cr.)
MIG8204	Modélisation et simulation en mécanique des milieux continus (3 cr.)
MIG8225	Sujets spéciaux en génie mécanique (3 cr.)

Sur approbation de la direction de programme, l'étudiant peut être autorisé à suivre deux cours optionnels dans le programme et une activité de trois crédits dans un autre programme.

Matériaux renouvelables

MIG8001	Méthodologie de recherche et communication (3 cr.)
MIG8802	Séminaire de recherche (1 cr.)
MIG8803	Mémoire (29 cr.) 12 crédits optionnels

Cours optionnels

L'étudiant choisit une activité (3 crédits) parmi les suivantes :

MIG8110	Phénomènes d'échanges avancés (3 cr.)
MIG8112	Analyse des systèmes (3 cr.)
MIG8114	Traitement et analyses statistiques des données (3 cr.)
MIG8116	Traitement des signaux numériques (3 cr.)

Pour compléter son programme, l'étudiant choisit trois activités (9 crédits) parmi les suivantes :

MIG8401	Le bois : matériau d'ingénierie (3 cr.) *
MIG8402	Caractérisation des matériaux lignocellulosiques (3 cr.) *
MIG8403	Traitement thermique et modifications chimiques du bois des fibres naturelles (3 cr.)
MIG8404	Plasturgie et mise en forme des composites bois-polymère (3 cr.)
MIG8425	Sujets spéciaux en matériaux renouvelables (3 cr.)

Sur approbation de la direction de programme, l'étudiant peut être autorisé à suivre deux cours optionnels dans le programme et une activité de trois crédits dans un autre programme.

Télécommunications

MIG8001	Méthodologie de recherche et communication (3 cr.)
MIG8802	Séminaire de recherche (1 cr.)
MIG8803	Mémoire (29 cr.) 12 crédits optionnels

Cours optionnels

L'étudiant choisit une activité (3 crédits) parmi les suivantes :

MIG8110	Phénomènes d'échanges avancés (3 cr.)
MIG8112	Analyse des systèmes (3 cr.)
MIG8114	Traitement et analyses statistiques des données (3 cr.)
MIG8116	Traitement des signaux numériques (3 cr.)

Pour compléter son programme, l'étudiant choisit trois activités (9 crédits) parmi les suivantes :

MIG8501	Radiocommunications mobiles (3 cr.)
MIG8502	Télécommunications numériques (3 cr.)
MIG8503	Protocoles de communications (3 cr.)
MIG8504	Techniques radiofréquences (3 cr.)
MIG8525	Sujets spéciaux en télécommunications (3 cr.)

Sur approbation de la direction de programme, l'étudiant peut être autorisé à suivre deux cours optionnels dans le programme et une activité de trois crédits dans un autre programme.

* : Disponible à distance

PIÈCES SUPPLÉMENTAIRES ET DIRECTIVES PARTICULIÈRES :

Fournir le nom du directeur de recherche choisi.

MIG8001**Méthodologie de recherche et communication**

Objectifs : Acquérir une formation de base en méthodologie de recherche adaptée au contexte de l'ingénierie. Connaître le processus d'organisation de la recherche scientifique et maîtriser les méthodes mathématiques de traitement des données. Maîtriser les outils et les technologies de l'information pour rédiger et présenter des messages scientifiques et/ou techniques adaptés à l'auditoire ciblé.

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 via les outils numériques, principes de rédaction d'une revue de littérature. Communication : rédaction d'une revue de littérature, résumé d'un article scientifique, analyse critique d'un mémoire ou d'une thèse, rédaction préliminaire de la définition du projet de recherche, outils et techniques de communication orale, éthique de la recherche. Planification des expériences et traitement mathématique des données expérimentales.

MIG8110**Phénomènes d'échanges avancés**

Objectifs : Maîtriser suffisamment les phénomènes d'échanges afin de pouvoir analyser tout problème exposé dans la littérature scientifique pertinente en génie des procédés. Élaborer des méthodes originales de solutions à des problèmes d'intérêt rencontrés principalement en recherche.

Contenu : Bilan de matière, de quantité de mouvement et d'énergie. Combinaison de variables et séparation de variables. Illustrations avec des exemples typiques. Équation d'Euler, fonctions de courant et de potentiel. Écoulement autour d'une sphère, vortex, etc. Écoulement rampant autour d'une sphère : solution de Stokes, solution d'Oseen. Hypothèses de la couche limite. Applications aux transferts de quantité de mouvement, de chaleur et de matière. Influence du transfert de matière. Théorie du film stagnant, avec ou sans réaction homogène ou hétérogène. Écoulement uniforme (théorie de la faible pénétration) et écoulement Couette avec ou sans réaction.

MIG8112**Analyse des systèmes**

Objectifs : S'initier aux techniques d'analyse des systèmes dynamiques linéaires, stationnaires et non stationnaires. Étudier les caractéristiques structurelles des systèmes; commandabilité, observabilité, stabilisabilité et détectabilité. Se familiariser avec les méthodes de réalisations, méthodes de Hankel, la synthèse de contrôleurs et les observateurs dans l'espace d'état.

Contenu : Révision de la théorie classique. Représentation des systèmes dans l'espace d'état : modèle mathématique, représentations graphiques, exemples choisis dans divers domaines du génie électrique, mécanique, thermique et chimique. Formes canoniques, théorème de séparation. Dynamique des systèmes linéaires : matrice de transition, résolvant, transformation des variables d'état, formes canoniques. Contrôlabilité et observabilité : définitions, conditions. Commande découplée. Compensation : compensateur SISO, MIMO, placement des pôles. Estimateur d'état. Stabilité. Introduction au contrôle optimal. Application aux problèmes de contrôle industriel.

MIG8114**Traitement et analyses statistiques des données**

Objectifs : Acquérir des notions théoriques et les outils nécessaires pour être en mesure de planifier ses expériences et analyser adéquatement ces résultats. Développer l'aptitude à utiliser les logiciels d'analyse statistiques des données dont SAS, SPSS ou R. Être en mesure de mieux interpréter les résultats de travaux de recherche.

Contenu : Aspects fondamentaux des statistiques. Statistiques descriptives. ANOVA, tests de comparaisons multiples, éléments de planification d'expériences, principaux plans d'expériences, expériences factorielles, régression et corrélation, régression multiples, ANCOVA, mesures répétées. Analyses multivariées. Analyses de mesures répétées et modèles mixtes. Programmation et analyse des données sur SAS et/ou autres logiciels statistiques.

MIG8116**Traitement des signaux numériques**

Objectifs : Se familiariser avec les concepts et outils fondamentaux de traitement numériques des signaux. Connaître des éléments de mise en œuvre et des applications.

Contenu : Théorie des systèmes échantillonnés linéaires; démonstration du théorème de Nyquist. Systèmes et signaux discrets; définitions et exemples, systèmes récursifs et l'équation en différences, systèmes LTI. Transformée en Z : définitions, propriétés, transformée inverse, décomposition en fractions partielles, la relation avec l'analyse de systèmes LTI. Analyse fréquentielle : séries et transformée de Fourier, définition, interprétation, propriétés, transformé discrète de Fourier (DFT), interprétation et propriétés. Transformation rapide de Fourier (FFT), algorithmes et propriétés, filtrage en utilisant FFT. Synthèse des filtres numériques, propriétés et la conception des filtres FIR, types et conception des filtres IIR. Aspect d'implantation : réalisation des filtres, filtres en treillis, représentation des nombres, étude des effets de quantification dans les filtres numériques.

MIG8201**Mécanique du solide rigide**

Objectifs : Acquérir des notions avancées de dynamique des systèmes mécaniques desmodromiques. Maîtriser les méthodes modernes d'analyse et de synthèse des systèmes plans et spatiaux.

Contenu : Notions avancées de mécanique analytique. Dynamique lagrangienne dans un espace riemannien. Applications de la mécanique analytique : mécanismes monomobiles, mécanismes à plusieurs degrés de mobilité. Intégration numérique des équations de mouvement. Logiciels de simulation (Excel, Matlab, FORTRAN, VBA, C++, etc.).

MIG8202**Méthodes des éléments finis et simulation numérique**

Objectifs : Être en mesure d'utiliser la méthode des éléments finis pour l'analyse et la simulation numérique de systèmes complexes.

Contenu : Méthode des éléments finis pour l'analyse et la simulation numérique de systèmes complexes. Méthodes de variations et des résidus pondérés. Technique des éléments finis. Fonctions d'interpolation et intégration numérique. Étude des systèmes linéaires. Systèmes non linéaires. Systèmes non stationnaires. Exemple d'un programme général de solution par éléments finis.

MIG8203**Optimisation, maintenance et fiabilité des systèmes**

Objectifs : Connaître les outils théoriques, expérimentaux et numériques pour la formulation de problème d'optimisation et de fiabilité des systèmes. Acquérir les outils avancés nécessaires à l'optimisation et à l'étude de fiabilité des procédés. Quantifier les risques et les modes de défaillance des pièces. Déterminer les paramètres optimaux pour la conception d'une pièce ou la réalisation d'un processus expérimental. S'initier aux concepts de l'ingénierie de la maintenance.

Contenu : Formulation de problème général d'optimisation. Optimisation des systèmes linéaire et non linéaire. Optimisation des systèmes avec et sans contraintes. Méthodes d'optimisation itératives (gradient). Méthodes directes de simulation répétitives (Monte Carlo). Analyse de sensibilité des variables. Méthode de plan d'expérience (Taguchi). Analyse de variance. Surface de réponse et point de conception. Indicateurs de fiabilité. Discrétisation spatiale des variables aléatoires. Décomposition spectrale par les polynômes de Chaos. Stratégies et méthodes de maintenance. La gestion du cycle de vie des équipements. Outils de gestion de la maintenance.

MIG8204**Modélisation et simulation en mécanique des milieux continus**

Objectifs : Être en mesure d'utiliser les lois de comportement classiques, d'expliquer le comportement des milieux continus en général, d'appliquer ces concepts à l'analyse de divers problèmes de la mécanique des solides et des fluides et de développer les modèles linéaires pour les fluides visqueux et les solides élastiques. Connaître les équations fondamentales de la théorie de l'élasticité et les méthodes de résolution de ses grands problèmes. Se familiariser avec les différentes approches pour la formulation de modèles mathématiques.

Contenu : Compléments des mathématiques, tenseurs cartésiens. Cinématique des milieux continus, différents tenseurs de déformation. Efforts appliqués à un système matériel, puissance virtuelle, tenseur des contraintes de Cauchy. Lois de conservation de la physique classique des milieux continus (masse, quantité de mouvement, énergie), équations globales et locales du mouvement. Lois constitutives (solides, élastiques, fluides, transfert thermique). Équations fondamentales de la théorie de l'élasticité et solutions générales. Problèmes (en coordonnées rectangulaires, en coordonnées polaires), problèmes dynamiques (propagation d'ondes, forces centrifuges), problème de Hertz (contact de deux corps élastiques), problèmes d'origine thermiques. Modélisation mathématique continue et discrète. Introduction aux méthodes numériques de simulation : volumes finis, différences finies, éléments finis de frontière. Résolutions de systèmes d'équations linéaires et non linéaires.

MIG8225**Sujets spéciaux en génie mécanique**

Objectifs : Aborder ou approfondir un sujet relatif à la modélisation des systèmes mécaniques qui contribue à l'avancement du projet de mémoire ou de thèse.

Contenu : Contenu variable selon les besoins de formation de l'étudiant et l'expertise professorale disponible.

MIG8301**Commande optimale des processus**

Objectifs : Se familiariser avec les outils et les méthodes de base nécessaires en techniques d'optimisation relatives aux problèmes d'analyse, de synthèse et de commandes de processus industriels.

Contenu : Rappel sur le calcul des extremums d'une fonction à plusieurs variables avec et sans contraintes. Calcul des variations : conditions de transversalité, équations d'Euler-Lagrange, optimisation dynamique avec contraintes. Principe du maximum de Pontryagin et théorie de Hamilton-Jacobi : conditions de Weisstrass-Endman, problème de Bolza avec contraintes d'inégalité, équations de Hamilton-Jacobi. Formulation et solution de problèmes de commande optimale : temps minimal, consommation minimale, énergie minimale. Calcul des variations et principe du maximum

appliqués aux systèmes discrets. Programmation dynamique, méthodes numériques : loi de contrôle optimal, méthode du gradient, quasi-linéarisation.

MIG8302

Commandes avancées des machines électriques

Objectifs : Maîtriser le principe d'échange d'énergie électromécanique qui régit le fonctionnement des machines électriques. Modéliser et simuler le réglage, entraînement par convertisseurs de puissance et commande des actionneurs rotatifs usuels. Manier les outils numériques d'analyse des actionneurs électriques.

Contenu : Principes généraux dans l'analyse de machines électriques : circuits couplés et leur modèle de simulation, modèle incluant la saturation magnétique. Principe de conservation d'énergie électromécanique : inventaires des inductances d'une machine électrique, théorème d'Ampère, réluctance et perméance d'une machine électrique, énergie et co-énergie emmagasinées, force électromagnétique d'un actionneur en translation (machine linéaire), couple électromagnétique d'un actionneur rotatif (machine tournante), caractérisation des différents actionneurs. Théorie des transformations dans l'analyse des actionneurs rotatifs : transformation de Park, transformation de Clarke, transformation de Concordia, application aux éléments résistifs, inductifs et capacitifs, application à l'analyse des machines asynchrone et synchrone. Modélisation et commande de la machine à courant continu, identification des paramètres, régulation de vitesse et de couple avec limiteur de courants. Modélisation, réglage et commande de la machine synchrone, machine à aimants permanents : stratégie de réglage et commande vectorielle du moteur synchrone, moteur synchrone autopiloté. Modélisation, réglage et commande de la machine asynchrone, commande scalaire et commande vectorielle des moteurs asynchrones, application de la MLI vectorielle à la commande vectorielle du moteur asynchrone, simulations numériques et applications industrielles.

MIG8303

Systèmes non linéaires

Objectifs : Acquérir les méthodes et les outils nécessaires à l'étude des systèmes de commandes automatiques contenant des éléments non linéaires.

Contenu : Définition, classification des non-linéarités. Approximation du premier harmonique : gain équivalent des organes non linéaires usuels, stabilité, performance et compensation. Méthode du plan de phase. Systèmes de commande par plus ou moins : oscillations libres et forcées, stabilité des oscillations. Méthodes générales de mécanique non linéaire : points singuliers et cycles limites. Stabilité non linéaire : théorèmes de Lyapunov sur la stabilité locale, méthode directe de Lyapunov, méthode de stabilité de Popov. Théorie des systèmes avec modes de glissement. Théorie de la

stabilité au sens entrée-sortie. Théorie des systèmes non linéaires avec l'approche de la géométrie différentielle. Passivité.

MIG8304

Grands réseaux électriques et mise à la terre

Objectifs : Connaître les méthodes d'analyse modernes pour divers problèmes associés aux grands réseaux électriques. Être en mesure de résoudre les problèmes de réseaux de base, à savoir : répartition de puissance, analyse de contingence, court-circuit, stabilité de tension, estimateur d'état, stabilité transitoire. Comprendre et concevoir des installations de mise à la terre. Présenter des principes fondamentaux de la théorie et des techniques de mise à la terre. Appliquer les critères de sécurité, d'efficacité et d'économie pour les installations de mise à la terre.

Contenu : Méthodes de formulation des matrices caractérisant les réseaux. Méthodes d'analyse des matrices creuses. Méthodes de réduction des réseaux. Méthodes d'intégration numérique. Étude de stabilité de tension et du régime transitoire du réseau. Introduction aux mises à la terre Courant de terre. Conductivité électrique et thermique du sol. Méthode générale d'analyse des prises de terre. Prises de terre connectées. Mesure et calcul de résistivité. Mise à la terre dans un sol à deux couches. Méthode d'interprétation de la résistivité apparente.

MIG8325

Sujets spéciaux en génie électrique

Objectifs : Aborder ou approfondir un sujet relatif au domaine de la modélisation des systèmes électriques qui contribue à l'avancement du projet de mémoire ou de thèse.

Contenu : Contenu variable selon les besoins de formation de l'étudiant et de l'expertise professorale disponible.

MIG8401

Le bois : matériau d'ingénierie

Objectifs : Acquérir les notions théoriques sur le bois et ses propriétés anatomiques, chimiques, physiques et mécaniques. Comprendre les interactions entre le bois et son environnement. Se familiariser les produits du bois et des composites à base de bois, les procédés de leur fabrication, leurs propriétés et usages.

Contenu : Propriétés anatomiques et physico-mécaniques du bois (anatomie et structure du bois, propriétés physiques du bois, propriétés mécaniques du bois, propriétés du bois et relations avec l'environnement). Adhésion du bois et adhésifs. Durabilité et propriétés biologiques du bois (durabilité du bois/détérioration du bois, protection et préservation du bois). Transformation du bois (procédés de transformation de bois, modification chimique et thermique du bois, produits de bois). Introduction à la modélisation des propriétés du bois.

MIG8402

Caractérisation des matériaux lignocellulosiques

Objectifs : Acquérir des connaissances sur les techniques de caractérisation modernes des matériaux, notamment les matériaux lignocellulosiques, de leurs surfaces et de leurs propriétés mécaniques, physiques, thermiques et dynamiques. Développer des aptitudes en techniques expérimentales de caractérisation des matériaux, en analyses critiques et en rédaction de rapports scientifiques.

Contenu : Classification des matériaux. Interactions rayonnement matière. Caractérisation des propriétés mécaniques (traction, compression, flexion, dureté; viscoélasticité et viscoplasticité; fluage, fatigue), physiques (densité, stabilité dimensionnelle, hygroscopicité, teneur en humidité), chimiques (composition et structure cristalline), thermiques, électriques et de surface des matériaux lignocellulosiques.

MIG8403

Traitement thermique et modifications chimiques du bois des fibres naturelles

Objectifs : Acquérir les notions fondamentales sur le comportement du bois lors des traitements thermiques et chimiques. Comprendre les isothermes de sorption du bois et les phénomènes d'échanges thermiques et de transfert de masse lors du séchage du bois. Analyser les impacts des modifications thermiques et chimiques du bois sur son comportement en service.

Contenu : Aspects fondamentaux du séchage du bois; isothermes de sorption du bois; migration des fluides dans le bois; déformation due au fluage durant le séchage du bois; transfert de masse, développement des contraintes; et coloration du bois lors du séchage; procédés de modification chimique du bois; procédés de modification thermiques du bois; modification de surface; modification par imprégnation; implications des modifications chimiques et thermiques sur les propriétés du bois.

MIG8404

Plasturgie et mise en forme des composites bois-polymère

Objectifs : Acquérir les outils théoriques pour comprendre la rhéologie et la mise en forme, par injection, extrusion ou thermoformage; des polymères thermoplastiques renforcés de particules de bois.

Contenu : Introduction à la rhéologie des polymères fondus et des suspensions concentrées. Modèles newtoniens généralisés et écoulement tubulaire, relation débit versus pertes de charge. Exploitation des données de rhéométrie capillaire : correction de Bagley et analyse de Rabinowitsch. Influence de la présence des renforts biosourcés (concentration, rapport L/D, agents couplants). Viscosité complexe et viscoélasticité linéaire. Dispersion des renforts dans la matrice polymérique,

Procédés d'injection, d'extrusion et de thermoformage. Extrusion monovis et bivis. Écoulement dans les filières convergentes et en porte-manteau, calandrage Différents aspects du moulage par injection, calcul des vis, cycle du procédé, trajet de remplissage, pression d'injection, et force de fermeture du moule, compréhension et utilisation des données PVT, transferts thermiques, etc. Thermoformage choix des paramètres de réglage versus matière, calcul de l'étirement, opérations secondaires.

MIG8425

Sujets spéciaux en matériaux renouvelables

Objectifs : Aborder ou approfondir un sujet relatif au domaine de matériaux durables qui contribue à l'avancement du projet de mémoire ou de thèse.

Contenu : Cours magistral, laboratoire, projet.

MIG8501

Radiocommunications mobiles

Objectifs : Comprendre les concepts techniques fondamentaux nécessaires à la conception et à l'implantation de systèmes de communication mobiles. S'initier à l'état de l'art de la recherche dans les domaines de développements des systèmes de communications mobiles.

Contenu : Introduction. Concept cellulaire. Propagation Radio. Modulation. Amélioration de la transmission. Accès multiple. Systèmes et standards.

MIG8502

Télécommunications numériques

Objectifs : Connaître la conception des systèmes de communications numériques. Comprendre le comportement des systèmes, ainsi que des paramètres importants qui interviennent dans la conception d'un système avec les contraintes physiques connues et inconnues.

Contenu : Introduction. Processus stochastiques (variable aléatoire réelle, fonction de répartition et densité de probabilité, cas de deux variables aléatoires, indépendance et loi conditionnelle, espérance mathématique et moments, vecteur aléatoire de dimension finie, processus aléatoires, stationnarité et périodicité, processus stationnaires au sens large (SSL) : densité spectrale et propriétés, exemple de processus aléatoires, filtrage des processus aléatoires). Représentation des signaux numériques (traitement numérique, échantillonnage, quantification, transmission en bande de base, modulation sur porteuse). Canal à bande infinie (détection optimale dans une transmission M-aire, modulation sans mémoire et démodulation cohérente, modulation avec mémoire et démodulation cohérente, modulation sans mémoire et démodulation non cohérente, modulation avec mémoire et démodulation non cohérente, comparaison des techniques de modulation-démodulation). Canal à

bande limitée (introduction, interférence entre symboles (IES), caractérisation de l'IES – diagramme de l'œil, condition d'IES nulle – critère de Nyquist, filtrage de Nyquist). Autres sujets (égalisation, synchronisation, traitement d'antennes, suppression d'interférence, modulation adaptative, contrôle de puissance).

MIG8503

Protocoles de communications

Objectifs : Comprendre les principes des protocoles de communications ainsi que les différents standards prédominants actuels. Introduire les concepts généraux des réseaux. Connaître le principe de la commutation, de la connexion et du routage, notion de service, de qualité de service, de protocole et d'interface (APIs). Maîtriser le principe d'architecture, modèles OSI et IETF, les éléments fonctionnels d'un protocole et leur place dans une architecture. Appliquer les concepts de routages et de transports des paquets de données, protocoles de liaisons et les différents médiums utilisés pour la transmission des données. Suivre l'évolution vers les communications personnelles et leurs problèmes spécifiques.

Contenu : Introduction (différents modèles et architectures de réseaux avec une courte référence à leur histoire et leurs backgrounds). Les médiums de transmission guidés, les médiums sans fil et les transmissions satellites. Principes fondamentaux des protocoles de communications point à point avec une série d'exemples détaillant : les mécanismes de correction d'erreurs, la notion de trame de données ou de paquets de niveau 2 du modèle. Présentation du fonctionnement des protocoles MAC suivants : l'Ethernet, WLAN et la commutation de données (data switch). Notions de routage à état de lien, à vecteur distance, hiérarchique, etc. La notion de qualité de service (QoS). Les problématiques récentes de routage dans le réseau ad hoc et le réseau pair-à-pair (peer to peer). Principales notions liées aux protocoles de transport. Applications (le fonctionnement du DNS (Domain Name Service), les services de courriels, les services Web et les services multimédias, le tout avec des exemples pratiques, tels que le streaming audio et vidéo, la radio Internet, la VoIP (voice over IP), etc.).

MIG8504

Techniques radiofréquences

Objectifs : Maîtriser les principes de base des lignes de transmissions. Maîtriser et appliquer les méthodes d'adaptation d'impédances en rapport avec la conception des circuits RF. Analyser les circuits RF en utilisant paramètres S pour déterminer leurs performances, leurs limites et leurs conditions d'utilisation. Concevoir des circuits et des positifs RF. Maîtriser les outils informatiques et des logiciels de design pour les circuits RF et micro-ondes. Résoudre les problèmes d'intégration, de mise en œuvre et d'utilisation des systèmes radiofréquences.

Contenu : Introduction (systèmes RF et micro-ondes, applications des systèmes RF, standard et notation). Lignes de transmissions (introduction, circuits équivalents, solution des équations de Maxwell, abaque de Smith). Paramètres S (paramètres S, Y, Z, ABCD et hybrides, graphes et diagrammes de présentation, analyse des dipôles et quadripôles, CAO de circuits RF et micro-ondes). Adaptation d'impédances (principe de transfert de puissance maximal, adaptation avec des éléments localisés, adaptation avec des éléments distribués (un stub, deux stubs), transformateurs d'impédance). Antennes (paramètres d'antennes (directivité, gain, efficacité), étude des antennes filaires, à ouverture et micro-rubans, réseaux d'antennes, synthèse de réseaux d'antennes). Filtre RF et micro-ondes (principe de base, types de filtres, normalisation et filtres passe-bas, implantation de filtres, identités de Kuroda, procédure de conception des filtres RF). Amplificateurs RF et micro-ondes (composants RF actifs : diode, transistors BJT et MESFET, techniques de polarisation, amplificateurs micro-ondes : cercle de gain, cercle de stabilité, figure de bruit) mélangeurs de fréquences (descriptions et caractéristiques, classification des mixeurs, mixeur à diode, mixeur à FET). Oscillateurs (principe de base, type d'oscillateurs, méthode de synthèse).

MIG8525

Sujets spéciaux en télécommunications

Objectifs : Aborder ou approfondir un sujet relatif au domaine de la modélisation des systèmes de télécommunications qui contribue à l'avancement du projet de mémoire ou de thèse.

Contenu : Contenu variable selon les besoins de formation de l'étudiant et de l'expertise professorale disponible.

MIG8802

Séminaire de recherche

Objectifs : Permettre à l'étudiant d'améliorer ses capacités à synthétiser et à communiquer les résultats préliminaires des travaux de recherche.

Contenu : L'étudiant présente, normalement à partir de la quatrième session d'inscription, les parties suivantes de son sujet de recherche : la problématique, les objectifs, la recherche bibliographique et la méthodologie retenue. La présentation de ce séminaire se fait sous forme écrite et orale. Le jury est formé du directeur de recherche et de deux autres professeurs proposés par le directeur de recherche et validé par le responsable de programme.

MIG8803

Mémoire

Objectifs : Démontrer des aptitudes à mener à bien une recherche et à présenter les résultats de ses travaux de recherche tant à l'oral qu'à l'écrit.

Contenu : Le mémoire de recherche est un exposé écrit de travaux de recherche et constitue l'activité majeure du

programme. Il doit respecter les règles de présentation établies. Le travail doit inclure une introduction approfondie concernant le sujet de recherche et permettant de justifier un travail bibliographique. Il doit également comprendre tous les éléments permettant de juger la qualité et le développement de la démarche scientifique suivie. Le mémoire sera soutenu devant jury.