

**UNIVERSITÉ
DE
SHERBROOKE**

**FACULTÉ
DES
SCIENCES
APPLIQUÉES
69/70**

**Pour tous renseignements,
s'adresser au :**

**BUREAU DU REGISTRAIRE
UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE
CITÉ UNIVERSITAIRE
SHERBROOKE, P.Q.**

TABLE DES MATIÈRES

CALENDRIER ACADÉMIQUE DE LA FACULTÉ	5
 PRÉSENTATION	
HISTORIQUE	9
DIRECTION	11
CORPS PROFESSORAL	13
 RÈGLEMENTS PÉDAGOGIQUES	
LE BACCALAURÉAT	15
LA MAÎTRISE	19
LE DOCTORAT	21
 PROGRAMMES	
LE PREMIER CYCLE: BACCALAURÉAT	25
Option génie civil	27
Option génie électrique	29
Option génie mécanique	31
LES DEUXIÈME ET TROISIÈME CYCLES:	
MAÎTRISE ET DOCTORAT	35
Option génie civil	35
Option génie électrique	38
Option génie mécanique	39
 DESCRIPTION DES COURS	
ENSEIGNEMENTS GÉNÉRAUX	43
DÉPARTEMENT DE GÉNIE CIVIL	
Corps professoral	45
Cours	46
DÉPARTEMENT DE GÉNIE MÉCANIQUE	
Corps professoral	57
Cours	58
DÉPARTEMENT DE GÉNIE ÉLECTRIQUE	
Corps professoral	75
Cours	76

CALENDRIER ACADÉMIQUE 1969-1970

MARDI, 2 SEPTEMBRE 1969

Entrée des nouveaux étudiants. Journée d'information.

MERCREDI, 3 SEPTEMBRE 1969

Début des cours à toutes les facultés. Dans l'après-midi, séance d'information du Service de la coordination.

VENDREDI, 12 SEPTEMBRE 1969

Date limite de dépôt des thèses de maîtrise pour la collation des grades d'octobre.

LUNDI, 13 OCTOBRE 1969

Jour d'Action de grâces. Congé universitaire.

MARDI, 14 OCTOBRE 1969

Début des examens périodiques.

SAMEDI, 18 OCTOBRE 1969

Collation des grades.

MERCREDI, 29 OCTOBRE 1969

Début des interviews par les représentants des entreprises.

LUNDI, 10 NOVEMBRE 1969

Fin des interviews.

LUNDI, 15 DÉCEMBRE 1969

Dernier jour de la remise au secrétariat de la faculté des demandes de renouvellement d'admission à la session du printemps 1970.

VENDREDI, 19 DÉCEMBRE 1969

Fin des examens de la session d'automne. Fin des stages pratiques. Début des vacances de Noël.

LUNDI, 5 JANVIER 1970

Début des cours. Clôture des inscriptions à la session d'hiver. Début des stages pratiques.

LUNDI, 2 FÉVRIER 1970

Second versement des frais de scolarité.

LUNDI, 16 FÉVRIER 1970

Début des examens périodiques.

LUNDI, 2 MARS 1970

Dernier jour de réception des demandes d'admission pour l'année universitaire 1970-1971.

Début des interviews par les représentants des entreprises.

JEUDI, 12 MARS 1970

Fin des interviews.

JEUDI, 26 MARS 1970

Début des vacances de Pâques, après les cours.

MARDI, 31 MARS 1970

Reprise des cours.

MERCREDI, 15 AVRIL 1970

Dernier jour de la remise au secrétariat de la faculté des demandes de renouvellement d'admission à la session d'automne 1970.

VENDREDI, 17 AVRIL 1970

Fin des examens de la session d'hiver.

VENDREDI, 24 AVRIL 1970

Fin des stages pratiques.

LUNDI, 27 AVRIL 1970

Début des cours. Clôture des inscriptions à la session du printemps. Début des stages pratiques.

VENDREDI, 1er MAI 1970

Date limite de dépôt des thèses de maîtrise pour la collation des grades de juin.

SAMEDI, 6 JUIN 1970

Collation des grades.

LUNDI, 8 JUIN 1970

Début des examens périodiques.

LUNDI, 15 JUIN 1970

Début des interviews par les représentants des entreprises.

VENDREDI, 19 JUIN 1970

Fin des interviews.

MERCREDI, 24 JUIN 1970

Fête du Canada français. Congé universitaire.

MERCREDI, 1 JUILLET 1970

Fête du Canada. Congé universitaire.

VENDREDI, 31 JUILLET 1970

Dernier jour de la remise au secrétariat de la faculté des demandes de renouvellement d'admission à la session d'hiver 1971.

VENDREDI, 7 AOÛT 1970

Fin des examens de la session de printemps.

VENDREDI, 14 AOÛT 1970

Clôture des inscriptions pour l'année universitaire 1970-1971.

VENDREDI, 21 AOÛT 1970

Fin des stages pratiques.

LUNDI, 24 AOÛT 1970

Début des stages pratiques.

PRÉSENTATION

HISTORIQUE

La Faculté des sciences appliquées est une école d'ingénieurs dont les débuts coïncident avec ceux de l'Université de Sherbrooke, en 1954. Profitant d'une initiative de la Commission scolaire catholique de Sherbrooke qui avait organisé, en septembre 1951, une première année de génie à l'École Supérieure dirigée par les Frères du Sacré-Cœur, l'Université constitue alors la Faculté des sciences, qui regroupe les disciplines de sciences appliquées et de sciences pures, pour offrir les deux premières années du programme de baccalauréat.

En 1957, à la suite d'un remaniement de structures, la Faculté des sciences organise un programme complet de baccalauréat ès sciences appliquées d'une durée de 5 ans dans les options du génie civil, génie électrique et génie mécanique et décide de mettre sur pied un programme de baccalauréat ès sciences d'une durée de 4 ans dans les options de biologie, chimie, mathématiques et physique. Cette année-là, la Faculté s'installe dans un nouveau pavillon, le premier du campus universitaire.

En juin 1959, la Faculté décerne le baccalauréat ès sciences appliquées à son premier groupe de diplômés; les premiers bacheliers ès sciences sortent quelques années plus tard, en juin 1963.

En 1963, les professeurs de la Faculté des sciences sont regroupés officiellement en départements, 3 en sciences appliquées — génie civil, génie électrique et génie mécanique — et 4 en sciences pures — biologie, chimie, mathématiques et physique.

Le début de l'année académique 1966-67 marque l'arrivée des premiers étudiants post-grade en génie et l'implantation du système coopératif pour la formation des ingénieurs. Cette dernière initiative, unique au Québec, représente une étape importante dans le développement de la Faculté.

Devant l'accroissement rapide du nombre d'étudiants — la Faculté en compte 700 en septembre 1966 — et l'orientation différente que prennent les disciplines de sciences pures et de sciences appliquées — à cause de la formule coopérative — on décide alors de regrouper ces disciplines en deux facultés distinctes. C'est ainsi que le 1er juin 1967 naît la Faculté des sciences appliquées, constituée

de trois départements, le génie civil, le génie électrique et le génie mécanique; les 4 départements de sciences pures demeurent à l'intérieur de la Faculté des sciences.

En septembre 1968, la Faculté des sciences appliquées prend possession d'un nouveau pavillon, d'une superficie de 190,000 pieds carrés, pouvant accueillir plus de 1,000 étudiants.

DIRECTION

**CONSEIL DE
FACULTÉ**

Doyen:

Gaston DENIS, ing., B.A. (Mont.), B.Sc.A. (Poly), S.M. (M.I.T.).

Vice-doyen:

Louis-Marc GAUTHIER, ing., B.A., B.Sc.A. (Poly).

Secrétaire et directeur des études:

Claude HAMEL, ing., B.A. (Mont.), B.Sc.A. (Sherbrooke), M.Sc.A. (Laval).

Conseillers ⁽¹⁾:

Paul-Édouard BRUNELLE, ing., B.Sc.A. (Mont.), M.Sc.A. (Laval),
Dr.Ing. (Toulouse),
Directeur du Département de génie civil.

Jules DELISLE, P.Eng., B.A. (Ottawa), B.Sc.A. (Laval), M.Sc.A.
(E.N.S.A., Paris), D. 3e cycle (Paris),
Directeur du Département de génie électrique.

Gilles FAUCHER, ing., B.A., B.Sc.A., M.Sc.A. (Laval),
Directeur du Département de génie mécanique.

**COMITÉ DES
ÉTUDES SUPÉRIEURES**

Président: Claude HAMEL

Membres: Dominique MASCOLO
Marcel NOUGARET
Bernard COUPAL

**COMITÉ
D'ADMISSION**

Président: Claude HAMEL

Membres: Pierre-C. AITCIN
Paul A. BOURASSA
Adrien LEROUX
Jacques ALLARD (Faculté des sciences)
Gilles JONCAS (Service de la Coordination)

Chef du secrétariat: Adrien ROY, B.A.

Secrétaire administratif: Hildège POIRIER, t.p. T.D.

(1) Le Conseil de la Faculté comprend également six professeurs et six étudiants. Leur nomination n'étant pas officielle au moment de la préparation de cet annuaire, leur nom n'apparaît pas dans la liste des membres du Conseil.

BIBLIOTHÈQUE

Les professeurs, le personnel et les étudiants de la Faculté ont accès à toutes les bibliothèques de l'université (bibliothèque générale, bibliothèque des sciences, bibliothèque de droit, bibliothèque de médecine). La Faculté des sciences appliquées est plus spécialement desservie par la bibliothèque des sciences.

Directeur de la bibliothèque des sciences: Trefflé MICHAUD

CORPS PROFESSORAL

PROFESSEUR TITULAIRE

MILOVIC, Dusan, génie civil

PROFESSEURS AGRÉGÉS

ASHIKIAN, Baruir, génie mécanique

AUBÉ, Gaston, génie électrique

BÉLAND, Bernard, génie électrique

BOUDREAU, Lucien, génie mécanique

BOURASSA, Paul A., génie mécanique

BRUNELLE, Paul-Édouard, directeur du Département de génie civil

CHAMPAGNE, Jean-Paul, génie électrique, adjoint au vice-recteur académique

COUPAL, Bernard, génie mécanique

DE COUVREUR, Gilbert, génie électrique

DELISLE, Jules, directeur du Département de génie électrique

DENIS, Gaston, génie électrique, doyen

DESCHÊNES, Pierre-A., génie électrique

ELLYIN, Fernand, génie civil

FAUCHER, Gilles, directeur du Département de génie mécanique

GAUTHIER, Louis-Marc, génie mécanique, vice-doyen

GHARGHOURY, Emmanuel, génie civil

HAMEL, Claude, génie civil, secrétaire

HUBERT, Lucien, génie mécanique

LEROUX, Adrien, génie électrique

MARSAN, André, génie mécanique

MASSOUD, Monir, génie mécanique

MORCOS, William, génie mécanique

PROFESSEURS ADJOINTS

AITCIN, Pierre-Claude, génie civil

GALLEZ, Bernard, génie civil

KOCSIS, Alexandre, génie électrique

LAFONTAINE, Pierre, génie civil

LAMARCHE, Robert Y., génie civil

LAPOINTE, Guy, génie civil

LEMIEUX, Pierre, génie civil

MASCOLO, Dominique, génie civil

MORIN, Normand, génie civil

MORISSETTE, Sarto, génie électrique

NOUGARET, Marcel, génie électrique

PAPINEAU, Robert L., génie mécanique

PECKO, Georges, génie mécanique

PICHON, Jacques, génie civil

RICHARD, Sylvio, génie électrique

RUEL, M.J. Maurice, génie mécanique

THIBAUT, Richard, génie électrique

**PROFESSEUR
CHARGÉ
D'ENSEIGNEMENT**

LAUZIER, Conrad, génie mécanique

**PROFESSEURS
CHARGÉS DE COURS
À PLEIN TEMPS**

BAUDIFFIER, Bernard, génie mécanique

CAEN, Robert, génie civil

DUGAL, Réal, génie mécanique

GIRAUD, Serge, génie électrique

GRANGE, Gérard, génie électrique

GRANJU, Jean-Louis, génie civil

KOEHRET, Bernard, génie mécanique

LETORT, Patrick, génie mécanique

MESNAGE, Jean-Paul, génie électrique

RISLER, Francis, génie mécanique

PROFESSEURS INVITÉS

ABSI, Élie, génie civil

CASTEX, L., génie civil

VAN GEEN, Roger, génie mécanique

RÈGLEMENTS PÉDAGOGIQUES⁽¹⁾

LE BACCALAURÉAT

PÉRIODES D'EXAMENS

- 1 — Chaque session comprend quinze (15) semaines et comporte deux (2) périodes d'examens; l'une, au milieu de la session, pour les examens périodiques, l'autre, à la fin de la session, pour les examens finals.
- 2 — Les dates exactes des périodes d'examens sont déterminées à l'avance par le secrétaire de la Faculté et apparaissent au calendrier de l'année académique dans l'annuaire de la Faculté.
- 3 — Tous les cours et travaux pratiques sont supprimés pendant les périodiques d'examens finals et les jours où il y a examens périodiques.

Quelques jours libres sont accordés à l'étudiant avant les examens finals.

NOMBRE D'EXAMENS

- 4 — L'étudiant doit subir un examen final dans chaque cours théorique inscrit à son programme d'études pour la session. Il peut être appelé à subir également un examen périodique, si le professeur le juge à propos, pendant la période réservée à cette fin.
- 5 — Les examens périodiques ont une durée maximum de deux (2) heures et les examens finals, de trois (3) heures. Un étudiant ne peut être appelé à subir le même jour deux (2) examens d'une durée de trois (3) heures chacun.

MATIÈRE

- 6 — L'examen final dans un cours porte sur toute la matière étudiée pendant la session.

EXAMEN ORAL

- 7 — Seuls peuvent être oraux les examens de travaux pratiques, les examens périodiques et les examens supplémentaires donnés

(1) En septembre 1969, la Faculté mettra en application un système de promotion par matière à l'intention des étudiants de la première année, et des règlements particuliers seront alors publiés en appendice à cet annuaire. Les présents règlements s'appliquent uniquement aux sessions 3A, 3B et suivantes.

à des étudiants ayant motivé leur absence lors d'un examen final.

DISCIPLINE DANS LES SALLES D'EXAMENS

- 8 — Les étudiants occupent dans la salle d'examen la place qui leur est assignée par le secrétariat. Ils doivent garder le silence pendant toute la durée de l'examen. Il est strictement interdit de manger, boire ou fumer pendant un examen.
- 9 — Si un étudiant est obligé de s'absenter de la salle d'examen, il doit en demander la permission à un surveillant; si la permission lui est accordée, il doit être accompagné hors de la salle par un surveillant.
- 10 — Les étudiants ne peuvent apporter avec eux dans la salle d'examen que ce qui est nécessaire à la rédaction de leur examen (règle à calcul, articles à dessin, etc.) et la documentation dont leur professeur permet l'utilisation.
- 11 — Tout manquement aux règlements 8, 9 et 10 peut entraîner l'annulation de la copie d'examen de l'étudiant concerné.

PLAGIAT

- 12 — Le plagiat, la participation au plagiat, ou la tentative de plagiat, constatés dans la salle d'examen ou ailleurs, entraînent l'annulation de tous les examens subis depuis le début de la session et l'obligation pour l'étudiant de reprendre la session. Tout étudiant soupçonné d'une telle faute dans la salle d'examen devra se soumettre sur-le-champ aux demandes du surveillant. Le refus de se plier à ces demandes entraîne également l'annulation de tous les examens subis depuis le début de la session.

COTE

- 13 — Tous les examens et autres travaux académiques sont cotés sur un maximum de cent (100) points.

REVISION

- 14 — Tout étudiant qui désire faire reviser la correction d'un examen doit en faire la demande par écrit au secrétaire de la Faculté et acquitter au moment de cette demande, des frais de \$2.00

par correction à reviser. Si, après cette revision, la note attribuée à l'étudiant est supérieure à celle qu'il avait d'abord obtenue, les frais lui seront remboursés.

- 15 — Les délais pour les demandes de revision sont les suivants:
- a) lorsque les résultats sont transmis à l'étudiant par les babillards, une semaine à compter de la date d'affichage;
 - b) lorsque les résultats sont transmis à l'étudiant par courrier, un mois à compter de la date d'envoi des bulletins.
- 16 — La revision d'une copie d'examen est normalement faite par le professeur en charge du cours avec l'assistance d'un autre professeur nommé par le directeur du département et possédant suffisamment de connaissances dans la discipline concernée. Les étudiants ne sont pas admis aux séances de revision. On ne remet jamais à l'étudiant sa copie d'examen.

PONDÉRATION

- 17 — La note finale qu'obtient l'étudiant dans un cours est constituée de ses résultats à l'examen final, à l'examen périodique et aux travaux pratiques, s'il y a lieu. L'importance relative accordée à chacune de ses composantes dans le calcul de la note finale est laissée à la discrétion du professeur. Celui-ci doit cependant communiquer aux étudiants, dès le début de la session, la pondération qu'il entend appliquer.
- 18 — La moyenne générale d'un étudiant pour une session est toujours pondérée en fonction du nombre de crédits accordés à chaque matière au programme.

BULLETINS

- 19 — À la fin de chaque session, on fait parvenir aux parents, au tuteur et exceptionnellement à l'étudiant lui-même, un bulletin exposant les notes obtenues par l'étudiant concerné dans chaque matière. Ce bulletin donne une vue d'ensemble sur le travail de l'étudiant durant la session et indique la moyenne dans chaque matière, la moyenne générale, le rang occupé dans le classement final et la décision du Conseil de la Faculté concernant la promotion.

ABSENCES AUX EXAMENS

- 20 — Aucun étudiant ne peut s'absenter sans raison valable d'un examen. Dans le cas d'absence non motivée, l'étudiant se voit attribuer la note zéro (0) pour cet examen. Dans le cas d'une absence motivée d'un examen qui n'est pas final, l'examen est annulé et la moyenne calculée sur les autres examens. Un étudiant qui s'absente pour raison valable d'un examen final devra subir un examen supplémentaire dont les modalités seront fixées par le secrétaire de faculté en consultation avec les départements concernés.
- 21 — L'étudiant absent d'un examen doit en aviser le secrétaire de la Faculté dans les sept jours qui suivent, et il dispose ensuite d'un délai d'un mois pour justifier son absence par écrit. S'il omet de le faire ou si le secrétaire n'accepte pas ses motifs, il se verra attribuer la note zéro (0) pour cet examen.

PROMOTION

- 22 — Pour être promu, l'étudiant doit conserver une moyenne générale de 60% sur l'ensemble des matières de la session. Il n'est pas promu s'il a plus d'une matière dont la note est inférieure à 40%.

La promotion d'un étudiant qui a une seule matière dont la note est inférieure à 40% est laissée à la discrétion du Conseil de faculté.

Dans le cas d'un étudiant promu avec une ou plusieurs matières dont la note est inférieure à 50%, on inscrira au dossier de cet étudiant, en regard de ces notes, les lettres SN, signifiant "sous la norme".

Il n'y a aucun examen de reprise.

Un étudiant qui n'est pas promu doit reprendre la session qu'il a échouée ou bien se retirer définitivement.

EXEMPTIONS

- 23 — Un étudiant qui reprend une session peut être exempté par la direction des études des matières (cours, travaux pratiques) dans lesquelles il a obtenu une note finale d'au moins 70%.

RÉPÉTITIONS

- 24 — Un étudiant ne peut prendre plus de onze sessions académiques (après l'ancienne classe de Sciences I) pour obtenir son diplôme.
- 25 — Un étudiant ne peut reprendre la même session plus d'une fois.

LA MAÎTRISE

ADMISSION

- 1 — Est admissible aux études conduisant à la maîtrise ès sciences appliquées, tout candidat ayant les dispositions nécessaires à la poursuite d'études supérieures et détenant l'un des diplômes suivants:
- baccalauréat ès sciences appliquées ou "Bachelor of Engineering" des universités reconnues, avec classements dans le premier tercile et une moyenne générale d'au moins 66% pour chacune des deux dernières années de son cours.
 - diplôme d'ingénieur d'une école nationale supérieure d'ingénieurs ou d'un institut national des sciences appliquées de France, ou tout candidat attestant d'une formation équivalente.
 - tout candidat à la maîtrise doit également s'assurer qu'un professeur de la Faculté des sciences appliquées accepte de diriger ses travaux de recherches.
- 2 — La demande formelle d'admission (formule DA-1) ou de réadmission (formule DA-2) selon le cas ⁽¹⁾, doit être adressée au Bureau du registraire de l'Université de Sherbrooke avec tous les documents requis (voir feuille explicative concernant la demande d'admission aux études supérieures, document FE-6).

INSCRIPTION

- 3 — Après avoir reçu l'avis officiel de son admission ou de sa réadmission, l'étudiant est tenu de s'inscrire au Bureau du

(1) Le candidat aux études supérieures est prié de consulter le chapitre "Renseignements généraux" pour connaître tous les détails de l'admission.

registraire. Il doit par la suite renouveler son inscription pour chacune des années que dure sa candidature.

COURS

- 4 — Le programme d'études conduisant à la maîtrise ès sciences appliquées doit comporter un minimum de 36 crédits,⁽¹⁾ répartis entre un ensemble de cours et la préparation d'un mémoire; l'importance de ce mémoire peut varier d'un minimum de 12 crédits à un maximum de 24 crédits.
- 5 — Le candidat doit maintenir une moyenne de 66% pour l'ensemble des cours du programme. La note de passage dans chaque matière est de 50%. Il n'y aura pas de session d'examens de reprise. L'étudiant qui subit un échec doit reprendre l'examen de la matière concernée lors d'une session régulière d'examens.
- 6 — Dans certains cas exceptionnels, le directeur du Département, avec l'autorisation du doyen, pourra dispenser l'étudiant de reprendre l'examen échoué, en comblant cette carence par l'inscription à un autre cours comportant un même nombre de crédits. Le candidat qui échoue de nouveau à cet examen devra se retirer.

SCOLARITÉ

- 7 — La scolarité minimum d'un candidat à la maîtrise ès sciences appliquées est de 12 mois. Cette période est prolongée dans le cas d'un étudiant qui assume des charges d'assistant (enseignement, monitorat, etc.) dépassant l'équivalent d'une demi-journée par semaine.
- 8 — Un candidat, inscrit à la maîtrise ès sciences appliquées, qui assume de telles charges d'assistant ne peut s'inscrire chaque semestre à des cours comportant dans leur ensemble un nombre supérieur de crédits à celui fixé par le tableau suivant:
Charge d'assistant: (heures par semaine) 1 à 5 6 à 9 10 à 12
Nombre de crédits permis: (par semestre) 12 9 6

MÉMOIRE

- 9 — Le candidat à la maîtrise ès sciences appliquées doit rédiger un mémoire incorporant les résultats de ses travaux de re-

(1) Un crédit équivaut à un cours d'une heure par semaine pendant une session.

cherches faits sous la direction d'un professeur de la Faculté des sciences appliquées.

- 10 — Le mémoire doit être remis en 5 copies, au moins 5 semaines avant la date de la collation des grades. La rédaction et la présentation du mémoire doit être conforme aux "Directives pour la rédaction d'un mémoire et d'une thèse à la Faculté des sciences appliquées de l'Université de Sherbrooke".
- 11 — Le mémoire est examiné par un jury composé de 3 membres désignés par le directeur du Département et nommés par le doyen. Il n'y a pas de soutenance.
- 12 — L'évaluation du mémoire est faite en fonction de son importance en crédits.
- 13 — Un mémoire refusé par le jury ne peut être soumis à nouveau plus d'une fois.

DURÉE DES ÉTUDES

- 14 — Un candidat ne peut, sans l'autorisation de la Faculté, consacrer plus de 3 années civiles à l'obtention d'une maîtrise, à compter de la date de son inscription. À l'expiration de ce terme, le sujet de thèse devient libre, à moins que le candidat reçoive de la Faculté l'autorisation de poursuivre ses recherches.

DIPLÔME

- 15 — Sur recommandation du Conseil de la Faculté et avec l'approbation du Conseil universitaire, le grade de maître ès sciences appliquées (M.Sc.A.) est décerné au candidat qui a satisfait aux exigences de cours et de scolarité, et dont le mémoire a été accepté par le jury. Le diplôme est identifié à la discipline scientifique, mais ne comporte aucune mention d'excellence. Le diplôme porte le titre du mémoire soumis ou la mention de la spécialité choisie, e.g. automatique.

LE DOCTORAT

ADMISSION

- 1 — Tout étudiant possédant une maîtrise ès sciences appliquées, ou l'équivalent, est admissible aux études en vue du doctorat dans la même discipline que sa maîtrise.

- 2 — Un candidat ayant suivi avec succès les cours et satisfait aux exigences de la maîtrise peut, sur recommandation de son directeur de thèse, être autorisé à poursuivre des travaux en vue du doctorat sans avoir à soumettre un mémoire de maîtrise.
- 3 — Tout candidat qui demande l'admission aux études doctorales doit s'assurer qu'un professeur de la Faculté des sciences appliquées accepte de diriger ses travaux de recherches.
- 4 — Une demande formelle d'admission (formule DA-1) ou de réadmission (formule DA-2), selon le cas, doit être adressée au Bureau du registraire de l'Université de Sherbrooke avec tous les documents requis (voir feuille explicative, document FE-1).

INSCRIPTION

- 5 — Après avoir reçu l'avis officiel de son admission ou de sa réadmission, l'étudiant est tenu de s'inscrire au Bureau du registraire. Il doit par la suite renouveler son inscription pour chaque année que dure sa candidature.

COURS

- 6 — Le nombre de cours que devra suivre un candidat au doctorat sera fixé par le département concerné. Les normes de passage seront de 50% dans chaque cours et de 60% sur l'ensemble.

EXAMEN GÉNÉRAL

- 7 — Au cours de sa première année de candidature au doctorat (Ph.D.), le candidat doit subir un examen général comportant une épreuve écrite et une épreuve orale. Il doit faire preuve d'une connaissance approfondie de la discipline dans laquelle il se spécialise ainsi que des disciplines connexes. L'examen oral a lieu devant un jury d'au moins trois membres, désignés par le directeur du département et nommés par le doyen de la Faculté. Le président du jury peut ajourner l'examen s'il y a lieu, mais un échec à cet examen entraîne la fin de la candidature.

LANGUES

- 8 — Le candidat au doctorat doit démontrer à un examen oral ou écrit qu'il peut comprendre les textes scientifiques français et anglais.

SCOLARITÉ

- 9 — La scolarité minimum exigée pour le doctorat (Ph.D.) est de deux années après la maîtrise. Si le candidat n'a pas présenté de mémoire de maîtrise, la scolarité pour le doctorat sera de trois années. Dans les deux cas, au moins une des deux dernières années doit être en résidence à plein temps à l'Université. Cette période peut être prolongée dans le cas d'un étudiant qui assume des charges d'assistant (enseignement, monitorat, etc.) dépassant l'équivalent d'une demi-journée par semaine.

THÈSE

- 10 — Le candidat au doctorat doit rédiger une thèse incorporant les résultats de ses travaux de recherches faits sous la direction d'un professeur de la Faculté. La thèse doit apporter une contribution originale à la science et attester de la capacité du candidat de mener à bonne fin des études et des recherches avancées.
- 11 — La thèse doit être remise en 5 copies, au moins 3 mois avant la date de la collation des grades. La rédaction et la présentation de la thèse doivent être conformes aux "Directives pour la rédaction d'un mémoire et d'une thèse à la Faculté des sciences appliquées de l'Université de Sherbrooke".
- 12 — La thèse est examinée par un jury de quatre membres, désignés par le directeur du département et nommés par le doyen de la Faculté. Ce jury comporte au moins un examinateur externe à la Faculté.
- 13 — Une thèse rejetée par le jury doit être rédigée de nouveau et ne peut être présentée plus d'une autre fois.

SOUTENANCE

- 14 — Une fois la thèse acceptée, le candidat doit la défendre devant le jury lors d'une séance à laquelle sont invités les professeurs

de la Faculté et les étudiants gradués. La présence de l'examineur externe n'est pas requise à la soutenance.

DURÉE DES ÉTUDES

- 15 — Un candidat ne peut, sans l'autorisation de la Faculté, consacrer plus de six années à l'obtention d'un doctorat, à compter de la date de son inscription.

DIPLÔME

- 16 — Sur recommandation du Conseil de la Faculté et avec l'approbation du Conseil universitaire, le grade de docteur (Ph.D.) en génie civil, génie mécanique ou génie électrique est décerné aux candidats qui ont satisfait aux exigences de cours et de scolarité de leur candidature et qui ont soutenu leur thèse avec succès. Le diplôme est identifié à la discipline scientifique, mais ne comporte aucune mention d'excellence.

PROGRAMMES

PREMIER CYCLE:
BACCALAURÉAT

La Faculté offre un programme de baccalauréat ès sciences appliquées dans les options génie civil, génie électrique et génie mécanique. Le principe de fonctionnement de ce programme est le système coopératif dont la caractéristique fondamentale réside dans les stages pratiques qui s'ajoutent au curriculum académique pour compléter la formation des étudiants.

L'année académique est divisée en trois sessions: la session d'automne, de septembre à décembre; la session d'hiver, de janvier à avril; et la session de printemps, de mai à août. Chaque session a une durée de 15 semaines.

L'inscription à ce programme se fait en septembre, et la session d'automne est une session d'études pour tous les nouveaux étudiants. La session d'hiver qui suit est une session d'études pour la moitié de ces étudiants, le groupe I, et une session de stage pour l'autre moitié, le groupe II. Par la suite, chaque session d'études alterne avec une session de stages pratiques.

Pour les étudiants qui s'y sont inscrits avant septembre 1969, le programme comporte 8 sessions d'études (2A - 2B - 3A - 3B - 4A - 4B - 5A - 5B) après Sciences I et 6 stages pratiques (T1 à T6), qui se déroulent d'après l'agencement donné dans le tableau suivant: (*)

Promo- tion	Groupe	1969	1970			1971			1972			1973
		Aut.	Hiv.	Print.	Aut.	Hiv.	Print.	Aut.	Hiv.	Print.	Aut.	Hiv.
12°	I	4B	T5	5A	T6	5B						
	II	T5	4B	T6	5A	5B						
13°	I	T3	4A	T4	4B	T5	5A	T6	5B			
	II	3B	T4	4A	T5	4B	T6	5A	5B			
14°	I	3A	T2	3B	T3	4A	T4	4B	T5	5A	T6	5B
	II	T2	3A	T3	3B	T4	4A	T5	4B	T6	5A	5B

(*) Pour les étudiants qui s'y inscriront à compter de septembre 1969, ce programme fonctionnera suivant un régime de promotion par matière et comportera un minimum de 6 sessions d'études (S-1, S-2, S-3, etc . . .) et 5 stages pratiques.

L'organisation des stages pratiques, i.e. la sollicitation des employeurs, l'interview des étudiants, la conciliation des choix, relève du Service de la Coordination de l'Université. Le fonctionnement de ce service est expliqué de façon détaillée à la fin de cet annuaire, dans la section "Renseignement généraux" (pages jaunes).

Les trois premières sessions d'études constituent un programme commun à tous les étudiants et le choix d'une option — génie civil, génie électrique, génie mécanique — intervient à la fin de la session 3A (*).

SESSION 3A

TITRE	COURS	HEURES PAR SEMAINE		Crédits
		Cours	Travaux pratiques	
CIV 2114	Mécanique des fluides I	3	1½	4
CIV 2314	Résistance des matériaux I	3	1½	4
ELE 2016	Electrotechnique et électronique I	4	3	6
GEN 2032	Applications des mathématiques ...	0	3	2
MAT 2144	Calcul différentiel et intégral III	4	0	4
MAT 2193	Probabilité et statistique	3	0	3
		<u>17</u>	<u>9</u>	<u>23</u>

(*) Le programme des deux premières sessions d'études (2A et 2B auparavant) n'apparaît pas dans cet annuaire, car il doit être modifié en fonction de l'adoption de la promotion par matière à ce niveau dès septembre 1969. Le contenu de ces deux sessions sera publié au début de l'année académique, en appendice à cet annuaire.
La Faculté n'offre plus le programme de Sciences I.

OPTION GÉNIE CIVIL

Les domaines d'activité de l'ingénieur civil concernent la conception, le calcul et l'exécution d'ouvrages variés: routes, ponts, voies de chemin de fer, canaux, ports, pistes d'atterrissage, tunnels, souterrains, charpentes de bâtiments, tours, barrages et aménagements hydroélectriques, aqueducs, égouts, usines d'épuration des eaux, constructions maritimes, etc.

Pour préparer adéquatement le futur ingénieur à faire face à cette diversité de problèmes, le Département de génie civil offre, au niveau du baccalauréat ès sciences appliquées, un programme de cours qui vise à donner à l'étudiant une solide formation de base.

Après avoir acquis un certain bagage de sciences fondamentales — chimie, physique, mathématiques — et avoir été initié aux sciences appliquées — mécanique, thermodynamique, électrotechnique, électronique, résistance des matériaux, mécanique des fluides — l'étudiant en génie civil est appelé à suivre un ensemble de cours réparti en quatre secteurs principaux:

- Structures: résistance des matériaux, théorie des structures, béton armé, charpentes d'acier;
- Hydraulique: mécanique des fluides, ressources hydrauliques, génie sanitaire;
- Mécanique des sols: géotechnique, géologie de l'ingénieur;
- Transport: génie routier, trafic routier.

Ce programme donne une place importante aux méthodes modernes de calcul électronique, dont les applications en génie civil sont si nombreuses. Des travaux de laboratoire et des projets permettent à l'étudiant d'appliquer ses connaissances et de s'initier à la pratique de la profession. Enfin, des cours de sciences de l'homme complètent la formation de l'étudiant.

COURS	TITRE	SESSION 3B		Crédits
		HEURES Cours	PAR SEMAINE Travaux pratiques	
CIV 2023	Géologie de l'ingénieur	2	1½	3
CIV 2035	Topographie	3	3	5
CIV 2124	Mécanique des fluides II	3	1½	4
CIV 2324	Résistance des matériaux II	3	1½	4
CIV 2412	Structures I	2	0	2
ELE 2023	Electrotechnique et électronique II	2	1½	3
GEN 2043	Applications des méthodes numé- riques	2	1½	3
		<hr/>	<hr/>	<hr/>
		17	10½	24
SESSION 4A				
CIV 3215	Hydraulique	3	3	5
CIV 3424	Structures II	3	1½	4
CIV 3514	Charpentes d'acier	3	1½	4
CIV 3613	Mécanique des sols I	3	0	3
CIV 3714	Technologie des matériaux	2	3	4
.....	Sciences de l'homme	3	0	3
		<hr/>	<hr/>	<hr/>
		17	9	23
SESSION 4B				
CIV 3225	Génie sanitaire	3	3	5
CIV 3435	Structures III	4	1½	5
CIV 3526	Béton armé	4	3	6
CIV 3542	Charpentes de bois	2	0	2
CIV 3622	Mécanique des sols II	1	1½	2
.....	Sciences de l'homme	3	0	3
		<hr/>	<hr/>	<hr/>
		17	9	23
SESSION 5A				
CIV 4234	Ressources hydrauliques I	3	1½	4
CIV 4334	Résistance des matériaux III	3	1½	4
CIV 4534	Béton précontraint	2	3	4
CIV 4814	Génie routier	3	1½	4
CIV 4914	Projet de génie civil	0	6	4
.....	Sciences de l'homme	3	0	3
		<hr/>	<hr/>	<hr/>
		14	13½	23
SESSION 5B				
CIV 4043	Compléments de génie civil	3	0	3
CIV 4244	Ressources hydrauliques II	3	1½	4
CIV 4554	Ponts	3	1½	4
CIV 4634	Mécanique des sols III	2	3	4
CIV 4824	Planification du transport routier	3	1½	4
.....	Sciences de l'homme	3	0	3
		<hr/>	<hr/>	<hr/>
		17	7½	22

OPTION GÉNIE ÉLECTRIQUE

La science moderne du génie électrique se penche sur des problèmes de plus en plus complexes faisant appel à des connaissances précises des phénomènes électriques et des matériaux qui en sont le siège. Aussi l'étudiant-ingénieur doit-il posséder des bases solides en mathématiques, en physique, en chimie, ainsi qu'une connaissance générale des différentes disciplines du génie. Au cours des sessions 3B, 4A, 4B et 5A, l'étudiant ou l'étudiante qui aura choisi d'embrasser les carrières du génie électrique, recevra un enseignement spécialisé en électromagnétisme, en circuits électriques, logiques et électroniques. Ces études de base permettront l'étude des machines électriques, des communications, des calculatrices électroniques et des systèmes de commande automatique. Enfin, le programme prévoit une session (5B) d'études spécialisées soit en électrotechnique, soit en automatique, soit en télécommunication suivant le choix du candidat.

SESSION 3B

COURS	TITRE	HEURES PAR SEMAINE		Crédits
		Cours	Travaux pratiques	
ELE 2023	Electrotechnique et électronique II	2	1½	3
ELE 2105	Electromagnétisme I	4	1½	5
ELE 2205	Analyse des systèmes I	4	1½	5
ELE 2806	Laboratoire d'électricité	2	6	6
GEN 2043	Applications des méthodes numériques	2	1½	3
MAT 2153	Fonctions d'une variable complexe	2	1½	3
		16	13½	25

SESSION 4A

	Sciences de l'homme	3	0	3
ELE 3031	Notions de physique de l'état solide	1	0	1
ELE 3236	Circuits	4	3	6
ELE 3307	Electronique I	4	4½	7
ELE 3406	Conversion d'énergie I	4	3	6
ELE 3612	Calcul analogique et simulation ...	1	1½	2
ELE 3901	Communication orale et écrite ...	0	1½	1
		17	13½	26

SESSION 4B

COURS	TITRE	HEURES PAR SEMAINE		Crédits
		Cours	Travaux pratiques	
.....	Sciences de l'homme	3	0	3
ELE 3214	Analyse des systèmes II	3	1½	4
ELE 3317	Electronique II	4	4½	7
ELE 3324	Dispositifs électroniques	3	1½	4
ELE 3606	Circuits logiques	4	3	6
		17	10½	24

SESSION 5A

.....	Sciences de l'homme	3	0	3
ELE 4705	Asservissements I	3	3	5
ELE 4116	Electromagnétisme II	4	3	6
ELE 4225	Introduction aux phénomènes aléatoires *	4	1½	5
ELE 4804	Mesures électriques	3	1½	4
ELE 4913	Communication orale et écrite	0	4½	3
		17	13½	26

SESSION 5B

Spécialité : électrotechnique

MEC 4875	Centrales thermiques et nucléaires	4	1½	5
ELE 4416	Conversion d'énergie II	4	3	6
ELE 4426	Génération et transport de l'énergie électrique	4	3	6
ELE 4434	Appareillage et installations électriques	4	0	4
		16	7½	21

Spécialité : automatique

ELE 4505	Théorie des systèmes de communication	4	1½	5
ELE 4715	Asservissements II	3	3	5
ELE 4726	Commande numérique des processus	4	3	6
ELE 4734	Télécommande et télémessure	3	1½	4
		14	9	20

Spécialité : télécommunications

ELE 4505	Introduction aux systèmes de communication	4	1½	5
ELE 4515	Circuits de communication	4	1½	5
ELE 4526	Hyperfréquences	4	3	6
ELE 4536	Radiation et antennes	4	3	6
		16	9	22

OPTION GÉNIE MÉCANIQUE

Les sessions 3B et 4A présentent des matières de base pour toutes les sphères d'activité en génie mécanique, dessin mécanique, théorie des machines (cinématique appliquée aux mécanismes), thermodynamique appliquée, matériaux et mécanique de fabrication, analyse des systèmes, analyse numérique, programmation, calcul analogique et simulation, etc. La cédule de ces deux sessions comporte 26 heures de cours et travaux pratiques par semaine et, bien entendu, l'étudiant devra certainement fournir au moins un nombre égal d'heures en travail personnel.

Viennent ensuite trois autres sessions, 4B, 5A et 5B, au cours desquelles l'étudiant se spécialise. Selon ses goûts, l'étudiant choisit soit la spécialité des constructions mécaniques, soit la spécialité des processus industriels.

Le design et la gestion de la production font l'objet des constructions mécaniques. Le design, c'est la conception, la détermination des dimensions et des formes, le choix des matériaux et des procédés de fabrication à employer pour réaliser économiquement des pièces de machine, ou en général, des biens de consommation qui sont ou seront utiles. La gestion de la production, c'est l'organisation physique de la production et le contrôle de sa qualité, de sa quantité et de son coût.

Le programme des processus industriels, d'autre part, présente à l'étudiant intéressé, une analyse des procédés de transformation, inclut l'étude des phénomènes de transport de masse et de transfert de chaleur inhérents à ces procédés et prévoit enfin l'enseignement de l'asservissement et du contrôle de ces mêmes procédés jusqu'à l'automatisation complète.

L'horaire de chacune de ces trois dernières sessions comporte de 25 à 28 heures de cours et travaux pratiques par semaine et il va sans dire, que l'étudiant devra fournir au moins un nombre égal d'heures en travail personnel.

Le cours de génie mécanique se couronne en session 5B par un projet d'assez grande envergure afin de donner à l'étudiant l'occasion d'abattre les cloisons, étanches parfois, qu'il a pu élever entre les

diverses matières ou groupes de matières, afin de lui fournir l'opportunité de puiser dans ses connaissances accumulées, l'opportunité de s'extérioriser, de créer si possible, de faire à la fois et successivement de l'analyse et de la synthèse, de faire de la recherche bibliographique. Ce travail personnel lui permettra d'acquérir de l'assurance en considérant un problème dans toute son ampleur, son entité, ses particularités, ses moindres détails, lui apprendra aussi à travailler en groupe ou en collaboration avec d'autres étudiants d'autres spécialités.

Au cours du cheminement de ce projet, l'étudiant doit rendre compte périodiquement à un professeur de la progression de son travail, discuter avec lui des difficultés majeures rencontrées et, si nécessaire, puiser à son expérience.

SESSION 3B

COURS	TITRE	Heures par semaine		Crédits
		Cours	Travaux pratiques	Crédits
MEC 2133	Dessin industriel	1	3	3
MEC 2813	Mécanique thermo-fluide I	2	1½	3
ELE 2023	Electrotechnique et électronique II	2	1½	3
ELE 2205	Analyse des systèmes I	4	1½	5
MAT 2153	Fonctions d'une variable complexe	2	1½	3
GEN 2043	Applications des méthodes numériques	2	1½	3
MEC 2212	Matériaux	2	0	2
MEC 2423	Mécanique III	3	0	3
		18	10	25

SESSION 4A

.....	Sciences de l'homme	3	0	3
MEC 3223	Mécanique de fabrication I	2	1½	3
MEC 3425	Elasticité appliquée	3	3	5
MEC 3836	Thermodynamique II	4	3	6
MEC 3233	Métallurgie	2	1½	3
ELE 3612	Calcul analogique et simulation	1	1½	2
		15	10½	22

SESSION 4B

COURS	TITRE	HEURES PAR SEMAINE		
		Cours	Travaux pratiques	Crédits
MEC 3864	Turbomachines	3	1½	4
MEC 3264	Construction mécanique I	3	1½	4
.....	Sciences de l'homme	3	0	3
	TOTAL	9	3	11

Spécialité : constructions mécaniques

MEC 3206	Théorie des machines	4	3	6
MEC 3254	Mécanique de fabrication II	2	3	4
	Sous total	6	6	10
	TOTAL	15	9	21

Spécialité : processus industriels

MEC 3825	Mécanique thermo-fluide II	3	3	5
ELE 3214	Analyse des systèmes II	3	1½	4
MEC 4053	Stoechiométrie	2	1½	3
	Sous total	8	6	12
	TOTAL	17	9	23

SESSION 5A

MEC 4853	Moteurs à combustion interne	2	1½	3
ELE 4705	Asservissements I	3	3	5
.....	Sciences de l'homme	3	0	3
		8	4½	11

Spécialité : constructions mécaniques

MEC 4242	Projet industriel de fabrication ...	0	3	2
MEC 4275	Construction mécanique II	4	1½	5
MEC 4294	Mécanique de fabrication III	3	1½	4
	Sous total	7	6	11
	TOTAL	15	10½	22

Spécialité : processus industriels

MEC 4606	Modèles statiques de processus ...	4	3	6
MEC 4845	Transmission de chaleur et combustion	4	1½	5
	Sous total	8	4½	11
	TOTAL	16	9	22

SESSION 5B

COURS	TITRE	<i>HEURES PAR SEMAINE</i>		
		<i>Cours</i>	<i>Travaux pratiques</i>	<i>Crédits</i>
MEC 4021	Séminaires	0	1½	1
.....	Sciences de l'homme	3	0	3
	TOTAL	<u>3</u>	<u>1½</u>	<u>4</u>
 Spécialité : constructions mécaniques				
MEC 4034	Projet de constructions méca- niques	0	6	4
MEC 4285	Génie industriel	4	1½	5
MEC 4436	Elasticité dynamique	4	3	6
	Sous total	<u>8</u>	<u>10½</u>	<u>15</u>
	TOTAL	<u>11</u>	<u>12</u>	<u>19</u>
 Spécialité : processus industriels				
MEC 4044	Projet de processus industriels	0	6	4
MEC 4616	Modèles dynamiques de processus	4	3	6
MEC 4755	Organes des systèmes asservis	4	1½	5
MEC 4875	Centrales d'énergie	4	1½	5
	Sous total	<u>10</u>	<u>12</u>	<u>20</u>
	TOTAL	<u>15</u>	<u>13½</u>	<u>24</u>

**DEUXIÈME ET
TROISIÈME CYCLES:
MAÎTRISE ET
DOCTORAT**

La Faculté offre des programmes d'études supérieures qui conduisent à la maîtrise (M.Sc.A.) et au doctorat (Ph.D.) en sciences appliquées dans chacun des trois départements, à savoir, génie civil, génie électrique et génie mécanique.

Ces programmes s'appuient sur des activités de recherches diversifiées et font appel à des installations physiques importantes: le Centre de calcul de l'Université (IBM 360-40), un ordinateur analogique PACE TR-48, un ordinateur digital PDP-81, des laboratoires bien équipés et l'atelier de mécanique spécialisée de la Faculté.

Au niveau de la maîtrise et du doctorat, le programme d'études est constitué d'un ensemble de cours et de la préparation d'un mémoire ou d'une thèse. Le programme particulier de chaque étudiant est établi au début de l'année académique: nombre de cours à suivre, directeur et sujet de recherche. Dans certains cas spéciaux, on pourra demander au candidat dont la préparation est déficiente de s'inscrire à quelques cours du niveau du baccalauréat.

OPTION GÉNIE CIVIL

Le Département de génie civil dispense des enseignements de deuxième et troisième cycles dans le domaine des structures, de l'hydraulique, de la mécanique des sols et de la planification des systèmes de transport.

	<i>Cours généraux</i>	Crédits
CIV 6013	Mathématiques appliquées	3
CIV 6023	Études dirigées	3

SPÉCIALITÉ: STRUCTURES

Le programme de recherches couvre les domaines de l'analyse des structures, de la mécanique appliquée et du calcul des constructions. Il porte actuellement sur les problèmes suivants: état des contraintes et des déformations à l'intersection des coques; effet d'un trou oblique sur les concentrations de contraintes; fatigue à basse fréquence des joints de cylindres sous pression; plasticité et instabilité plastique; micro-plasticité; analyse théorique et expérimentale des contraintes dans les coques élastiques; comportement des coques en béton armé à la rupture; effets du fluage sur la stabilité des coques en béton armé sous charges permanentes; torsion-flexion des poutres rectangulaires de béton armé.

	<i>Cours offerts</i>	Crédits
CIV 6313	Mécanique des milieux continus	3
CIV 6323	Théorie de la plasticité	3
CIV 6333	Plaques	3
CIV 6343	Coques	3
CIV 6353	Comportement inélastique des plaques et coques	3
CIV 6363	Analyse expérimentale	3
CIV 6413	Vibrations des structures	3
CIV 6423	Stabilité des structures	3

SPÉCIALITÉ: HYDRAULIQUE

Le programme de recherches porte actuellement sur les problèmes suivants: étude numérique et expérimentale des chambres d'équilibre à étranglements et de quelques autres cas; simulateur et calculateur analogique de phénomènes oscillatoires des chambres d'équilibre et des systèmes hydro-électriques; simulation mathématique d'un corps axisymétrique et étude du comportement de la couche limite sur de tels corps; évaluation sur ordinateur de l'efficacité des systèmes linéaires et non-linéaires pour l'étude des réseaux de distribution d'eau; critères servant à l'établissement de barrières contre l'intrusion des eaux salées le long des côtes maritimes; compor-

tement analytique et expérimental des courants de densité; coût minimum d'un réseau maillé.

	<i>Cours offerts</i>	Crédits
CIV 6113	Hydrodynamique avancée I	3
CIV 6123	Hydrodynamique avancée II	3
CIV 6133	Hydrodynamique expérimentale	3
CIV 6143	Hydrodynamique des procédés côtiers	3
CIV 6213	Écoulements à surface libre	3
CIV 6223	Eaux souterraines	3
CIV 6233	Analyse des systèmes de ressources hydrauliques	3
CIV 6243	Mécanismes du transport de sédiments	3

SPÉCIALITÉ: MÉCANIQUE DES SOLS

Les travaux de recherche portent sur les problèmes suivants: étude des coefficients de poussée en fonction de huit paramètres; relation entre les valeurs du C.B.R., les déformations et les densités des argiles silteuses des Cantons de l'Est; essais triaxiaux sur les argiles pléistocènes des Cantons de l'Est; caractéristiques physico-chimiques et mécaniques des argiles intéressant la mécanique des sols; répartition des contraintes dans un sol; reconnaissance de sols à l'aide d'un pénétromètre statique.

	<i>Cours offerts</i>	Crédits
CIV 6613	Mécanique théorique des sols I	3
CIV 6623	Mécanique théorique des sols II	3
CIV 6633	Travaux pratiques	3
CIV 6713	Propriétés physico-chimiques et mécaniques des argiles ...	3

SPÉCIALITÉ: PLANIFICATION DES SYSTÈMES DE TRANSPORT

Les travaux de recherche portent sur les problèmes suivants: la détermination de priorités de recherche dans le domaine des transports au Québec; l'étude du rôle des systèmes de transport dans les agglomérations urbaines, avec applications à la région de Sherbrooke;

l'étude des systèmes de transport régionaux, avec applications au sud-ouest du Québec; l'étude des modèles de simulation de trafic.

	<i>Cours offerts</i>	Crédits
CIV 6813	Matériaux de pavage	3
CIV 6913	Systèmes de génie civil I	3
CIV 6923	Systèmes de génie civil II	3
CIV 6933	Planification du transport urbain -I	3
CIV 6943	Planification du transport urbain II	3

OPTION GÉNIE ÉLECTRIQUE

Le Département de génie électrique dispense des enseignements de deuxième et troisième cycles dans le domaine de l'automatique et des systèmes de communications.

SPÉCIALITÉ: AUTOMATIQUE

Ce programme a été élaboré en vue de former des ingénieurs spécialistes de la conception et l'utilisation des systèmes automatiques. Les cours offerts visent à offrir aux étudiants à la fois une formation de base en automatique et une familiarisation avec les applications industrielles les plus récentes.

Les cours de base portent sur les systèmes non-linéaires, les systèmes aux données échantillonnées, les systèmes logiques et la commande optimale. Une seconde série de cours traite des aspects technologiques et des applications modernes de l'automatique. Cette série comprend des cours sur les organes des systèmes asservis, la dynamique des processus et des applications industrielles.

Les travaux de recherches en automatique portent sur les systèmes à régulation extrême, l'identification des processus, l'élaboration des critères de performance sous formes de fonctions de

Lyapounov à partir de la mesure des variables d'état, les machines séquentielles synchrones et la fiabilité des circuits logiques combinatoires.

<i>Cours offerts</i>		Crédits
ELE 6202	Systèmes dans l'espace d'états	2
ELE 6704	Systèmes non-linéaires	4
ELE 6714	Systèmes de commandes aux données échantillonnées	4
ELE 6724	Systèmes logiques	4
ELE 6734	Théorie de la commande optimale	4

SPÉCIALITÉ: TÉLÉCOMMUNICATIONS

Ce programme vise principalement à la formation de spécialistes dans la conception et l'analyse des systèmes de communications modernes, aussi bien du type commercial que du type stratégique.

Les travaux en cours en communications portent principalement sur les systèmes digitaux, et en particulier sur les systèmes à adresse et les méthodes de synchronisation. Il faut également mentionner la mise au point des modèles de canaux de transmission, et l'étude de types particuliers de modulation. Des travaux sont également en cours dans le domaine de la modulation de fréquence à bande latérale unique.

<i>Cours offerts</i>		Crédits
ELE 6514	Théorie des phénomènes aléatoires	4
ELE 6524	Théorie des systèmes de communications digitales	4
ELE 6534	Théorie de la détection et de l'estimation	4
ELE 6544	Théorie du radar	4
ELE 6554	Théorie de l'information et codage	4

OPTION GÉNIE MÉCANIQUE

Le Département de génie mécanique dispense des enseignements de deuxième et troisième cycles dans le domaine des constructions mécaniques et des processus industriels.

SPÉCIALITÉ: CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES

Ce programme d'études est orienté vers la mécanique des solides et les techniques de solution des problèmes posés par la réalisation des ensembles mécaniques.

Il vise principalement à la formation d'ingénieurs spécialistes de l'analyse mécanique pour les besoins des industries d'équipement et de transformation dans les secteurs de la recherche et du développement.

Dans le secteur de la mécanique des solides, les travaux de recherches portent sur: l'étude de l'effet photo-élastique dans les matériaux visco-élastiques soumis à des efforts dynamiques; l'étude des propriétés des corps visco-élastiques; l'utilisation de quelques méthodes expérimentales de détermination des contraintes et des déformations (interférométrie, moirés).

Dans le secteur des vibrations mécaniques, le travail est orienté vers l'étude des arbres tournants possédant des caractéristiques non-linéaires. Cette étude s'étend aux phénomènes transitoires; aux systèmes dont la masse est distribuée; aux supports dont les propriétés ne sont pas symétriques; aux systèmes accélérés à plusieurs degrés de liberté.

Certains autres projets de recherche sont présentement considérés et toucheront la mécanique d'usinage, l'amortissement dans les systèmes non-linéaires, ainsi que la réponse dynamique des systèmes élastiques continus.

	<i>Cours offerts</i>	Crédits
MEC 6041	Séminaires et colloques	1
MEC 6063	Techniques d'analyse et de calcul	3
MEC 6294	Dynamique	4
MEC 6302	Mécanique de fabrication IV	2
MEC 6394	Application d'analyse matricielle I	4
MEC 6404	Application d'analyse matricielle II	4
MEC 6444	Élasticité générale	4
MEC 6453	Plasticité et rhéologie	3
MEC 6464	Élasticité dynamique	4
MEC 6483	Mécanique expérimentale	3
MEC 6494	Vibrations non-linéaires	4

SPÉCIALITÉ: PROCESSUS INDUSTRIELS ET GÉNIE CHIMIQUE

Ce programme d'études est orienté vers les processus industriels et les systèmes de commande automatique qui s'y rapportent.

Il vise principalement à la formation d'ingénieurs spécialistes des processus, du point de vue de l'organisation et de l'exploitation des usines de transformation continue de produits chimiques, plastiques, métalliques ou autres. Le programme s'adresse aux diplômés en génie électrique, mécanique et chimique.

Les travaux en cours portent sur la simulation des systèmes de commande hydraulique, ainsi que sur les caractéristiques des organes de commande, et sur les applications des éléments à fluide sans parties mobiles. Une étude des opérations unitaires de génie chimique est amorcée, dans l'optique de la commande automatique des processus industriels.

Les projets à l'étude sont les transferts thermiques et les processus chimiques, ainsi que les phénomènes d'écoulement dans les organes à fluide.

	<i>Cours offerts</i>	Crédits
MEC 6041	Séminaires et colloques	1
MEC 6063	Techniques d'analyse et de calcul	3
MEC 6353	Applications des méthodes statistiques	3
MEC 6363	Fluidisation	3
MEC 6373	Thermodynamique avancée	3
MEC 6383	Opérations unitaires dans le traitement des eaux polluées	3
MEC 6624	Dynamique des processus	4
MEC 6634	Processus industriels	4
MEC 6884	Écoulements dans les organes de commande	4
MEC 6894	Phénomènes de transport I	4
MEC 6903	Phénomènes de transport II	3

DESCRIPTION DES COURS

ENSEIGNEMENTS GÉNÉRAUX

Les enseignements généraux sont des cours dispensés à l'intérieur des programmes réguliers de la Faculté des sciences appliquées, mais qui ne relèvent pas directement d'un département de la Faculté; les cours dont le numéro est précédé de GEN (pour général) sont donnés par des professeurs de la Faculté; les autres cours sont donnés par des professeurs d'autres facultés.

MAT 2144 Calcul différentiel et intégral III (4,0) 4 cr.

Intégrales de lignes et de surface. Théorèmes de Gauss et de Stokes, applications. Intégrales dépendant d'un paramètre, intégrales elliptiques, fonctions elliptiques, gamma et bêta. Séries de Fourier: systèmes orthonormés et complets, théorèmes de Parseval, séries trigonométriques. Application des séries de Fourier à la résolution d'équations différentielles partielles; fonctions de Bessel, polynômes de Legendre. Transformées de Fourier et de Laplace.

MAT 2153 Fonctions d'une variable complexe (2,1½) 3 cr.

Les complexes et leur représentation géométrique. Dérivabilité, équations de Cauchy-Goursat. Formule intégrale de Cauchy. Séries de Taylor et de Laurent. Pôles, calcul de résidus, évaluation d'intégrales. Transformation conforme.

MAT 2193 Probabilité et Statistique (3,0) 3 cr.

Algèbre des événements, axiomes des probabilités. Analyse combinatoire. Dépendance et indépendance. Variables aléatoires. Principales lois de probabilités. Moments. Inégalité de Chebychev. Théorie des grands et petits échantillons. Tests d'hypothèses. Régression et corrélation. Tests non-paramétriques.

GEN 2032 Applications des mathématiques (0,3) 2 cr.

Ce cours est orienté vers des applications à des problèmes d'ingénieur de la théorie vue au cours MAT 2144 et MAT 2193.

GEN 2043 Applications des méthodes numériques (2,1½) 3 cr.

Introduction aux ordinateurs et au langage Fortran IV. Introduction aux méthodes numériques et à leur programmation: solution d'équations transcendentes; solution d'équations différentielles ordinaires; algèbre matricielle et équations simultanées; ajustement de courbes; notions sur les erreurs dans les calculs numériques.

..... Sciences de l'homme (3,0) 3 cr.

Sous ce titre général, on réfère à différents cours qui ont pour but de compléter la formation des étudiants en les mettant en contact avec certaines disciplines des sciences humaines et de l'administration. Ces cours portent, en particulier, sur l'économique, la psychologie et la gestion des entreprises.

**DÉPARTEMENT
DE GÉNIE CIVIL**

CORPS PROFESSORAL

**DIRECTEUR ET
PROFESSEUR AGRÉGÉ**

BRUNELLE, Paul-Édouard, ing., B.Sc.A. (Mont.), M.Sc.A. (Laval), Dr-Ing. (Toulouse).

PROFESSEUR TITULAIRE

MILOVIC, Dusan, B.A. ing., D.Sc. (Belgrade).

PROFESSEURS AGRÉGÉS

ELLYIN, Fernand, M.Sc. (Téhéran), Ph.D. (Waterloo).

GHARGHOURY, Emmanuel, ing. E.N.P.C. (Paris).

HAMEL, Claude, ing., B.A. (Mont.), B.Sc.A. (Sherbrooke), M.Sc.A. (Laval).
Secrétaire et directeur des études.

PROFESSEURS ADJOINTS

AITCIN, Pierre-Claude, ing. E.N.S.E.I.H.T., L.Sc., Dr-Ing. (Toulouse).

GALLEZ, Bernard, ing. C.C. (Louvain), ing. C.H.H., D.Sc.A. (Liège).

LA FONTAINE, Pierre, ing., B.Sc.A. (Sherbrooke), M.S.E. (West Virginia).
Secrétaire du département.

LAMARCHE, Robert Y., B.Sc. (Mont.), Ph.D. (géologie) (Laval).

LAPOINTE, Guy R., B.A., B.Sc. (Mont.), M.Sc. (Géologie) (Manitoba).

LEMIEUX, Pierre, ing., B.A., B.Sc.A. (Sherbrooke), S.M. (M.I.T.).

MASCOLO, Dominique M., ing., B.Sc.A., M.Sc.A. (Laval), C.E. (M.I.T.).

MORIN, Normand, B.Sc.A. (Sherbrooke), D.I.C., M.Sc. (London).

PICHON, Jacques, Ing. E.I.M., Dr-Ing. (Toulouse).

**PROFESSEURS CHARGÉS
DE COURS À PLEIN TEMPS**

CAEN, Robert, L. ès Sc., Dr 3ième cy. (Toulouse).

GRANJU, Jean-Louis, ing. I.N.S.A. (Toulouse).

PROFESSEURS INVITÉS

ABSI, Élie, D. ès Sc., ingénieur des Arts et Manufactures (Paris).

CASTEX, L., Directeur, Institut de Mécanique des Fluides de l'Université de Toulouse.

COURS

CIV 2023 Géologie de l'ingénieur (2,1½) 3 cr.

Description des propriétés des roches et de leur structure en vue de leur emploi et comportement dans les travaux de génie.

Comportement mécanique. Force en compression, tension et cisaillement. Module d'élasticité; contrainte résiduelle. Diaclases, plissement et faillage. Dépôts non consolidés; sols glaciaires et eaux de vadose.

Mode d'exploration du sous-sol. Lectures de cartes géologiques, géophysiques. Interprétation de photos aériennes.

Les roches comme matériau de construction. Études et classification selon les normes de l'A.S.T.M.

Influence de la structure et stratification sur les tunnels, ponts, barrages, et autres constructions ancrées sur la roche.

Mouvement de roches et glissement de matériaux non consolidés. Isostasie et subsidence.

Région de tremblement de terre et problèmes associés.

Quelques notes sur les modes de sautage en conditions diverses; identification des minéraux et roches. Analyse pétrographique des agrégats.

CIV 2035 Topographie (3,3) 5 cr.

Description et utilisation des principaux instruments d'arpentage: transit et niveau. Levés topographiques, méthodes de calcul et de correction, mise en plan; nivellement. Éléments de géodésie: réseaux de triangulation; détermination d'azimuts, longitudes et latitudes par observations sur le soleil et les étoiles; nivellement géodésique.

Notions de photogrammétrie et de cartographie.

Ce cours est complété par des séances de travaux pratiques.

CIV 2114 Mécanique des fluides I (3,1½) 4 cr.

Introduction fondamentale à l'étude des fluides, de leurs propriétés et de leur comportement.

Propriétés, efforts et pressions, statique. Lois fondamentales: conservation, énergie, quantité de mouvement. Analyse dimensionnelle. Fluides réels et pertes. Écoulements en conduite fermée.

CIV 2124 Mécanique des fluides II (3,1½) 4 cr.

Écoulements potentiels:

Étude théorique et appliquée des écoulements laminaires et turbulents. Cinématique et dynamique des fluides. Équations de Navier Stokes. Similitudes. Écoulements laminaires. Théorie de la couche limite. Origine de la turbulence. Théorie de Prandtl. Écoulements turbulents.

CIV 2314 Résistance des matériaux I (3,1½) 4 cr.

Ce cours donne, de façon aussi complète que possible, les éléments de la résistance des matériaux. Introduction aux notions de contrainte et déformation; relations contrainte-déformation; propriétés mécaniques des matériaux.

Comportement élastique des barres prismatiques sollicitées par des forces axiales, des forces transversales, des couples de torsion et des moments fléchissants. Notions élémentaires d'élasto-plasticité.

CIV 2324 Résistance des matériaux II (3,1½) 4 cr.

Étude générale des contraintes et des déformations: équations d'équilibre et de compatibilité; contraintes et déformations principales; mesure expérimentale des déformations; loi de Hooke généralisée; cercles de Mohr.

Énergie de déformation: expressions générales et cas particuliers; théorèmes; applications au calcul des déformations et à la solution des systèmes hyperstatiques. Sollicitations composées: flexion simple et composée; flexion asymétrique. Critères de plastification et de rupture.

CIV 2412 Structures I (2,0) 2 cr.

Cours d'introduction à la théorie des structures dans lequel on traite uniquement de l'analyse des forces dans les structures isostatiques.

Généralités: revue des principes de la statique; description des différents types de sollicitations sur les structures; conditions d'équilibre et critères de stabilité. Étude détaillée de divers systèmes: poutres; treillis plans; treillis dans l'espace; câbles; arcs à trois rotules; cadres et portiques isostatiques.

CIV 3215 Hydraulique (3,3) 5 cr.

Application de la mécanique des fluides aux écoulements à surface libre et en milieu poreux.

Écoulements à surface libre: géométrie et propriétés des sections; énergie spécifique; force spécifique; écoulements uniformes; ressaut; transitions; écoulements graduellement variés; écoulements non permanents.

CIV 3225 Génie sanitaire (3,3) 5 cr.

Théorie et pratique des systèmes de distribution de l'eau et de collection des eaux usées.

Critères fondamentaux des systèmes privés et publics. Sources d'eau, qualité et quantité, captage, distribution et entretien des services d'eau potable.

Critères de pollution des rivières, nécessité du traitement et biologie des eaux usées. Structures pertinentes des systèmes d'égouts; sélection, construction et entretien. Irrigation et drainage. Projets personnels.

CIV 3424 Structures II (3-1½) 4 cr. (Anciennement GC 42)

Calcul des déformations par différentes méthodes: Williot Mohr, surface de moments, charges fictives, travail virtuel.

Étude des lignes d'influence dans les structures isostatiques. Introduction à l'analyse des structures hyperstatiques.

CIV 3435 Structures III (4,1½) 5 cr.

Cours consacré à l'analyse générale des structures hyperstatiques: treillis, poutres, cadres et arcs. Méthodes: superposition, centre élastique, analogie de colonne, distribution de moments, théorème des trois moments, méthode des rotations et formulation matricielle.

Lignes d'influence et déformations.

Analyse approximative des structures hyperstatiques.

CIV 3514 Charpentes d'acier (3,1½) 4 cr.

Cours élémentaire de calcul de charpentes d'acier. Généralités: différents types d'acier; constitution des charpentes; coefficient de sécurité; normes. Calcul élastique des pièces tendues et comprimées, des pièces en flexion simple et composée. Assemblages: soudures, boulons, rivets. Cadres. Notions de plasticité.

CIV 3526 Béton armé (4,3) 6 cr.

Calcul élastique du béton armé: contraintes admissibles, section en flexion simple, flèches.

Calcul ultime du béton armé: comportement inélastique du béton, critère de rupture, charge ultime.

Section en flexion simple. Effort tranchant et cisaillement. Adhérence. Section en flexion composée, colonnes, Analyse limite des dalles.

CIV 3542 Charpentes de bois (2,0) 2 cr.

Propriétés physiques et mécaniques des bois. Classification et taux de travail. Étude de la flexion, du cisaillement et des flèches dans les poutres de bois. Colonnes. Types de fermes. Joints: boulons, clous, goujons annulaires. Contre-plaqué. Coffrages. Structures en bois lamellé.

CIV 3613 Mécanique des sols I (3,0) 3 cr.

Cours théorique fondamental de mécanique des sols.

Propriétés physiques des sols, structure et consistance. Identification et classification. Propriétés hydrauliques des sols: viscosité, capillarité, perméabilité, écoulement. Compactage des sols en laboratoire: Proctor standard et Proctor modifié. Essai C.B.R. Compactage sur le chantier.

Essai œdométrique de consolidation.

Contraintes effectives et contraintes neutres. Distribution de pression sous les fondations. Distribution des contraintes en profondeur. Théorie de la consolidation et tassement.

Résistance au cisaillement. Théorie de la rupture, cisaillement direct, compression simple, compression triaxiale avec drainage et sans drainage.

Reconnaissance du sol: forage, prélèvement et sondage. Essais de pénétration statique et dynamique avec interprétation des résultats. Essais de chargement sur le chantier.

CIV 3622 Mécanique des sols II (1,1½) 2 cr.

Cours consacré aux méthodes expérimentales de la mécanique des sols.

Analyse granulométrique par tamisage et par sédimentation, avec calcul et représentation graphique. Détermination du poids spécifique et des limites de consistance. Essais de perméabilité à tête constante et à tête variable. Essais de compactage à l'aide d'appareil Proctor, avec calcul et représentation graphique. Essais de consolidation avec calcul et représentation graphique. Essais de cisaillement direct. Essais de compression simple.

CIV 3714 Technologie des matériaux (2,3) 4 cr. (Anciennement GC 71)

Cours destiné à familiariser l'étudiant avec différents matériaux utilisés en génie civil.

Béton: composition; caractéristiques des ciments et des agrégats; dosage des mélanges; adjuvants; malaxage et transport; mise en place et durcissement; propriétés mécaniques; normes; analyse statistique et standards d'acceptation. Asphalte: composition; caractéristiques des agrégats; dosage des mélanges. Ce cours est complété par des séances de laboratoire où l'étudiant exécute certains essais normalisés et industriels.

CIV 4043 Compléments de génie civil (3,0) 3 cr.

Des spécialistes viennent entretenir les étudiants des techniques nouvelles qui se font jour dans différents domaines du génie civil et que les professeurs du département n'ont pas le temps de traiter aux cours réguliers. Les sujets abordés se rapportent à l'urbanisme, l'organisation de chantier par cheminement critique, l'évaluation et l'expropriation, la sécurité, etc.

Ce cours est donné sous forme de conférences et l'étudiant sera appelé à rédiger et présenter un résumé de la matière exposée par chaque spécialiste.

CIV 4234 Ressources Hydrauliques I (3,1½) 4 cr.

Généralités, historique, méthodes employées en hydrologie.

Statistiques hydrologiques, régression et corrélation.

Description d'un modèle mathématique analysant les observations du passé et prédisant les disponibilités futures.

Balance de l'énergie terrestre et circulation atmosphérique.

Physique de l'humidité dans l'atmosphère: types de précipitation et leurs causes.

Mesure de la précipitation et de sa distribution atmosphérique.

Évaporation, transpiration, infiltration, écoulement souterrain.

Écoulement de surface.

Synthèse des systèmes hydrologiques: modèle d'extraction mensuelle de l'eau, hydrogrammes de crues, analyse linéaire.

Analyse statistique des données hydrologiques.

Études de cas pratiques.

CIV 4244 Ressources hydrauliques II (3,1½) 4 cr.

Ensemble de 6 cours sur: les affouillements; les fondations d'ouvrages hydrauliques; les pressions interstitielles; les aménagements hydroélectriques; les mouvements non permanents en conduite — coup de bélier — cheminées d'équilibre. De plus, un travail réalisé par équipes réduites sur un sujet à déterminer avec le professeur avec remise de rapport et présentation d'un exposé oral de 1½ hr.

CIV 4334 Résistance des matériaux III (3,1½) 4 cr.

Analyse des contraintes et déformations à trois dimensions: équations générales de la théorie de l'élasticité; contraintes principales, ellipsoïde des contraintes, cercle de Mohr.

Problèmes bi-dimensionnels en coordonnées rectangulaires: flexion de poutres, et en coordonnées polaires: barres courbes, trous circulaires dans les plaques, force concentrée sur surface plane.

Torsion des barres prismatiques: analogie de membrane; sections rectangulaires et elliptiques; sections profilées; tubes à paroi mince; sections circulaires variables.

Notions élémentaires de plaques et coques: équations d'équilibre, conditions de frontière, déformations.

Méthodes numériques de solution.

CIV 4534 Béton précontraint (2,3) 4 cr.

Principe et procédés de la précontrainte. Propriétés des bétons et aciers pour précontrainte. Fluage du béton et pertes de précontrainte. Contraintes admissibles.

Calcul des poutres isostatiques fléchies: caractéristiques d'une section, noyau central et noyau limite, dimensionnement. Tracé des câbles, effort tranchant, efforts aux abouts, armatures secondaires. Résistance ultime. Structures hyperstatiques.

CIV 4554 Ponts (3,1½) 4 cr.

Historique. Composition. Classification. Sollicitations. Normes.

Étude des ponts en béton armé, en béton précontraint, en acier et en bois. Établissement d'un projet; méthodes de calcul; exemples.

CIV 4634 Mécanique des sols III (2,3) 4 cr.

Application de la mécanique des sols aux problèmes pratiques de fondations, de poussée des terres et de stabilité des pentes.

Équilibre plastique dans les sols. Pression des terres. Contraintes de poussée et de butée. Conditions de rupture. Fondations sur semelles. Fondations sur radier. Fondations sur pieux. Fondations sur piles. Capacité portante des sols cohésifs et granulaires. Méthodes de calcul de la force portante du sol. Méthodes de calcul de la force portante des pieux.

Murs de soutènement. Stabilité des pentes et coefficient de sécurité.

CIV 4814 Génie routier (3,1½) 4 cr.

Cours élémentaire s'attachant aux principes fondamentaux du dessin structural des assises des voies de circulation et du dessin géométrique des routes.

Étude du comportement des chaussées rigides et flexibles sous l'influence de charge transitoires et du climat.

Propriétés des diverses composantes d'une chaussée; les essais standards.

Le dessin structural, l'évaluation et le renforcement des chaussées souples et rigides.

Le dessin géométrique des routes, intersections et échangeurs.

CIV 4824 Planification du Transport Routier (3,1½) 4 cr.

Introduction aux notions d'analyse des systèmes et de planification.

Étude des facteurs régissant la circulation sur les routes modernes; comportement de l'humain vis-à-vis l'automobile.

Génération et distribution des voyages, répartition modale et assignation des écoulements de trafic.

CIV 4914 Projet de génie civil (0,6) 4 cr.

Travail personnel que l'étudiant effectue sous la direction d'un professeur: préparation d'un projet d'intérêt particulier, étude théorique d'un problème, ou encore recherche expérimentale. L'étudiant doit présenter, sous forme de rapport, un compte-rendu complet de son projet.

CIV 6013 Mathématiques appliquées 3 cr.

Matrices et tenseurs. Solution d'un système d'équations linéaires. Solution d'équations algébriques et transcendantes par itérations. Ajustement d'une courbe polynomiale par la méthode des différences et celle des moindres carrés. Intégration et différentiation numérique. Solution numérique des équations différentielles ordinaires et partielles. Programmation dynamique. Techniques administratives.

CIV 6023 Études dirigées 3 cr.

Enseignement dispensé à un groupe restreint d'étudiants, peut-être même un seul étudiant, sous la forme de cours formels, lectures assignées, discussions, préparation de rapports, etc . . . , et touchant un secteur d'intérêt particulier dans le domaine de spécialisation choisie.

CIV 6113 Hydrodynamique avancée I 3 cr.

Concept d'un fluide. Relations fondamentales d'un fluide parfait: continuité, Euler, Bernouilli, conditions limites, potentiel de vitesse. Fonction courant. Source et puits. Circulation. Problèmes d'écoulement en trois dimensions. Utilisation des variables complexes pour les écoulements en deux dimensions. Théorème de Blasius: écoulement autour des cylindres et des ailes d'avion. Transformations de Joukowski. Transformations de Schwartz-Christoffel. Utilisation de l'hodographe de vitesse. Mouvement en vortex. Introduction à la théorie des vagues.

CIV 6123 Hydrodynamique avancée II 3 cr.

Efforts en un point. Théorie des efforts et des taux de déformation. Équations de Navier-Stokes. Étude extensive de la couche limite: écoulements très lents. Solution de Blasius. Méthode de Karman-Polhausen. Écoulements turbulents. Distribution des vitesses. Sillages, jets. Diffusion dans un écoulement turbulent. Problèmes de stabilité.

CIV 6133 Hydrodynamique expérimentale 3 cr.

Technique d'étude et de mesure des phénomènes hydrauliques en laboratoire. Applications à quelques cas particuliers.

CIV 6143 Hydrodynamique des procédés côtiers 3 cr.

Description des caractéristiques des vagues de petites amplitudes supposant la linéarité des conditions de surfaces. Vagues de plus grandes amplitudes et termes d'ordre supérieur. Génération par le vent des vagues en eau profonde et peu profonde. Réfraction, diffraction et réflexion des vagues. Interaction des vagues et des structures employées à la protection des rives. Procédés côtiers. Théorie des modèles maritimes.

CIV 6213 Écoulements à surface libre 3 cr.

Revue des principales notions.

Étude poussée des transmissions et des contrôles.

Écoulement non-permanent: développement des équations, intumescences, contrôle des crues par méthodes des caractéristiques.

Introduction au transport des sédiments.

CIV 6223 Eaux souterraines 3 cr.

Hydrodynamique des écoulements en milieu poreux. Caractéristiques du milieu. Analyse des écoulements permanents et non-permanents dans un milieu confiné et non-confiné.

Étude des problèmes de rencontre d'eau salée et d'eau douce. Diffusion.

CIV 6233 Analyse des systèmes de ressources hydrauliques 3 cr.

Application de l'analyse des systèmes au développement des ressources hydrauliques:

a) Caractéristiques probabilistiques du comportement d'un système: méthodes statistiques.

b) Sélection des variables importantes dans l'établissement d'une politique de sélection des dimensions d'un ouvrage hydraulique: fonction de production.

c) Comportement du rapport bénéfice-coût selon le niveau de production: caractéristiques économiques.

Méthodes et modèles mathématiques employés dans la recherche des conditions maximales de développement.

Techniques de simulation employées dans l'opération des systèmes: programmation classique, linéaire, dynamique.

CIV 6243 Mécanismes du transport de sédiments 3 cr.

Propriétés des sédiments cohésifs et non-cohésifs: distribution statistique des grosseurs et des vitesses de tombée.

Évolution des formes du lit dans les rivières à fond mobile et leur influence sur la rugosité globale des sections.

Taux de transport de sédiment.

Sédimentation dans les ports et les estuaires.

Conception de canaux stables: critères de stabilité, géomorphologie, méthodes de régime des rivières.

CIV 6313 Mécanique des milieux continus 3 cr.

Ce cours a pour but de fournir les bases nécessaires à une étude plus approfondie de certaines branches spéciales de la mécanique des milieux continus. Contraintes: tenseur vrai, tenseur de Lagrange et tenseur de Kirchhoff. Cinématique des milieux continus: rotation, déformation, dérivées particulières. Tenseurs des taux de déformations: Almansi, Green et autres. Équations générales: conservation de la masse, quantité de mouvement et énergie. Lois de comportement, ou lois contraintes-déformations des différents milieux continus.

CIV 6323 Théorie de la plasticité 3 cr.

Équations fondamentales et théorèmes généraux se rapportant aux déformations infinitésimales: critères d'écoulement, théories du fluage et du glissement, théorèmes d'unicité et principes variationnels.

Équations fondamentales de la théorie des déformations finies. Applications: analyse et calcul à la limite; effondrement. Effet de non-homogénéité. Problèmes tri-dimensionnels.

CIV 6333 Plaques 3 cr.

Plaques chargées transversalement. Équations générales de flexion des plaques isotropes et anisotropes. Plaques rectangulaires, circulaires et biaises. Plaques sur appui élastique.

Plaques chargées dans leur plan. Équations générales d'élasticité plane. Fonction d'Airy. Poutre cloison.

Analyse des coques prismatiques.

CIV 6343 Coques 3 cr.

Équations d'équilibre et de déformation en coordonnées curvilignes orthogonales. Coques cylindriques et coques de révolution.

Équations d'équilibre et de déformation en coordonnées cartésiennes fixes: coques de translation, coques de forme quelconque. Méthodes numériques d'analyse.

CIV 6353 Comportement inélastique des plaques et coques 3 cr.

Théorie générale: conditions d'équilibre; taux de déformation; relations de vitesse; discontinuités; équations de base.

Théorèmes fondamentaux: surfaces d'écoulement; critères de Tresca et Mises pour les coques uniformes et les coques sandwich; surfaces approximatives d'écoulement.

Analyse et calcul à la rupture des plaques et coques; effets de variations géométriques et de durcissement à la déformation.

CIV 6363 Analyse expérimentale 3 cr.

Méthodes d'analyse expérimentale des contraintes: jauges, laques fragiles, matériaux bi-réfringents, photo-élasticité; techniques et instrumentation; applications aux problèmes de la distribution des contraintes statiques, dynamiques et résiduelles.

Mesure des déplacements: méthodes mécaniques, optiques et électroniques. Analyse des structures sur modèles: principes de similitude; propriétés des matériaux; méthodes de mesures; applications aux treillis, cadres, arcs, plaques et coques.

CIV 6413 Vibrations des structures 3 cr.

Revue de la dynamique classique; détermination des formes et fréquences de vibration propre des systèmes linéaires; analyse des vibrations linéaires et forcées; réponse transitoire des structures possédant plusieurs degrés de liberté; méthodes numériques d'évaluation des réponses élastiques et plastiques. Interdépendance entre les vibrations et les phénomènes de flambage.

Application au calcul des structures devant résister aux tremblements de terre et aux explosions; structure du vent; réponse des structures aux effets de rafale; lignes électriques et câbles; phénomène de galop; oscillations des vibrations des ponts-rails, des ponts-routes et des assises de machines.

CIV 6423 Stabilité des structures 3 cr.

Systèmes conservatifs et non conservatifs; flambage des poteaux, poutres, cadres, arcs, plaques, coques et pièces longues en voiles minces; fonctions de stabilité

et leurs applications; méthode de calcul des charges critiques pour les cadres étagés.

CIV 6613 Mécanique théorique des sols I 3 cr.

Équilibre élastique. Contraintes et déplacements dans un milieu élastique, isotrope et semi-infini, produits par une charge ponctuelle, par une surface chargée uniformément.

Contraintes et déplacements dans un milieu anisotrope et semi-infini.

Contraintes et déplacements dans un milieu isotrope ou anisotrope, limité par une base incompressible.

Tassement élastique et primaire. Équations différentielles de consolidation.

CIV 6623 Mécanique théorique des sols II 3 cr.

Théories de la capacité portante des fondations peu profondes. Capacité portante en fonction de la forme de la fondation, de la profondeur, de la forme de la surface de glissement. Influence de l'excentricité et de l'inclinaison de la charge sur la capacité portante du sol.

Théories de la force portante des fondations profondes. Méthodes statiques et dynamiques. Pénétration statique et dynamique. Frottement négatif.

Stabilité des pentes.

CIV 6633 Travaux pratiques 3 cr.

L'étudiant effectuera les essais suivants sur un sol donné et remettra un rapport détaillé comportant les résultats obtenus et leur interprétation: teneur en eau, limites d'Atterberg, poids spécifique, granulométrie, perméabilité, vane test, compression simple, Proctor, CBR, cisaillement direct, consolidation, cisaillement triaxial.

Sédimentation, analyse thermique différentielle, Rayons-X, Infra-rouge.

Minéralogie et pétrologie macroscopique, minéralogie et pétrologie microscopique, géophysique, sismologie, résistivité, photos aériennes.

Essais de plaques sur le terrain, vane test, pénétration statique.

CIV 6713 Propriétés physico-chimiques et mécaniques des argiles 3 cr.

Notions fondamentales de cristallographie (liaisons atomiques, réseaux cristallins, structures simples).

Analyse détaillée des structures minéralogiques des argiles: Kandites, Smectites, Argiles micacées.

Étude expérimentale des argiles: analyse thermique différentielle et pondérale; Rayons-X; Infra-rouge; analyse chimique.

Géologie des argiles.

Les argiles en génie civil. Propriétés mécaniques.

CIV 6813 Matériaux de pavage 3 cr.

Ce cours porte sur les propriétés physiques et chimiques des sols, agrégats et liants routiers. On y discute de l'action du gel, des changements de teneur en eau, des problèmes de compaction, etc.

CIV 6913 Systèmes de Génie Civil I 3 cr.

Ce cours s'attache aux procédés de solution des problèmes de planification. On y décrit la structure du processus de planification et les principes de structuration.

CIV 6923 Systèmes de Génie Civil II 3 cr.

Ce cours est destiné à familiariser l'étudiant avec les outils analytiques utiles à la planification des systèmes de transport et à leur emploi dans les problèmes de transport.

CIV 6933 Planification du Transport Urbain I 3 cr.

Ce cours couvre la morphologie de la planification. Il étudie les caractéristiques des modes de transport, l'analyse économique de la planification urbaine, les relations aménagement du territoire — transport et, les coûts et capacités des divers modes de transport urbain.

CIV 6943 Planification du Transport Urbain II 3 cr.

Ce cours traite des méthodes analytiques utilisées dans les zones urbaines pour la génération des voyages, l'attraction, la distribution et l'attribution des écoulements de trafic aux divers réseaux.

**DÉPARTEMENT DE
GÉNIE ÉLECTRIQUE**

CORPS PROFESSORAL

**DIRECTEUR ET
PROFESSEUR AGRÉGÉ**

DELISLE, Jules, P.Eng., B.A. (Ottawa), L.Ph. (Ottawa), M.Sc.A. (E.N.S.A., Paris),
D. 3e cy. (sciences) (Paris).

PROFESSEURS AGRÉGÉS

AUBÉ, Gaston, ing., B.Sc.A. (Laval), M.Sc.A. (Notre-Dame), Ph.D. (I.I.T.).

BÉLAND, Bernard, B.Sc., D.Sc. (Laval).

CHAMPAGNE, Jean-Paul, ing., B.Eng. (McGill).
Adjoint au vice-recteur académique.

DE COUVREUR, Gilbert, ing. E.M. (Louvain), Ph.D. (Iowa).

DENIS, Gaston, ing., B.A. (Mont.), B.Sc.A. (Poly), S.M. (M.I.T.), doyen.

DESCHÊNES, Pierre A., ing., B.A. (Mont.), B.Eng. (McGill), M.Sc. (Ottawa),
Dr-Ing. (Rennes).

LEROUX, Adrien, ing., B.A. (Mont.), B.Sc.A. (Sherbrooke), M.Sc.A. (Laval).
Secrétaire du département.

PROFESSEURS ADJOINTS

KOCISIS, Alexandre, ing., B.A. (Cluj), Dipl. ing. (Budapest).

MORISSETTE, Sarto, ing., B.A. (Sherbrooke), B.Eng. (McGill), M.S. (I.I.T.).

NOUGARET, Marcel, ing., I.N.S.A. (Lyon), Ing. Automaticien, Dr-Ing. (Grenoble).

RICHARD, Sylvio, ing., B.Sc.A. (Sherbrooke), M.Sc.A. (McGill).

THIBAUT, Richard, ing., B.Sc.A. (Sherbrooke), M.Sc.A. (E.N.S.A., Paris),
D. 3e cy. (sciences) (Paris).

**PROFESSEURS CHARGÉS
DE COURS À PLEIN TEMPS**

GIRAUD, Serge, ing. E.N.S.E.E.H.T. (Toulouse), Licencié ès sciences (Toulouse).

GRANGE, Gérard, ing. E.N.S.E.G. (Grenoble), Licencié ès sciences (Grenoble),
Dr-Ing. (Lyon).

MESNAGE, Jean-Paul, ing. I.N.S.A. (Lyon).

COURS

ELE 2016 Électrotechnique et électronique I (4,3) 6 cr.

Principes d'analyse des circuits électriques. Définitions des quantités électriques et lois fondamentales. Variables des circuits: exponentielles, sinusoïdes; représentation géométrique. Comportement des circuits simples en régimes libre et forcé. Comportement en régime permanent sinusoïdal: calcul de la puissance, circuits résonants, circuits triphasés. Analyse des réseaux: dipôles et quadripôles. Théorème de Thévenin et de Norton.

Étude des Circuits électroniques. Tubes et transistors: principes de fonctionnement, caractéristiques de conduction et modèles linéarisés. Amplificateurs électroniques: polarisation, réponse en fréquences. Amplificateurs de tension, de puissance, amplificateurs divers. Circuits électroniques non-linéaires: redresseurs, modulateurs, démodulateurs, circuits façonneurs et circuits logiques.

Instrumentés de mesure. Instruments indicateurs électriques et électroniques: galvanomètre, ampèremètre, ohmmètre, oscilloscope. Capteurs divers. Systèmes de mesure: conversion analogique-numérique, télémesure, enregistrement.

ELE 2023 Électrotechnique et électronique II (2,1½) 3 cr.

Revue des principes de l'électromagnétisme. Circuits magnétiques. Transformateurs. Notions de conversion d'énergie. Convertisseurs électromécaniques. Transducteurs électromécaniques divers. Machines électriques rotatives: machines à courant continu, machines synchrones et asynchrones; principes de fonctionnement, comportement en régime permanent, caractéristiques de marche, démarrage.

ELE 2105 Électromagnétisme I (4,1½) 5 cr.

Rappel de calcul vectoriel.

Électrostatique.

La loi de Coulomb. Champ électrique. Potentiel (distribution ponctuelle et continue de charges). Théorème de Gauss (forme intégrale et différentielle). Équation de Laplace et Poisson.

Étude de l'équilibre des conducteurs. Superposition des états d'équilibre. Images électriques et applications. Solution de l'équation de Laplace par méthode graphique, par méthode expérimentale, par séparation des variables, par méthode des fonctions conjuguées.

Capacité. Condensateur.

Diélectrique. Polarisation. Étude de E et D en présence de diélectriques. Quelques types particuliers de diélectrique.

Énergie. Force électrostatique.

Électrocinétique.

Conservation de l'électricité. Loi d'ohm et ses limites de validité. Effet Joule. Circuits électriques. Force électromotrice. Force contre-électromotrice. Lois de Kirchoff.

Magnétostatique.

Étude du champ magnétique des courants dans le vide. Définition et propriétés de B. Loi de Biot et Savart. Théorème d'Ampère (forme intégrale et différentielle). Applications. Loi de Laplace. Forces magnétiques. Calcul du coefficient d'inductance mutuelle entre deux circuits, du coefficient de self inductance. Milieux magnétiques. Étude de B et H dans un milieu magnétique. Corps ferromagnétiques. Énergie et forces.

États quasi stationnaires.

Loi expérimentale de l'induction, loi de Faraday. Énergie électromagnétique. Transformation d'énergie. Équation de Maxwell des états stationnaires et quasi stationnaires.

ELE 2205 Analyse des systèmes I (4,1½) 5 cr.

Introduction. Notions de systèmes. Modèles.

Systèmes linéaires à constantes localisées. Propriétés fondamentales. Modèles mathématiques des systèmes électriques, mécaniques, électro-mécaniques, hydrauliques, pneumatiques et thermiques. Analogie. Solutions classiques et solutions par les méthodes du calcul opérationnel. Représentations graphiques: schémas-blocs, graphes. Transmittance, équation caractéristique, représentation dans le plan complexe.

Analyse des fonctions d'excitation. Méthodes d'approximation des fonctions. Analyse harmonique: séries et intégrales de Fourier. Spectres de fréquences. Spectres de densité d'énergie. Fonctions aléatoires; bruit.

Réponse des systèmes linéaires à constantes localisées. Réponse, impulsionnelle et réponse indicielle. Réponse totale, réponse transitoire et réponse permanente. Réponse à une excitation quelconque par produit de composition; intégrale de convolution. Transformée de Laplace et intégrale de Fourier de l'intégrale de convolution. Relation entre la réponse impulsionnelle et la transmittance. Réponse en régime permanent harmonique. Transmittance isochrone. Représentation graphique. Plan de Bode, plan polaire, plan de Black. Réponse en régime permanent à une excitation périodique quelconque. Interprétation graphique à partir des spectres de fréquences. Relation entre les régimes transitoires et le régime permanent harmonique.

ELE 2806 Laboratoire d'électricité (2,6) 6 cr.

Scéances pratiques se rapportant à la matière des cours ELE 2105 et ELE 2205.

ELE 3031 Notions de physique de l'état solide (1,0) 1 cr.

Nature de l'atome, quantification des orbites et des niveaux d'énergie, représentation par modèle des bandes et application aux conducteurs, isolants et semi-conducteurs, barrière de potentiel, nature cristalline des semi-conducteurs, impuretés, jonction de semi-conducteurs et leurs caractéristiques.

ELE 3214 Analyse des systèmes II (3,1½) 4 cr.

Systèmes linéaires à contre-réaction. Théorie générale de la contre-réaction; traitement par la méthode des graphes de fluence. Stabilité et amortissement des systèmes linéaires; critères de stabilité arithmétiques et géométriques: critère de Routh-Hurwitz, critère de Nyquist. Abaque de Black, systèmes à paramètres réglables; méthode du lieu des racines de l'équation caractéristique.

Systèmes non-linéaires.

a) Équations algébriques non-linéaires. Types de non-linéarités. Solutions analytiques et graphiques.

b) Systèmes quasi-linéaires. Méthodes de linéarisation. Application aux circuits actifs; modèles dynamiques linéarisés. Limites de validité.

c) Systèmes non-linéaires. Propriétés, Méthodes d'études: 1 — topologiques; plan et espace de phase; méthodes de construction des trajectoires; points singuliers; cycles limites; détermination du temps sur les trajectoires. Plan et espace de phase des systèmes à régimes linéaires multiples. Notions de stabilité. Stabilité locale globale, simple, asymptotique, etc... 2 — analytiques approchées. Extension des méthodes de l'analyse harmonique aux systèmes non-linéaires filtrés; méthode du premier harmonique; gain complexe équivalent d'une non-linéarité indépendante du temps. Auto-oscillations et oscillations forcées de systèmes à contre-réaction non-linéaires filtrées. 3 — numériques de calcul des régimes transitoires des systèmes linéaires et non linéaires.

ELE 3236 Circuits (4,3) 6 cr.

Rappel des lois fondamentales. Loi des mailles et des nœuds. Réponses temporelle, transitoire et permanente, des circuits soumis à diverses fonctions d'excitation: échelons, impulsions, exponentielles, sinusoides.

Application à la transformée de Laplace à la solution des circuits. Puissance et énergie. Étude des lieux des fonctions de transfert et d'immittance. Notions de topologie. Circuits équivalents et théorème des circuits. Circuits polyphasés. Plan complexe, pôles et zéros, lieu des racines. Lieu de Bode. Théorie des quadripôles et algèbre matricielle. Calcul des filtres. Analyse harmonique.

ELE 3307 Électronique I (4,4½) 7 cr.

Étude des composants. Résistances, inductances, transformateurs. Tubes à vide, tubes à gaz, semiconducteurs: diodes et transistors à jonction, transistors à effet de champ, diode à double base, diode tunnel, photodiode, phototransistor, thyristor.

Sources d'alimentation à courant continu. Rectification. Filtrage: filtres capacitifs, en π , en L.

Calcul des circuits électroniques. Analyse graphique. Modèles. Polarisation et stabilisation. Comportement sous charges réactives. Bande passante. Neutralisation des effets parasites à haute fréquence; compensation.

Amplificateurs. L'amplificateur idéal: gains de tension, de courant, de puissance. Impédances d'entrée et de sortie.

Calcul pratique des amplificateurs. Amplificateurs audio: classe A, push-pull. Amplificateurs à large bande. Amplificateurs sélectifs. Amplificateurs à courant continu; dérive. Amplificateurs à faible niveau; bruits parasites.

Notions des circuits intégrés.

ELE 3317 Électronique II (4,4½) 7 cr. (Anciennement GE 31)

Théorie de la contre-réaction.

La théorie des oscillations. Application de la théorie de la contre-réaction aux oscillateurs linéaires.

Façonnage des ondes. Étude des formes d'ondes obtenues au moyen des éléments linéaires et non-linéaires.

Formation et génération des ondes triangulaires. Analyse des différents circuits générateurs d'ondes triangulaires qui sont utilisées dans les mesures de temps.

Circuits logiques. Étude des circuits multivibrateurs et de leurs modes d'opération. Application de l'électronique aux circuits logiques.

Les oscillations non-linéaires. Traitement des oscillateurs à résistance négative. Développement des techniques non-linéaires. Analyse numérique et graphique.

ELE 3324 Dispositifs électroniques (3,1½) 4 cr.

Principes de fonctionnement et exemples d'utilisation des principaux dispositifs électroniques.

Dispositifs à semiconducteurs. Diodes zéner, diodes de commutation, diodes paramétriques, diodes à effet tunnel, photodiodes. Thyristors, transistors à unionjonction. Technologie des transistors: configurations planar, epitaxiale. Transistors à effet de champ. Générateurs à effet - Hall. Technologie des couches minces et des circuits intégrés.

Notions de cryogénie. Supraconductivité. Amplificateurs paramétriques. Masers et lasers.

Éléments de mémoires: noyaux magnétiques et couches minces. Mémoires diverses.

ELE 3406 Conversion d'énergie I (4,3) 6 cr.

Introduction à la conversion d'énergie en énergie électrique. Sources d'énergie et procédés de conversion. Convertisseurs rotatifs.

Les champs magnétiques. Lois physiques du magnétisme et l'électromagnétisme. Effets inductifs dans les circuits magnétiques. Principes d'accumulation d'énergie dans les champs. Équations d'équilibres énergétiques dans les convertisseurs électromécaniques.

Le convertisseur rotatif généralisé. Modèle constitué de circuits couplés. Relations entre le modèle et la machine. Calculs des relations fondamentales à l'aide de schémas-blocs.

Le convertisseur à tension continue. Calculs des relations fondamentales avec notation matricielle. Étude des différents modes de raccordement pour un convertisseur simple. Amplification de puissance au moyen de convertisseurs rotatifs. Étude des différents types d'amplificateurs rotatifs (métadyne et amplilyne).

Le convertisseur rotatif à induction. Modification du modèle mathématique par transformation des variables. Étude des relations de base et concept du circuit équivalent. Discussion des différents moteurs asynchrones; transitoires.

Le convertisseur synchrone. Effet des pôles saillants sur le modèle mathématique. Étude en régime permanent à l'aide de phaseurs. Démarrage. Transitoires électriques et mécaniques.

Les convertisseurs en régime permanent. Phénomènes non-linéaires dans les convertisseurs à tension continue. Détermination du circuit équivalent du moteur asynchrone. Étude des convertisseurs synchrones: essais standards et définition des paramètres usuels.

Considérations sur les aspects industriels des convertisseurs. Valeurs nominales. Choix des moteurs. Commande de vitesse.

ELE 3606 Circuits logiques (4,3) 6 cr.

Applications des circuits de commutation. Introduction à l'algèbre de Boole; l'algèbre binaire et ses opérations. Circuits logiques à composants électroniques ou électromécaniques. Formulation des expressions logiques par circuits de combinaison. Fonctions symétriques. Circuits progressifs; stabilité, synthèse, cycles. courses. Bascules et éléments de mémoire.

ELE 3612 Calcul analogique et simulation (1,1½) 2 cr.

Organes linéaires d'une calculatrice analogique électronique.

Amplificateurs opérationnels; caractéristiques et imperfections. Potentiomètres.

Résolution des systèmes différentiels linéaires.

Affichage. Facteurs d'échelle d'amplitude et de temps. Équations aux dérivées partielles.

Résolution des systèmes algébriques.

Affichage. Stabilité. Méthode des intégrateurs.

Les calculatrices répétitives.

Cadence de répétition. Remise à zéro et valeurs initiales.

Générateurs de fonctions.

Générateurs de fonctions d'une variable par approximations segmentées; suiveurs de courbes. Générateurs de fonctions de deux variables.

Multiplieurs de fonctions.

Multiplieur parabolique (quart de carré), multiplieur logarithmique, servomultiplieur. Autres types de multiplieurs.

Résolution des systèmes différentiels non linéaires.

ELE 3901 Communication orale et écrite (0,1½) 1 cr.

Exercices visant à inculquer aux étudiants-ingénieurs des méthodes de pensée ainsi que l'habitude de structurer leurs idées et de les exposer clairement. On portera une attention particulière à la forme et à la présentation orale.

ELE 4116 Électromagnétisme II (4,3) 6 cr.

Lignes de transmission.

Équation des télégraphistes. Ligne en régime impulsionnel. Ligne en régime sinusoïdal. Calcul des paramètres en fonction des constantes linéaires. Coefficient de réflexion. Impédance d'entrée d'une ligne. Onde progressive. Onde stationnaire. Taux d'onde stationnaire. Puissance transmise. Lignes avec pertes. Abaque de Smith et son utilisation. Problèmes d'adaptation. Lignes utilisées comme circuits résonnants. Exemples d'application des lignes.

Rappels sur le calcul vectoriel.

Rappels sur les champs électriques et magnétiques stationnaires.

Étude des états variables.

Conservation de l'électricité. Vecteur déplacement.

Équations de Maxwell. — Forme différentielle et intégrale. Relations liant les champs à la surface de séparation de deux milieux. Équations de Maxwell en régime sinusoïdal.

Équations de propagation des potentiels. Potentiels retardés. Expression des champs en fonction des potentiels. Équation d'onde des champs E et H.

Propagation de l'énergie. Théorème de Poynting. Vecteur de Poynting.

Propagation libre des ondes planes uniformes sinusoïdales.

Dans un milieu diélectrique parfait. — Équation d'onde. Solution. Ondes progressives. Impédance d'onde. Analogue avec une ligne sans perte. Ondes stationnaires.

Dans un milieu conducteur. — Équation d'onde. Onde progressive. Impédance d'onde. Cas d'un très bon conducteur. Effet pelliculaire dans les conducteurs (plans et cylindriques). Calcul des impédances de surface.

Polarisation des champs d'une onde électromagnétique.

ELE 4225 Introduction aux phénomènes aléatoires (4,1½) 5 cr.

Probabilités. Théorie des ensembles. Notions de mesure et de probabilité. Variables aléatoires, densités de probabilités courantes. Transformations et combinaisons. Espérances mathématiques, probabilités conjointes et conditionnelles. Approximation normale.

Processus stochastiques. Définition; stationnarité et fonctions de corrélation et densités spectrales. Applications à la détection d'un signal périodique. Applications aux filtres linéaires. Identification.

ELE 4416 Conversion d'énergie II (4,3) 6 cr.

Fonctionnements spéciaux des alternateurs. Auto-amorçage. Surtension. Ferro-résonance. Réactances: directe, inverse, homopolaire, transitoire, subtransitoire, longitudinale, transversale, méthode de Blondel. Alternateurs à fréquence supérieure à 60 Hz.

Moteur à collecteur. Commutation en courant alternatif. Moteurs monophasés: série, série-compensé, à répulsion, à répulsion-induction. Moteurs triphasés: principes généraux, moteur shunt, réglage de vitesse, moteur Schrage.

Machines d'asservissements. Dynamos amplificatrices: amplidyne, rototrol. Stabilité d'un servo-mécanisme de puissance. Courbes amplitude-phase.

Les divers modes de conversion d'énergie et leur exploitation éventuelle.

ELE 4426 Génération et transport de l'énergie électrique (4,3) 6 cr.

Centrales thermiques. Centrales hydro-électriques. Centrales nucléaires. Étude de la stabilité des réseaux. Fonctionnement des réseaux de transport et de distribution. Équipement électrique des centrales et des réseaux. Construction des lignes aériennes. Fils et câbles isolés. Télécommunications sur lignes de haute tension. Exploitation commerciale et tarification.

ELE 4434 Appareillage et installations électriques (4,0) 4 cr.

Isolement du matériel. Normalisation. Nature des surtensions. Coordination de l'isolement. Essais diélectriques.

Phénomènes d'intensité. Courts-circuits; efforts mécaniques, échauffement, effets sur la stabilité du réseau. Calcul des défauts; méthode des coordonnées symétriques. Protection par relais.

Lignes longues très haute tension. Représentation; paramètres. Effet Ferranti. Bobines de compensation. Induction électromagnétique et électrostatique. Problèmes de mise sous tension. Fréquence naturelle d'oscillation. Effet couronne et perturbations radio-électriques.

Appareillage des postes. Transformateurs, disjoncteurs, réactances, sectionneurs, transformateurs de mesure, parafoudres, etc.

Phénomènes de coupure. Types de coupure; ligne à circuit ouvert, faible courant inductif, court-circuit, défaut kilométrique, en opposition de phase, etc. Disjoncteurs; rôle des résistances de fermeture et d'ouverture, synchronisme des phases. Essais synthétiques.

Appareillage des centrales. Turbines. Régulateurs de vitesse. Alternateurs. Régulateurs de tension. Réglage des systèmes asservis-statisme. Protection des alternateurs. Modes de synchronisation.

Systèmes d'excitation. Classiques. A composants statiques. Stabilisateurs de puissance. Rôle de l'excitation; pour le contrôle de la tension, pour la stabilité du réseau.

Marche en parallèle des réseaux. Marche synchrone, asynchrone. Réglage fréquence-puissance (3 modes). Avantages et inconvénients des interconnexions.

Exploitation d'un réseau. En régime stable; aspects économiques. En régime perturbé; aspects techniques. Maintien de la fréquence; délestage automatique.

ELE 4505 Introduction aux systèmes de communications (4,1½) 5 cr.

Descriptions des milieux de propagation et des interférences. Principes généraux de modulation et de multiplex, principe des systèmes à adresse.

Systèmes analogues de modulation, performances des systèmes AM et FM, préemphasis.

Systèmes digitaux. Principe général et différents types d'erreurs. Échantillonnage et quantisation. Récepteur optimum cohérent et non cohérent. Probabilités d'erreurs pour les différents systèmes. Synchronisation.

Éléments de théorie de l'information et principes de codage.

Modulations analogues échantillonnées, modulation delta.

ELE 4515 Circuits de communication (4,1½) 5 cr.

Amplificateurs accordés: étude des circuits à simple et double syntonisation. Effet de la cascade d'étages identiques.

Syntonisation asynchrone: étude des filtres de Butterworth et de Chebyshev.

Conversion de fréquence: études des circuits à diode et à transistor conduisant à la conversion de fréquence.

Modulation: modulation d'amplitude, de fréquence et multiplex.

Démodulation: démodulation d'amplitude et de fréquence.

Bruit: analyse statistique des sources de bruit dans les circuits de commutation.

Rapport signal à bruit et indice de bruit. Coefficient de qualité.

Applications: radio, télévision, radar.

ELE 4526 Hyperfréquences (4,3) 6 cr.

Réflexion des ondes.

Incidence normale et oblique sur les conducteurs et sur les diélectriques suivant la polarisation verticale et horizontale. Étude de l'incidence Brewstérienne.

Étude de l'angle limite et de l'onde évanescence.

Propagation des ondes guidées.

Propagation d'une onde électromagnétique dans un milieu non dissipatif.

Propagation d'une onde électromagnétique entre deux plans conducteurs parallèles infinis. Étude des ondes TE et TM, constante de propagation, vitesse de phase et de groupe, atténuation, impédance d'onde.

Guides d'ondes rectangulaires. Étude d'ondes progressives de type TM_{mn} et TE_{mn} , constante de propagation. Impédance d'ondes. Étude approfondie de

l'onde TE_{10} . Autres types de mode et excitation de ces modes. Étude de l'atténuation dans les guides d'ondes.

Guide d'ondes circulaires. Revue de l'équation de Bessel. Étude des ondes TE et TM. Étude de l'atténuation dans les guides circulaires.

Étude des cavités résonnantes, méthodes d'excitation, coefficient de surtension Q.

Génération des hyperfréquences.

Klystron. Limites des tubes classiques aux hautes fréquences. Étude du Klystron à deux cavités, Klystron amplificateur, Klystron Reflex.

Magnétron — Étude du magnétron comme oscillateur. Description du mode d'opération et des facteurs d'efficacité.

Tube à onde progressive.

Laboratoire.

Mesures des caractéristiques d'un Klystron, fréquence, longueur d'onde, atténuation, ondes stationnaires, puissance, impédance.

ELE 4536 Radiation et antennes (4,3) 6 cr.

Le rayonnement du doublet.

Calcul de B et E créé au voisinage et à grande distance du doublet. Diagramme de rayonnement du doublet. Puissance rayonnée par le doublet et résistance de rayonnement. Cas du doublet vertical avec base au sol.

Généralités sur les antennes.

Diagramme de rayonnement et fonction caractéristique. Calcul de la résistance de rayonnement. Gain d'une antenne. Hypothèse de la répartition sinusoïdale du courant. Hauteur effective d'une antenne d'émission. Impédance d'entrée d'une antenne.

Antennes filaires fonctionnant en ondes stationnaires.

Antennes asymétriques. — Champ d'une antenne filaire isolée dans l'espace, d'une antenne verticale au-dessus du sol, d'une antenne avec base au sol et charge réactive au sommet.

Antenne symétrique. — Antenne symétrique isolée dans l'espace. Antenne symétrique verticale au-dessus du sol.

Antenne "horizontale".

Groupement d'antennes.

Groupement de deux antennes. Réseau uniforme d'antenne et construction graphique de son diagramme de rayonnement. Réseau non uniforme. Rideau d'antennes. Groupement d'antennes alimentées et d'éléments passifs.

Antennes filaires fonctionnant en ondes progressives.

Champ à grande distance d'antennes fonctionnant en ondes progressives. Groupement d'antennes: antenne en V, en losange.

Antenne à rayonnement longitudinal du type antenne en hélice et diélectrique. Projecteurs d'ondes.

Gain. Rayonnement d'une ouverture rectangulaire avec illumination uniforme, d'une ouverture circulaire. Application: étude des cornets, des miroirs paraboliques et cylindre paraboliques. Étude des lentilles diélectriques et métalliques.

Propagation des ondes autour de la terre.

Onde de surface, onde d'espace, effet de la courbure. Terrestre, réflexion et répartition des ondes par l'ionosphère. Variation de l'ionosphère.

ELE 4705 Asservissements I (3,3) 5 cr.

Introduction. Notions de systèmes asservis. Rappel de la théorie de la contre-réaction et des méthodes de l'analyse des systèmes linéaires.

Organes des systèmes asservis. Description et fonctions de transfert des principaux organes des systèmes asservis: capteurs, transducteurs, moteurs, amplificateurs, modulateurs et détecteurs.

Performance des systèmes asservis. Stabilité. Critères de performance. Précision en régime permanent et en régime transitoire.

Correction des systèmes asservis. Techniques de correction: correcteurs insérés dans la chaîne d'action et dans la chaîne de réaction. Correction des systèmes à onde porteuse. Notions de commande optimale.

ELE 4715 Asservissements II (3,3) 5 cr.

Notions fondamentales. Définition et classification des systèmes automatiques.

Systèmes asservis linéaires. Systèmes asservis à plusieurs entrées et plusieurs sorties. Systèmes aux variables échantillonnées. Méthodes d'analyse. Transformations en z et en z modifiée. Stabilité. Synthèse des correcteurs échantillonnés.

Systèmes asservis non-linéaires. Revue des méthodes d'étude: plan de phase, méthode du premier harmonique. Stabilité: théorème de Ljapunov. Application aux systèmes à relais à deux et à trois positions. Application aux systèmes non-linéaires aux variables continues. Régulation extrémale.

Problèmes statistiques en automatique.

ELE 4726 Commande numérique des processus (4,3) 6 cr.

- I) Description des calculateurs de processus.
 - Fonctions de calcul, de décision, de mémorisation.
- II) Description des organes périphériques.
 - Convertisseurs analogiques-numériques et numériques analogiques.
 - Notions sur les imprimantes et les rubans magnétiques.
- III) Fonctions du calculateur dans la commande des processus.
 - Commande logique et séquentielle.
 - Commande "continue"; algorithmes de régulation.
 - Acquisition et traitement des données; surveillance.

- IV) Théorie des systèmes échantillonnés linéaires.
 - Théorème de Shannon.
 - Transformée en Z.
 - Théorie des systèmes échantillonnés dans l'espace d'état.
- V) Étude détaillée d'un exemple d'application.
 - Identification du processus.
 - Instrumentation.
 - Algorithme de régulation.
- VI) Techniques d'optimisation.
 - Programmation dynamique.
 - Principe du maximum.

ELE 4734 Télécommande et télémessure (3,1½) 4 cr.

A — Logique

- I) Rappels sur les systèmes logiques.
- II) Simplification des fonctions logiques.
 - Simplification directe sur la table de vérité.
 - Tableau de Karnaugh.
 - Méthode de Quine et McCluskey.
- III) Description des éléments logiques.
 - Logique à relais.
 - Logique à diode et transistors.
 - Logique à fluide.
- IV) Étude des aléas en logique.
 - Effet des aléas: aléas statiques et dynamiques.
 - Étude des aléas dans les circuits à relais.
 - Étude des aléas dans les circuits électroniques.

B — Circuits séquentiels

- I) Notions de circuits séquentiels.
 - Diagramme de phase.
 - Matrice d'état.
- II) Éléments de base.
 - Mémoires.
 - Flip-Flop.
 - Registre.
- III) Méthode générale d'étude et de synthèse des circuits séquentiels.
 - Méthode générale.
 - Méthodes de simplification du tableau primitif.
 - Spécification des variables secondaires.

C — Télécommande; Télémessure

- I) Notions sur les codes.

II) Méthodes de télécommande et télémesure.

III) Domaine d'utilisation.

ELE 4804 Mesures électriques (3,1½) 4 cr.

Théorie générale de la mesure. Théorie des erreurs, loi de Gauss, formule de Shannon.

Caractéristiques générales des appareils de mesures. Fidélité, précision, sensibilité, rapidité d'indication, consommation, capacité de surcharge. Gammes d'utilisation. Influence de l'appareil sur les mesures.

Appareils et techniques de mesures. Mesures des tensions, des courants, de l'induction magnétique, allant des très faibles aux très grandes intensités, et du continu aux hyperfréquences. Mesure du temps et de la fréquence.

Utilisation de l'oscilloscope pour l'observation et la mesure des variables fonctions du temps.

Appareils indicateurs et enregistreurs. Mesures numériques et télémesures.

ELE 4913 Communication orale et écrite (0,4½) 3 cr.

Recherche bibliographique sur un sujet technique imposé visant à développer l'esprit de synthèse. L'évaluation du travail de l'étudiant portera sur le fond et sur la qualité de l'exposé qui devra faire appel aux techniques visuelles.

ELE 6202 Systèmes dans l'espace d'états 2 cr.

Notions d'algèbre linéaire. Matrices, déterminants, espace vectoriel linéaire, base, orthogonalisation, valeur propre, vecteur propre, matrice modèle, transformations sur les matrices, fonctions de matrices, polynôme minimal, matrices constituantes, équations différentielles matricielles.

Étude des systèmes continus. Choix des variables d'état, identification d'un système à partir de sa réponse impulsionnelle, système adjoint, système adjoint modifié, commandabilité et observabilité.

Étude des systèmes discrets. Équation aux différences finies, équations d'état, interprétation des modes, matrice de transition d'état, système adjoint, discrétisation des équations différentielles matricielles, commandabilité et observabilité.

ELE 6514 Théorie des phénomènes aléatoires 4 cr.

Probabilité. Revision des concepts de base. Transformation et combinaisons de variables aléatoires. Espérances conditionnelles. Approximation normale et formes dérivées, avec termes correctifs.

Éléments de théorie de la décision.

Puissance d'un test. Tests de Bayer, Neyman-Pearson. Courbes ROC.

Phénomènes stochastiques. Fonction de corrélation et spectres. Transformation non linéaires, théorème de Price. Estimation de fonction de corrélation. Étude des filtres linéaires sous entrées aléatoires. Expansions, théorème de l'échan-

tillonnage. Éléments de la théorie de l'estimation. Principe d'orthogonalité. Filtrage optimum de Wiener.

ELE 6524 Théorie des systèmes de communications digitales 4 cr.

Description des milieux de propagation et des interférences.

Principes généraux de modulation et de multiplex, principe des systèmes à adresse.

Systèmes digitaux. Principe général et différents types d'erreurs.

Échantillonnage et quantisation. Structure de récepteurs optimaux cohérents et non cohérents.

Performance de systèmes binaires et n-aires.

Effets du fading.

Systèmes particuliers. Spectre de séquences corrélées. Systèmes duobinaire, diphase. Spectre FSK.

Systèmes pseudocohérents. Système différentiel.

Procédé de synchronisation. Influence des erreurs de synchronisation.

Système à adresse. Système PN, synthèse de séquences pseudoaléatoires. Système FT. Delay-lock loop.

Principes de diversité.

Principes de ranging.

Éléments de théorie de l'information et du codage.

ELE 6534 Théorie de la détection et de l'estimation 4 cr.

Théorie classique.

Détection et estimation dans du bruit gaussien blanc et non-blanc.

Estimation de signaux continus. Estimation linéaire, filtres de Wiener, Boston, Kalman-Bucy. Estimation non-linéaire, modulation de phase optimum. Détection et estimation de phénomènes aléatoires, application au radar et au sonar.

ELE 6544 Théorie du radar 4 cr.

Facteurs déterminant les performances d'un radar à impulsions. Probabilité de détection et couverture d'un radar. Protection d'un radar contre: a) les échos parasites naturels, b) les brouillages. Recherche de la sensibilité maximale. Radars à fréquence erratique. Utilisation des informations. Radars tridimensionnels.

ELE 6554 Théorie de l'information et codage 4 cr.

Théorie de l'information. Notions de base: entropie, transinformation, capacité. Canaux sans bruit. Canaux avec bruit gaussien. Théorèmes de Shannon.

Codes linéaires. Notions de groupes, anneaux et champs. Espace vectorielle et algèbre linéaire. Codes linéaires et décodage par étapes. Codes autocorrecteurs et leurs limites. Étude des codes linéaires importants.

Codes cycliques. Algèbre des classes et champs de Galois. Algèbre de polynômes. Registre à décalage et séquences linéaires maximales. Codes de Hamming. Codes de Bose-Chaudhuri et procédés de corrections. Codes cycliques pour correction d'erreurs groupées. Codes récurrents. Décodage séquentiel. Algorithme de Fano.

ELE 6704 Systèmes non-linéaires 4 cr.

Rappels mathématiques: propriétés des équations différentielles. Équations différentielles ordinaires du 1er ordre. Points singuliers et courbes singulières. Équations différentielles d'ordre supérieur au premier. Équations différentielles linéaires.

Propriétés des systèmes physiques et de leurs modèles mathématiques. Problème de la description des systèmes physiques par un modèle mathématique. Identification des processus. Sensibilité. Limitation des méthodes linéaires. Types de non-linéarités. Quelques propriétés des systèmes non-linéaires.

Méthode de l'espace de phase. Généralités, définitions. Points singuliers. Cycles limites. Méthodes de construction des trajectoires. Propriétés des trajectoires.

Stabilité des systèmes non-linéaires. Notion de stabilité. Théorèmes de Ljapunov sur la stabilité locale. Seconde méthode de Ljapunov. Théorème de Krasovskii. Théorème de Lur'e. Application de la seconde méthode aux systèmes à paramètres variables dans le temps. Méthode de génération des fonctions de Ljapunov.

Principes de résolution des problèmes non-linéaires. Représentation d'une fonction non-linéaire: approximation par un polynôme par lignes brisées, par fonctions transcendantes. Méthodes analytiques de résolution: méthode des petits paramètres de Poincaré, méthode du premier harmonique, méthodes asymptotiques de Mitropolski et Bogoliubov, méthodes topologiques.

Recherche analytique des solutions périodiques des équations d'ordre deux. Étude de l'équation en dehors de la résonance et au voisinage de la résonance. Stabilité des équations à coefficients périodiques. Stabilité des solutions d'une équation de type non-autonome. Cas des systèmes autonomes, stabilité de leurs solutions périodiques.

ELE 6714 Systèmes de commande aux données échantillonnées 4 cr.

Généralités. Définition des systèmes aux données échantillonnées et aux données numériques. Exemples de systèmes de commande répondant à cette définition. Méthodes d'analyse et de synthèse.

Théorie de l'échantillonnage et de la quantification. Opération d'échantillonnage. Analyse fréquentielle des signaux échantillonnés. Blocage. Théorème de Shannon. Quantification.

Éléments fondamentaux du calcul des différences finies. Définitions. Transformation de Laplace directe et inverse des variables discrètes. Résolution des équations aux différences linéaires. Stabilité. Application aux systèmes asservis.

Théorie de la transformation en Z. Définitions et propriétés. Transformation en Z inverse. Transformée en Z modifiée. Application aux systèmes échantillonnés. Stabilité d'un système linéaire échantillonné. Relation entre la transformée en Z et les équations linéaires aux différences. Transformée en zéta.

Méthode du plan de phase discret. Définition. Extension des notions de point singulier. Applications. Système échantillonné non-linéaire soumis à une entrée sinusoïdale.

Méthode de la transformée en Z. Théorème de la convolution complexe. Application aux systèmes non-linéaires échantillonnés.

Méthode du premier harmonique. Rappel de la méthode. Extension de la méthode aux systèmes échantillonnés non-linéaires. Systèmes échantillonnés non-linéaires à plusieurs échantillonneurs. Systèmes sans bloqueur d'ordre zéro.

Méthode des graphes de fluence. Rappel sur les graphes de fluence. Application aux systèmes échantillonnés. Méthode des variables d'état. Méthode des graphes de fluence.

Stabilité des systèmes échantillonnés non-linéaires. Critères géométriques de stabilité: critère de Cypkin, critère de Jury et Lee. Applications.

Critères algébriques de stabilité: méthode de Ljapunov et diverses méthodes.

Réponse transitoire et oscillations périodiques. Notion de stabilité en regard des conditions initiales. Réponse transitoire. Oscillations périodiques.

Systèmes à modulation de largeur des impulsions. Stabilité et temps de réponse. Modes périodiques d'oscillations. Simulation.

Systèmes échantillonnés quantifiés. Étude classique de la stabilité. Étude de la stabilité par les vecteurs d'état et les vecteurs séquence. Étude des systèmes quantifiés au moyen du calcul opérationnel.

Sujets complémentaires. Systèmes échantillonnés non-linéaires divers. Correction des systèmes échantillonnés. Systèmes échantillonnés non-linéaires aux entrées aléatoires.

ELE 6724 Systèmes logiques 4 cr.

Algèbre de Boole. Postulats et théorèmes. Table de vérité. Opérateurs booléens. Introduction à la réduction et à la décomposition des fonctions.

Composants. Relais. Diodes. Transistors. Éléments magnétiques. Diodes tunnels. Cryotrons. Éléments pneumatiques.

Systèmes combinatoires. Algèbre des circuits à relais, à diodes et à transistors. Minimisation des dipôles et des multipôles (méthode de Mc Cluskey et table de Karnaugh). Minimisation des circuits à plusieurs niveaux. Analyse matricielle.

Codes. Système binaire. Codes de conversion décimal-binaire. Codes de Gray. Codes à détection et à correction d'erreur.

Introduction aux systèmes séquentiels. Exemple de systèmes à une ou plusieurs boucles. Équations. Notion d'état interne. Représentations: table de fluence.

Table des phases, diagramme de fluence, matrice de transition. Machines asynchrones et synchrones. Machines de Mealy, de Moore et d'Huffman.

Analyse des systèmes séquentiels-Aléas. Analyse de machines asynchrones, de machines synchrones. Aléas statiques. Aléas dynamiques. Courses. Aléas dans les machines asynchrones, dans les machines synchrones.

Synthèse des systèmes séquentiels. Synthèse des tables: méthode naturelle, méthode de Glushkov. Réduction des tables. Codage des machines asynchrones. Codage des machines synchrones. Décomposition des machines séquentielles.

Sujets divers. Machines séquentielles linéaires. Identification des machines. Algèbre ternaire et systèmes à relais. Études des systèmes à commutateurs multipositionnels.

ELE 6734 Théorie de la commande optimale 4 cr.

Introduction. Principes généraux de la commande automatique. Problème de la commande optimale. Critère de performance.

Notions mathématiques fondamentales. Introduction à la théorie des ensembles. Espace vectoriel. Valeurs propres et formes quadratiques. Notion vectorielle des équations différentielles. Coordonnées généralisées.

Analyse des systèmes dans l'espace d'état. Notion d'espace d'état. Caractérisation d'un système par ses variables d'état. Méthodes de transition d'état. Concepts de commandabilité et d'observabilité.

Solution des problèmes de commande optimale. Systèmes de commande à temps minimal. Systèmes à régulation extrémale. Systèmes à indice de performance intégral. Optimalisation par réglage des paramètres.

Méthodes de solution. Calcul variationnel. Fonction Hamiltonnienne. Principes du maximum de Pontryagin. Programmation dynamique. Principe d'optimalité de Bellman. Filtre de Kalman.

**DÉPARTEMENT DE
GÉNIE MÉCANIQUE**

CORPS PROFESSORAL

**DIRECTEUR ET
PROFESSEUR AGRÉGÉ**

FAUCHER, Gilles, ing., B.A., B.Sc.A., M.Sc.A. (Laval).

PROFESSEURS AGRÉGÉS

ASHIKIAN, Baruir, ing., Cert. d'ing. (Mécanique) (Bucharest), M.Eng. (McGill).

BOUDREAU, Lucien, ing., B.Sc.A. (Laval), M.Sc.A. (Laval), Secrétaire du département.

BOURASSA, Paul, ing., B.A., B.Sc.A. (Poly), M.Sc.A. (Laval).

COUPAL, Bernard, ing., B.A. (Montréal), B.Sc.A., M.Sc.A. (Poly), Ph.D. (Floride).

GAUTHIER, Louis-Marc, ing., B.A., B.Sc.A. (Poly), vice-doyen.

HUBERT, Lucien, ing., B.A., B.Sc.A. (Poly).

MARSAN, André, ing., B.Sc.A. (Poly), Ph.D. (Birmingham).

MASSOUD, Monir, B.Sc.A. (Le Caire), M.Sc. (R.P.I.), Ph.D. (R.P.I.).

MORCOS, William, B.Sc.A. (Le Caire), D. ès Sc. (Paris).

PROFESSEURS ADJOINTS

PAPINEAU, Robert L., ing., B.Sc.A. (Sherbrooke), M.Sc.A. (Sherbrooke).

PECKO, Georges, ing., B.Sc. (méc.) (Brno).

RUEL, M.J. Maurice, ing., B.Sc.A., M.Sc.A., D.Sc. (Laval) rmc.

**PROFESSEUR CHARGÉ
D'ENSEIGNEMENT**

LAUZIER, Conrad, ing., B.Sc.A. (Sherbrooke).

**PROFESSEURS CHARGÉS
DE COURS À PLEIN TEMPS**

BAUDIFFIER, Bernard, ing. C.E.S.T.I. (Paris).

DUGAL, Réal, t.p., T.D. (Rimouski).

KOEHRET, Bernard, Docteur-Ingénieur (Toulouse).

LETORT, Patrick, ing. E.N.S.I. (Nantes).

RISLER, Francis, ing. C.E.S.T.I. (Paris).

PROFESSEUR INVITÉ

VAN GEEN, Roger, D.Sc. (Sciences Physiques) (Bruxelles).

Professeur à la Faculté des sciences appliquées de l'Université Libre de Bruxelles.

COURS

MEC 2133 Dessin industriel (1,3) 3 cr.

Standards canadiens. Dessin d'atelier simplifié. Tolérances et fractions décimales; les classes d'ajustement (systèmes américain et européen). Dessins d'assemblage et de détails. Engrenages droits; engrenages coniques. Roue et vis tangentielles. Étude du tracé des cames.

Lecture de plans: théorie et conventions du dessin d'atelier dans la lecture de plans de pièces de machine.

MEC 2212 Matériaux (2,0) 2 cr.

Classification des matériaux. Caractéristiques physiques et mécaniques. Fer. Fontes. Aciers. Classification industrielle et les raisons justifiant son emploi. Métaux et alliages non-ferreux. Les produits de la métallurgie des poudres. Alliages d'outils: les stellites, les carbures métalliques, les céramiques. Matériaux non-métalliques. Classification. Caractéristiques. Applications. Plastiques. Modes de fabrication. Caoutchoucs. Lubrifiants.

MEC 2423 Mécanique III (3,0) 3 cr.

Bases et limites de la mécanique; rappel des lois de Newton, les référentiels en mécanique, limites de la mécanique newtonnienne. Dynamique des particules; coordonnées généralisées, fonctions énergétiques et de dissipation, équations différentielles de Lagrange, types de liaison. Dynamique des corps rigides; propriétés inertielles, angles d'Euler, équations d'Euler, les équations de Lagrange. Principes variationnels de la mécanique; calcul variationnel, principe de Hamilton et de l'action stationnaire, extension aux milieux continus et application aux problèmes de la statique.

MEC 2813 Mécanique thermo-fluide I (2,1½) 3 cr.

Revue des notions fondamentales en mécanique des fluides et thermodynamique. Propagation des ondes dans un milieu élastique. Écoulement compressible à une dimension. Écoulement visqueux. Équations Navier-Stokes. Écoulement laminaire dans les conduites. Couche limite, application à une plaque plane. Écoulement turbulent dans les conduites.

MEC 3206 Théorie des machines (4,3) 6 cr.

Mécanismes. Mouvement en plan, hélicoïdal, sphérique. Inversion Cames. Dessin analytique des cames. Cames radiales à galet ou à rouleaux. Angle de pression. Contour spécifié. Engrenages droits standards et non-standards. Engrenages coniques. Trains d'engrenages ordinaires et planétaires. Introduction à la synthèse des mécanismes. Méthodes de Rosenauer et Freudenstein. Solution graphique des vitesses et accélérations absolues et relatives. Méthodes spéciales d'analyse cinématique (théorème de Kennedy, point auxiliaire, construction à 3-lignes). Analyse des forces dans la machinerie. Force et torque d'inertie primaire et secondaire. Distribution des forces d'inertie. Masses équivalentes.

Forces statiques dans les machines. Forces de contact dans les engrenages et les cames. Équilibrage statique et dynamique des rotors dans un ou plusieurs plans. Détermination de l'équilibrage nécessaire pour une machine. Application de ces notions à la solution de problèmes pratiques.

MEC 3223 Mécanique de fabrication I (2,1½) 3 cr.

Formage. Coulage. La conception rationnelle du dessin des pièces de fonderie. Forgeage. Obtention de la fibre par déformation plastique. La forgeabilité. Laminage. Extrusion. Procédés de fabrication. Soudage. Contrôle des matériaux et des procédés. Emboutissage. Travaux à la presse. Études expérimentales diverses sur les problèmes de déformations plastiques à froid et à chaud. Métallographie des soudures.

MEC 3233 Métallurgie (2,1½) 3 cr.

Métaux purs. Structure cristalline. Caractéristiques mécaniques. Fabrication de la fonte et de l'acier. Haut fourneau. Bessemer. Martin. Fours électriques. Alliages fer-carbone. Diagrammes d'équilibre. Fontes: grises, blanches, malléables et fontes composées. Traitements thermiques. Trempe. Revenu. Recuit. Traitements superficiels. Cémentation. Nitruration. Cyanuration. Aciers composés. Diagrammes de transformations isothermes. Applications de courbes T.T.T. Métaux et alliages non ferreux. Métaux légers. Durcissement par précipitation. Maturation. Métallurgie des poudres. Préparation. Compression. Frittage. Propriétés des produits de la métallurgie des poudres.

Essais de dureté. Micrographie et macrographie. Examen au microscope des structures. Examen des fibres. Étude des traitements mécaniques et thermiques.

MEC 3254 Mécanique de fabrication II (2,3) 4 cr.

Procédés sur machines-outils: éléments de coupe, formes pratiques des outils courants; étude détaillée des différentes opérations sur machines-outils: tour, fraiseuse, rectifieuse... etc.; précision, productivité et fini de surface.

Type de production: limitée, en série; machine-outil pour chaque type; procédé approprié. Gabariage. Estimé du temps de production, de la capacité de production. Plan de l'atelier.

Contrôle de la production: Méthode de contrôle, jauges: conception, vérification. Métrologie d'atelier.

Procédés spéciaux de production: Étude de procédés d'usinage à décharge électrique, ultrasonique, électrolytique, etc.

MEC 3264 Construction mécanique I (3,1½) 4 cr.

Introduction au concept de design. Efforts; différentes formes de charges, théories d'effondrement, fatigue, fluage, concentration d'efforts, diagramme d'effondrement, efforts de contact, impact. Méthode statistique dans la sélection d'un facteur de sécurité et de la fiabilité. Design optimum d'éléments mécaniques. Usure.

MEC 3425 Élasticité appliquée (3,3) 5 cr.

Déplacements et déformations dans un milieu continu. Équations d'équilibre. Fonctions de contraintes. Énergie de déformation.

Applications à des problèmes, axialement symétriques, cylindres épais, barres courbes. Concentration d'efforts. Cas de contacts élastiques. Applications à des problèmes de torsion: barres de sections non circulaires, analogie de la membrane, ressort hélicoïdal. Applications simples à des cas de plaques et coques. Comportements plastiques et viscoélastiques de matériaux. Propagation d'onde élastique.

Méthodes numériques: différences finies, méthodes de relaxation.

Mesures des déformations par jauges à résistance électrique. Utilisation des jauges à résistance et de divers ponts à jauges pour la mesure des déformations dans les cylindres épais, les barres droites et poutres en flexion, et dans les plaques. Mesures de la déflexion des barres et des plaques.

Initiation à la photo-élasticimétrie: détermination des constantes mécano-optiques d'un plastique photoélastique. Détermination des champs de contraintes dans les barres en tension et en flexion, dans les disques et anneaux circulaires. Utilisation de la méthode photostress.

MEC 3825 Mécanique thermo-fluide II (3,3) 5 cr.

Quantité de mouvement, application à la couche limite. Transmission de chaleur par conduction et convection. Introduction au transfert de masse. Application des méthodes de solution analogique et digitale. Séances de laboratoire: expériences pratiques. Solution et discussion de problèmes en classe. Discussion des questions soulevées par les étudiants. Discussion des applications.

MEC 3836 Thermodynamique II (4,3) 6 cr.

Aperçu statistique. Relations thermodynamiques (équations de Maxwell et Clapeyron) Gaz réels, tables, graphiques. Vapeurs, charte Mollier, tables. Compression et détente des gaz. Cycle Rankine. Cycles renversés. Pompe à chauffer. Réfrigération. Mélanges air-vapeurs. Conditionnement de l'air. Notions d'équilibre thermodynamique. Séances de laboratoire: expériences pratiques. Solution et discussion de problèmes en classe. Discussion des questions soulevées par les étudiants. Discussion des applications.

MEC 3864 Turbomachines (3,1½) 4 cr.

Analyse dimensionnelle. Transfert d'énergie entre fluide et rotor. Classification. L'écoulement fluide. Compressibilité. Cavitation. Profils aéro et hydrodynamiques. Turbines hydrauliques, à gaz, à vapeur. Réaction, impulsion. Performance des turbines. Pompes centrifuges et axiales. Compresseurs dynamiques, axiaux et centrifuges. Performance des pompes et compresseurs. Séances de laboratoire: expériences pratiques. Solution et discussion de problèmes en classe. Discussion des questions soulevées par les étudiants. Discussion des applications.

MEC 4021 Séminaire (0,1½) 1 cr.

Présentation de travaux analytiques par chacun des étudiants, suivie d'une période de discussion. Le séminaire fournit à l'étudiant l'occasion de s'exprimer en public sur un sujet technique. Le jury accorde autant d'importance à la présentation qu'au sujet traité.

MEC 4034 Projet de constructions mécaniques (0,6) 4 cr.

Ces périodes sont affectées à un travail d'envergure portant sur un sujet aussi pratique que possible et comportant les calculs et dessins complets de production suivant les normes utilisées dans l'industrie. Elles peuvent être aussi affectées à un travail purement analytique sur approbation du directeur du département.

Chaque étudiant devra choisir un sujet et un directeur de projet qui acceptera de le guider. Il devra faire rapport du progrès de son travail au moins à toutes les deux semaines. Un jury sera formé pour coter ces travaux.

MEC 4044 Projet de processus industriels (0,6) 4 cr.

Le projet de chaque étudiant pourra consister en la simulation, soit analogique, soit digitale de modèles mathématiques, et certaines déterminations expérimentales sur des appareils existants ou susceptibles d'être construits pourront également être prises pour fins de vérification. Cette étude dynamique amènera l'étudiant aux portes du contrôle des processus et servira à augmenter ses connaissances en ce domaine.

MEC 4053 Stoechiométrie (2,1½) 3 cr.

Rappel des notions d'équilibre. État de régime. Bilans de matière et bilans d'énergie. État transitoire. Opérations de séparation par étapes successives.

MEC 4242 Projet industriel de fabrication (0,3) 2 cr.

Étude de la précision, des procédés et de l'économie de fabrication. Dessins et calcul des outils, des montages, des guides et des gabarits suivant les normes utilisées dans l'industrie.

MEC 4275 Construction mécanique II (4,1½) 5 cr.

Calculs d'éléments de machines. Fixage des éléments. Transmission de puissance; arbres, courroies, couplages, embrayages. Ressort; hélicoïdal, barre de torsion. Paliers; lisses, à rouleaux, à billes. Lubrification. Emploi des calculatrices dans le design.

MEC 4285 Génie industriel (4,1½) 5 cr.

Organisation de la production. Production et recherches opérationnelles: élaboration des modèles symboliques, traitement des modèles par les méthodes analytique et numérique. Prévisions de la demande et modèle de stocks, d'affectation, de files d'attente, de remplacement et d'ordonnancement. Estimation et contrôle du coût de la production. Échantillonnage et contrôle statistique de la qualité de la production.

MEC 4294 Mécanique de fabrication III (3,1½) 4 cr.

Cinématique de coupe: composition des mouvements élémentaires pour générer les surfaces des produits; géométrie des outils; surface théorique et surface actuelle engendrée. Applications.

Théorie de la coupe des métaux: étude de la formation du copeau: continu, avec arrête rapportée, et discontinu. Forces de coupe et frottement; mesures. Puissance absorbée par la formation du copeau. Usure des outils, critères d'usure. Température de coupe; température à l'interface copeau-outil. Les fluides de coupe: propriétés et facteurs d'influence. Usinabilité: définition, indices et facteurs d'influence. Recherche des meilleures conditions de rendement d'un outil.

Machine-outil: conception de machines-outils. Essais des machines-outils: statiques et pratiques. Essais dynamiques des machines-outils. Étude élémentaire du brochage, facteur d'influence, seuil de stabilité.

MEC 4436 Vibrations mécaniques (4,3) 6 cr.

Mouvement harmonique: représentation vectorielle et notation complexe; composition des mouvements harmoniques. Analyse harmonique des mouvements périodiques; spectres de fréquence. Système à un seul degré de liberté avec et sans dissipation d'énergie. Méthodes énergétiques. Vibrations forcées par l'excentricité et par une force harmonique. Vitesses critiques des arbres en rotation. Transmission et isolation des forces. Instruments détecteurs: vibromètres, accéléromètres, extensomètres. Systèmes à plusieurs degrés de liberté. Modes caractéristiques. Amortisseurs dynamiques. Application des méthodes de calcul numérique. Systèmes électromécaniques et analogies. Systèmes non-linéaires ou à caractéristiques variables.

Instruments de mesure électroniques: voltmètre, oscilloscope, amplificateurs divers, ponts de Wheatstone; leur utilisation dans les mesures. Détecteurs divers: de position linéaire et angulaire, de vitesse, d'accélération. Obtention du signal, transmission et fixation optique par oscilloscope ou enregistreur graphique. Réponse en fréquence et atténuation du signal. Forces transmises et isolation des machines. Équilibrage des rotors et vitesses critiques; vibrations de flexion, vibrations torsionnelles. Excitateurs mécaniques et électrodynamiques de vibration. Vibrations forcées et analyse des systèmes linéaires.

MEC 4606 Modèles statiques de processus (4,3) 6 cr.

Le phénomène de diffusion dans les processus de séparation. Données de base. Calcul des opérations unitaires. Équilibre de phases. Principes fondamentaux de calcul: distillation, absorption, extraction, adsorption par contact à étage et contact continu.

MEC 4616 Modèles dynamiques de processus (4,3) 6 cr.

Éléments de cinétique chimique et application aux réacteurs. Reprise des opérations unitaires dans leur comportement dynamique. Simulation analogique et digitale. Introduction au contrôle de ces opérations.

MEC 4755 Organes des systèmes asservis (4,1½) 5 cr.*Organes électriques et électro-mécaniques.*

Capteurs: mesure de quantité électrique: tension, courant, puissance, induction magnétique. Mesure des positions, pressions, forces, couples, vitesses et accélérations. Gyroscope. Mesure des niveaux de liquides, des débits de fluides. Mesure des radiations.

Analyseurs: analyseurs optiques, spectromètre de masse, chromatographe, viscosimètres, etc.

Amplificateurs: modulateurs et démodulateurs. Amplificateurs électroniques, électromécaniques (relais), rotatifs, magnétiques.

Organes moteurs: moteurs électriques à courant continu et alternatif, moteurs pulsés. Solénoïdes, freins, embrayages.

Organes pneumatiques — Fluidique.

Sources d'air comprimé: compresseurs, filtres, etc. Transmission pneumatique: systèmes à équilibre de force, à déplacement. Organes de commande continue: régulateur du type à déplacement, à force, à membrane, à action intégrale, dérivée, combinée. Description et fonctions de transfert.

Organes d'action continue (à ressort, piston, moteur, etc.). Relais d'asservissement. Vannes de réglage: écoulement liquide et gazeux, caractéristique des différents types. Organes de commande discontinue. Organes de logique pneumatique à parties mobiles.

Fluidique (éléments sans parties mobiles). Éléments à fonction logique; exemples des circuits logiques. Éléments à fonction proportionnelle; exemples de circuits. Circuits hybrides. Détecteurs utilisant des éléments fluidiques.

Organes hydrauliques

Composants hydrauliques. Vannes commandées: hydrauliques, électrohydrauliques. Actuateurs. Vannes cylindriques: écoulement, forces, caractéristiques non-linéaires. Fonctions de transfert. Systèmes hydrauliques. Résistance, capacité et inertance; paramètres groupés. Fonctions de transfert d'éléments de sortie. Pompes contrôlées par vanne commandée.

MEC 4845 Transmission de chaleur et combustion (4,1½) 5 cr.

Revue de la convection et conduction. Phénomènes transitoires. Radiation de la chaleur. Transmission globale de la chaleur. Aperçu sur la combustion. Brûleurs à gaz, à combustibles liquides et solides. Applications.

Séances de laboratoire: expériences pratiques. Solution et discussion de problèmes en classe. Discussion des questions soulevées par les étudiants. Discussion des applications.

MEC 4853 Moteurs à combustion interne (2,1½) 3 cr.

Efficacités, rendements, carte indicatrice. Moteurs à allumage par bougie: cycle idéal, approximatif, réel; carburation, ignition, balance énergétique. Moteurs

à allumage par compression: cycle idéal, approximatif, réel, mixte; injection d'huile, détonation, précompression. Moteurs à 2 temps, rotatif, à gaz. Cycle Brayton idéal, avec friction fluide, avec récupération de chaleur; turbine à gaz dans l'aviation. Fusées.

Séances de laboratoire: expériences pratiques. Solution et discussion de problèmes en classe. Discussion des questions soulevées par les étudiants. Discussion des applications.

MEC 4875 Centrales d'énergie (4,1½) 5 cr.

Rappel sur: combustibles, combustion, transmission de chaleur et écoulement fluide. Centrales à vapeur d'eau; cycles thermodynamiques, éléments constitutifs (chaudières, condenseurs, turbines, etc.), contrôle. Centrales à vapeur de mercure; cycle thermodynamique, réalisations. Centrales atomiques; combustibles, réacteurs, turbines. Centrales avec moteurs à combustion interne: moteurs à piston, cycle, systèmes; turbines à gaz, cycles, systèmes. Centrales solaires, éoliennes, géothermiques, thermoélectriques, thermo-ioniques. Analyse économique.

MEC 6041 Séminaires et colloques 1 cr.

On exige de chaque candidat la présentation de deux colloques portant sur ses travaux au cours de l'année. Ces présentations permettent à tous d'élargir leur horizon et aident à acquérir la facilité de communication.

Des séminaires sont tenus sur des sujets se rattachant aux projets de recherche. Des conférenciers invités, spécialistes dans leur domaine, permettent de connaître le niveau de développement dans les réalisations actuelles des différentes techniques.

MEC 6063 Techniques d'analyse et de calcul 3 cr.

Ce cours vise à donner aux étudiants les connaissances plus approfondies des techniques numériques d'analyse. Quelques types de problèmes sont étudiés à partir de la formulation du problème jusqu'à la solution pratique sur calculatrice digitale.

MEC 6294 Dynamique 4 cr.

Particule et système de particules: mouvement dans le plan et dans l'espace. Systèmes de coordonnées et transformations. Loi de la conservation de l'énergie. Systèmes à masse variable.

Systèmes soumis à des contraintes: équations des contraintes. Coordonnées et forces généralisées. Équations d'équilibre en coordonnées généralisées. Équations de Lagrange. Principe de Hamilton.

Corps rigides: équations du mouvement par rapport à un point fixe. Mouvement de rotation combiné à un mouvement de translation. Précession directe et rétrograde. Stabilité.

Charges transitoires: choc et impact. Charges impulsives et application aux procédés de fabrication. Influence du type de chargement sur les propriétés mécaniques des matériaux.

Applications: dynamique des machines tournantes. Effets gyroscopiques. Dynamique des mouvements linéaires (laminoirs, etc . . .)

MEC 6302 Mécanique de fabrication IV 2 cr.

Fabrication par déformation plastique.

Revue des notions de plasticité. Principe du travail plastique maximum: ses conséquences. États d'équilibre limites des corps plastiques. Réseau de lignes de glissement: propriétés, construction géométrique, applications aux procédés de fabrication, à froid et à chaud: étirage et tréfilage à travers une matrice, emboutissage, laminage, forgeage, pliage. Efforts résiduels. Énergie dépensée.

MEC 6353 Applications des méthodes statistiques 3 cr.

Ce cours se compose de deux parties: 1) Revue des quantités statistiques: distributions, mesures centrales, mesures de dispersion, limites de confiance. Régression. Relation fonctionnelle. Analyse de la variance. Introduction à la planification des expériences industrielles. "Designs" simples: Factoriel, carré latin. Applications. 2) Cette deuxième partie sera donnée par un professeur invité possédant expérience industrielle dans le domaine. Ce cours portera sur l'application des méthodes de design statistique à des problèmes d'actualité.

MEC 6363 Fluidisation 3 cr.

Introduction historique. Exemple d'application industrielle.

Caractérisation des petites particules.

Écoulement autour des petites particules.

Rhéologie des poudres.

Écoulement des poudres non-fluidisées. Étude de l'écoulement dans les silos. Techniques de dessin des silos.

Écoulement dans les couches fixes (juste ce qui est nécessaire pour comprendre la fluidisation particulaire).

Fluidisation particulaire et fluidisation aggrégative.

Théorie des bulles dans les lits fluidisés. Application à l'étude de l'efficacité du contact entre le gas et le solide dans un lit fluidisé.

Transport pneumatique en phase diluée et en phase dense. Application au dessin des unités fluidisées. Transport horizontal. Transport vertical.

Application à l'entraînement dans les lits fluidisés.

Récupération des particules, théorie et pratique des cyclones.

Transfert de chaleur dans les lits fluidisés.

Exemple pratique de dessin d'une unité fluidisée. Complément sur les grilles, l'instrumentation, etc . . .

MEC 6373 Thermodynamique avancée 3 cr.

Équilibre de phases et équilibre chimique critère d'équilibre et applicabilité aux systèmes homogènes. Systèmes miscibles et immiscibles. Équation de Gibbs-

Duhem. Propriétés d'excès. Propriétés molales partielles. Test de consistance thermodynamique. Application aux équilibres vapeur-liquide.

MEC 6383 Opérations unitaires dans le traitement des eaux polluées 3 cr.

Après avoir identifié les sources ainsi que les types de déchets industriels contribuant à la pollution des eaux, les opérations unitaires des principales méthodes employées pour le traitement des eaux polluées seront étudiées. Après avoir vu les méthodes standard du traitement, les procédés de traitement avancé et en voie de développement seront étudiés.

MEC 6394 Application d'analyse matricielle I 4 cr.

Introduction à l'algèbre matricielle. Théorèmes d'énergie. Rigidité des éléments de structure. Matrice de déplacement et méthodes des forces. Matrice de transfert et vecteur d'état. Propriétés d'inertie. Application dans les champs des poutres de l'infrastructure.

MEC 6404 Application d'analyse matricielle II 4 cr.

Synthèse des structures et problèmes d'optimisation. Analyse nonlinéaire des structures. Méthode des éléments finis appliquée à des problèmes à deux dimensions. Méthodes de calcul et programmation sur ordinateur.

MEC 6444 Élasticité générale 4 cr.

Notions de calcul tensoriel et opérations sur les tenseurs; vecteurs de base et composantes physiques. Déformations infinitésimales; tenseur des déformations et tenseur des contraintes.

Analyse des contraintes et des déformations autour d'un point; équations d'équilibre et de comptabilité. Relations entre les contraintes et les déformations. Fonctions d'Airy.

Problèmes en coordonnées cartésiennes et polaires dans le plan — Méthodes énergétique. Problèmes en coordonnées curvilignes. Torsion des barreaux prismatiques. Plaques et coques. Problèmes dans l'espace. Application des méthodes de calcul numérique. — Étude de la propagation des contraintes et des déformations dans les milieux continus.

MEC 6453 Plasticité et Rhéologie 3 cr.

Contraintes, déformations, relations entre les contraintes et les déformations. Contraintes et déformations en plasticité; lois de la formation plastique; problèmes élémentaires d'équilibre élasto-plastique; corps écrouissables. Applications au formage des corps.

Introduction à la rhéologie. Notions fondamentales, corps élastiques, visqueux, plastiques, hétérogènes. Modèles analogiques, principes de superposition de Boltzmann, étude des corps viscoélastiques. Rhéologie des métaux, des verres, des hauts-polymères, des élastomères; applications industrielles.

MEC 6464 Élasticité dynamique 4 cr.

Systèmes à plusieurs degrés de liberté : vibrations libres et modes propres, conditions d'orthogonalité et de symétrisation. Méthode des coefficients d'influence pour obtenir les équations du mouvement. Études des vibrations forcées par superposition des modes propres.

Systèmes avec masse distribuée : problème des valeurs propres, cordes vibrantes, vibrations latérales et longitudinales des poutres, vibrations de torsion, plaques et membranes. Systèmes couplés en flexion et torsion. Systèmes forcés. Influence de l'inertie de rotation, de l'amortissement visqueux et structural.

Méthodes approchées de calcul : méthodes de Rayleigh, de Dunberley, d'Holzer, de Galerkin et de Myklestad, emploi du calcul matriciel.

Vitesses critiques des arbres : analyse des vibrations de flexion dans les arbres tournants. Régime permanent d'un arbre avec déséquilibre résiduel. Passage d'un arbre flexible au travers une vitesse critique. Arbre avec masses concentrées multiples ; méthode de la flexibilité dynamique ; influence de l'élasticité des supports. Arbre avec masse distribuée.

Vibrations aléatoires : systèmes linéaires invariants. Excitation et réponse des processus aléatoires en régime permanent. Réponse des systèmes à un et deux degrés de liberté à une excitation aléatoire en régime permanent.

MEC 6483 Mécanique expérimentale 3 cr.

Méthodes de réalisation des mesures ; connaissance du problème et limitation de la méthode expérimentale.

Extensométrie ; jauges de contrainte ; circuits de mesure et montages en pont ; commutation ; instrumentation de traitement et d'enregistrement. Photoélasticité : problèmes statiques et dynamiques. Travaux pratiques.

Mesure de déplacements. Micromètres mécaniques, inductifs, capacitifs ; transformateurs variables ; circuits potentiométriques. Systèmes dynamiques et capteurs à signal intégré ; vibromètres et accéléromètres ; instrumentation et traitement du signal. Interférométrie.

Méthodes spéciales. Laques fragiles pour la mesure approximative des déformations. Méthode "Photostress" pour le travail sur pièce nature. Cinécaméra à haute vitesse pour mesures sur des systèmes dynamiques. Méthodes analogiques diverses.

MEC 6494 Vibrations non-linéaires 4 cr.

Introduction : rappel des systèmes linéaires. Principe de superposition. Classification des problèmes non-linéaires.

Méthodes topologiques : systèmes autonomes conservatifs. Systèmes linéaires "par morceaux". Systèmes autonomes dissipatifs : construction de Liénard. Étude des points singuliers. Index de Poincaré. Systèmes auto oscillants. Cycle limite. Oscillations de relaxation. Théorie des bifurcations (notions).

Méthodes analytiques: méthode de Duffing. Solution harmonieuse. Harmoniques et sous harmoniques. Combinaison de fréquences. Méthode des perturbations de Poincaré. Méthode de variation des constantes de Kryloff et Bogoliuboff, Appleton et Van der Pol. Applications. Systèmes autonomes. Influence d'une excitation périodique. Systèmes auto oscillants. Méthode de Rauscher. Méthode de Galerkin.

Stabilité: définition (Liapounoff). Stabilité orbitale. Systèmes linéaires. Systèmes linéaires à coefficient périodiques. Seconde méthode de Liapounoff.

MEC 6624 Dynamique des processus 4 cr.

Caractéristiques des processus. Analyse des paramètres dans les processus divers; résistance, capacitance et écoulement dans les systèmes électriques, liquides, gazeux, mécaniques et thermiques. Éléments proportionnels à constante de temps et oscillants. Étude de la dynamique de quelques processus simples.

Cinématique de la manutention. Écoulement des matières; stock, retenue et réserve; stocks en cascade. Régulation des débits, stocks et réserves. Réglage de la qualité dans un processus.

Fluides en mouvement. Variation d'un niveau liquide, d'un débit. Régulation du niveau de réservoirs cascades. Régulation de débit, de pression. Fluides compressibles; régulation de débit, pression.

Processus thermiques. Principes physiques; conduction et convection, radiation. Commande des processus thermiques. Réchauffeurs par convection; échangeurs de chaleur. Réponse dynamique des échangeurs. Circuits thermiques.

Processus chimiques. Cinétique des réactions. Commande des systèmes avec réactions chimiques. Dynamique des réacteurs chimiques. Régulation de la composition.

Optimalisation des systèmes multistages par la programmation dynamique et le principe du maximum.

MEC 6634 Processus industriels 4 cr.

Cinétique chimique. Calcul des réacteurs types réservoir, tubulaire et discontinu. Séquence optimale de réacteurs, stabilité et contrôle des états stationnaires.

MEC 6884 Écoulements dans les organes de commande 4 cr.

Ce cours s'adresse à ceux qui désirent connaître plus à fond les organes de commande à fluide. Il a pour but de fournir les connaissances additionnelles requises en mécanique des fluides, de façon à étudier les écoulements dans les organes pneumatiques, hydrauliques, aussi bien que les éléments de la logique fluidique.

Revue de l'écoulement visqueux incompressible et compressible, avec un accent sur l'écoulement en conduite fermée. Réattachement des jets, écoulements à

vortex et de Poiseuille, dans l'optique des développements récents des organes fluides; étude de ces phénomènes indiquant les champs de travail. Caractéristiques entrée-sortie en liaison avec l'écoulement et la géométrie des organes.

MEC 6894 Phénomènes de transport I 4 cr.

Conduction thermique. Bilans d'énergie. Équation du changement. Transfert d'énergie avec deux variables indépendantes. Systèmes à paramètres distribués. Diffusivité et bilans de masse. Équation de changement à composants multiples et transfert massique avec deux variables indépendantes.

MEC 6903 Phénomènes de transport II 3 cr.

Transfert d'énergie en régime turbulent. Transfert d'énergie entre phases. Radiation. Bilans macroscopiques massiques en régime turbulent avec composants multiples.