

**UNIVERSITÉ
DE
SHERBROOKE**

**FACULTÉ
DES
SCIENCES
APPLIQUÉES
68/69**

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

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

TABLE DES MATIÈRES

CALENDRIER DES FACULTÉS	5
--------------------------------	----------

PRÉSENTATION

HISTORIQUE	9
DIRECTION	11
CORPS PROFESSORAL	13

RÈGLEMENTS PÉDAGOGIQUES

CONDITIONS D'ADMISSION	15
EXAMENS	16

ENSEIGNEMENT ET PROGRAMMES	25
-----------------------------------	-----------

LE BACCALAURÉAT

La formule coopérative	25
Le programme des cours	26

LA MAÎTRISE

L'admission	36
L'inscription	36
Les cours	36
La scolarité	37
Le mémoire	37
La durée des études	38
Le diplôme	38

LE DOCTORAT

L'admission	38
L'inscription	39
Les cours	39
L'examen général	39
Les langues	40
La scolarité	40
La thèse	40
La soutenance	40
La durée des études	41
Le diplôme	41

DESCRIPTION DES COURS

COURS GÉNÉRAUX ET COURS OFFERTS PAR LES DÉPARTEMENTS DE LA FACULTÉ DES SCIENCES	43
---	----

LES DÉPARTEMENTS	
GÉNIE CIVIL	47
Le baccalauréat	48
La maîtrise et le doctorat	54
GÉNIE ÉLECTRIQUE	61
Le baccalauréat	62
La maîtrise et le doctorat	73
GÉNIE MÉCANIQUE	85
Le baccalauréat	86
La maîtrise et le doctorat	94

CALENDRIER UNIVERSITAIRE 1968-1969

	LUNDI, 29 AVRIL 1968
Programme coopératif: date limite des inscriptions et début des cours; début des stages pratiques, session du printemps.	
	JEUDI, 23 MAI 1968
Ascension. Congé universitaire.	
	SAMEDI, 8 JUIN 1968
Collation des grades.	
	LUNDI, 10 JUIN 1968
Début des examens périodiques des étudiants du cours coopératif.	
	LUNDI, 17 JUIN 1968
Début des interviews, programme coopératif.	
	 VENDREDI, 28 JUIN 1968
Fin des interviews.	
	LUNDI, 15 JUILLET 1968
Date limite de la réception des demandes d'admission et de réadmission.	
	 VENDREDI, 26 JUILLET 1968
Programme coopératif: fin des cours.	
	 VENDREDI, 9 AOÛT 1968
Programme coopératif: fin des examens.	
	 VENDREDI, 23 AOÛT 1968
Programme coopératif: fin des stages pratiques, session du printemps.	
	LUNDI, 26 AOÛT 1968
Programme coopératif: début des stages pratiques, session d'automne.	
	MARDI, 3 SEPTEMBRE 1968
Date limite des inscriptions.	
	MERCREDI, 4 SEPTEMBRE 1968
Entrée des nouveaux étudiants de toutes les facultés. Journée d'information.	
	 JEUDI, 5 SEPTEMBRE 1968
Début des cours dans toutes les facultés.	
	 JEUDI, 14 OCTOBRE 1968
Jour d'Action de Grâce. Congé universitaire.	
	SAMEDI, 19 OCTOBRE 1968
Collation des grades.	
	LUNDI, 21 OCTOBRE 1968
Début des examens périodiques.	
	MERCREDI, 23 OCTOBRE 1968
Programme coopératif: début des interviews, dans l'après-midi.	
	 VENDREDI, 1 NOVEMBRE 1968
Fête de la Toussaint. Congé universitaire.	

VENDREDI, 8 NOVEMBRE 1968
Programme coopératif: fin des interviews.

LUNDI, 11 NOVEMBRE 1968
Début de la Semaine des sciences.

VENDREDI, 29 NOVEMBRE 1968
Date limite des renouvellements d'admission pour les étudiants du cours coopératif de la session d'hiver 1969.

VENDREDI, 6 DÉCEMBRE 1968
Fin des cours.

DIMANCHE, 8 DÉCEMBRE 1968
Fête de l'Immaculée-Conception.

LUNDI, 9 DÉCEMBRE 1968
Congé universitaire.

MERCREDI, 11 DÉCEMBRE 1968
Début des examens.

SAMEDI, 21 DÉCEMBRE 1968
Fin des examens dans toutes les facultés.
Début du relâche de Noël.
Programme coopératif: fin des stages pratiques de la session d'automne.

VENDREDI 27 DÉCEMBRE 1968
Programme coopératif: début des inscriptions des étudiants.

LUNDI, 30 DÉCEMBRE 1968
Début des stages pratiques, session d'hiver, pour les étudiants du cours coopératif.

MARDI, 7 JANVIER 1969
Reprise des cours dans toutes le facultés et date limite des inscriptions au cours coopératif.

SAMEDI, 1 FÉVRIER 1969
Second versement des frais de scolarité.

LUNDI, 17 FÉVRIER 1969
Début des examens périodiques.

MERCREDI, 19 FÉVRIER 1969
Programme coopératif: début des interviews, dans l'après-midi.

VENDREDI, 7 MARS 1969
Programme coopératif: fin des interviews.

LUNDI, 31 MARS 1969
Date limite des renouvellements d'admission au cours coopératif.

JEUDI, 3 AVRIL 1969
Début du relâche de Pâques, après les cours.

MERCREDI, 9 AVRIL 1969
Début des examens.

SAMEDI, 19 AVRIL 1969

Fin des examens.

LUNDI, 21 AVRIL 1969

Début des inscriptions au cours coopératif.

VENDREDI, 25 AVRIL 1969

Programme coopératif: fin des stages pratiques, session d'hiver.

LUNDI, 28 AVRIL 1969

Programme coopératif: date limite des inscriptions et début des cours.

Début des stages pratiques, session du printemps.

JEUDI, 15 MAI 1969

Ascension. Congé universitaire.

SAMEDI, 7 JUIN 1969

Collation des grades.

LUNDI, 9 JUIN 1969

Programme coopératif: début des examens périodiques.

LUNDI, 16 JUIN 1969

Programme coopératif: début des interviews, dans l'après-midi.

VENDREDI, 27 JUIN 1969

Fin des interviews.

MARDI, 15 JUILLET 1969

Date limite pour la réception des demandes d'admission et de réadmission.

VENDREDI, 25 JUILLET 1969

Programme coopératif: fin des cours.

JEUDI, 31 JUILLET 1969

Date limite des renouvellements d'admission au cours coopératif.

VENDREDI, 8 AOÛT 1969

Programme coopératif: fin des examens, session du printemps.

VENDREDI, 22 AOÛT 1969

Programme coopératif: fin des stages pratiques, session du printemps.

PRÉSENTATION

HISTORIQUE

La Faculté des sciences fut fondée le 20 mai 1954, en vertu de la charte (23 février 1954) de l'Université de Sherbrooke.

La nouvelle faculté comprend alors une école de génie et une école des sciences pures. Mais les premiers jalons de cette nouvelle Faculté des sciences sont posés par la Commission scolaire catholique de Sherbrooke qui, dès septembre 1951, organise une première année de génie, à l'École supérieure de Sherbrooke dirigée par les Frères du Sacré-Cœur.

En septembre 1954, s'ouvrent la deuxième année de génie, le cours pré-médical et la deuxième année de sciences pures. En 1957, à la suite d'un remaniement de structure, la Faculté organise un cours de génie (5 ans) conduisant au baccalauréat en sciences appliquées et au diplôme d'ingénieur (génie civil, électrique ou mécanique) et prévoit l'organisation d'un cours de sciences (4 ans) conduisant au baccalauréat ès sciences (spécialisation: biologie, chimie, mathématiques et physique). C'est ainsi qu'à la fin de l'année académique de 1958-59, la Faculté décerne le baccalauréat en sciences appliquées à son premier groupe de gradués; la première promotion en sciences pures, par contre, est octroyée en 1963.

L'année 1965 marque un regain d'activité à la Faculté qui inaugure trois nouveaux programmes: un cours conduisant, en collaboration avec la Faculté des sciences de l'éducation, à la licence d'enseignement secondaire dans les disciplines suivantes: chimie, biologie, physique, mathématiques; un cours conduisant au baccalauréat ès sciences, cours généraux, en chimie, en biologie, en physique et en mathématiques, et un programme de recherche conduisant à la maîtrise ès sciences en chimie et en biologie. La poussée se maintient en 1966, alors que la Faculté inscrit ses premiers étudiants à la maîtrise ès sciences appliquées, avec option en génie civil, génie électrique et génie mécanique. Les Départements de biologie et de chimie, déjà engagés vers les études supérieures, acceptent leurs premiers candidats au doctorat.

En 1966, l'initiative qui marquera sans doute le plus la Faculté dans son développement pédagogique et ses relations avec l'industrie est la mise sur pied du programme coopératif pour la formation des ingénieurs.

Dû en grande partie à la réforme scolaire amorcée dans le Québec au niveau secondaire vers 1961, les effectifs étudiants ont triplé au cours des cinq dernières années. En septembre 1967, 485 étudiants étaient inscrits en sciences pures et 516 en sciences appliquées.

Le 1er juin 1967, l'Université décidait de regrouper au sein de deux facultés distinctes les départements de sciences pures et de sciences appliquées. La discipline de génie (civil, électrique et mécanique) forme la Faculté des sciences appliquées, tandis que la discipline de sciences pures (biologie, chimie, physique et mathématiques) forme la Faculté des sciences. L'Université sanctionnait aussi les programmes de doctorat de la Faculté des sciences appliquées.

Pour accueillir le nombre grandissant de candidats attirés par la formule coopérative, l'Université mettait en chantier durant l'été 1967 un pavillon qui pourra recevoir, à pleine capacité, plus de 1,000 étudiants-ingénieurs. Ce pavillon sera prêt pour septembre 1968.

DIRECTION

Doyen:

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

Vice-doyen:

Louis-Marc GAUTHIER, ing., B.A., B.Sc.A. (Poly),
Directeur du Département de génie mécanique.

Secrétaire:

Jean-Paul CHAMPAGNE, B.Eng. (McG.), ing.

Conseillers:

Claude HAMEL, ing. B.A. (Mont.), B.Sc.A. (Sherbrooke), M.Sc.A. (Laval),
Directeur du Département de génie civil.

Jules DELISLE, ing., B.A. (Ottawa), B.Sc.A. (Laval), M.Sc. Aéro.
(E.N.S.A., Paris), Doc. (3e cycle) (Paris),

Directeur du Département de génie électrique.

Paul-Edouard BRUNELLE, ing., B.Sc.A. (Mont.), M.Sc.A. (Laval).

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

Attaché au secrétariat: Adrien ROY, B.A.

Bibliothécaire: Trefflé MICHAUD, ing., B.A., B.Sc.A. (Sherbrooke),
B.Bibl., M.Sc.A. (Poly).

Comité des études supérieures:

Président: Jean-Paul CHAMPAGNE

Membres: Paul-E. BRUNELLE
Marcel NOUGARET
Bernard COUPAL

Comité des enseignements généraux:

Président: Jean-Paul CHAMPAGNE

Membres: Lucien HUBERT
Adrien LEROUX
Dominique MASCOLO
Julien CONSTANTIN
Jean-Louis ALLARD
Gilles JONCAS

Comité d'admission en génie II et génie III:

Président: Jean-Paul CHAMPAGNE

Membres: Lucien HUBERT
Adrien LEROUX
Dominique MASCOLO
Gilles JONCAS

Comité mixte étudiants-professeurs:

Président: Claude HAMEL

Membres: Bernard BÉLAND
Robert L. PAPINEAU

Comité de première année:

Président: Jean-Pierre SAMSON

Secrétaire: Roger ST-ARNAUD

Membres: Jean-Paul CHAMPAGNE
Louis C. O'NEIL
Gérard E. PELLETIER
Julien CONSTANTIN
Robert SAUCIER
Jean LEFAIVRE
Louis-Marc GAUTHIER
Claude HAMEL
Jules DELISLE
Claude BOUCHER
Maurice CHACRON
Marcel RISI
NGUYEN Quat Ti
Raymond CAMPAN

CORPS PROFESSORAL

PROFESSEURS AGRÉGÉS

ASHIKIAN, Baruir, génie méc.
AUBÉ, Gaston, génie élec.
BÉLAND, Bernard, génie élec.
BOURASSA, Paul A., génie méc.
BRUNELLE, Paul-Edouard, génie civ.
CHAMPAGNE, Jean-Paul, génie élec., secrétaire
DELISLE, Jules, directeur du Dép. de génie élec.
DENIS, Gaston, génie élec., doyen
FLEMING, George K., génie méc.
GAUTHIER, Louis-Marc, vice-doyen et directeur du Dép. de génie méc.
HAMEL, Claude, directeur du Dép. de génie civ.
HUBERT, Lucien, génie méc.
LEROUX, Adrien, génie élec.
MILOVIC, Dusan, génie civ.

PROFESSEURS ADJOINTS

BOUDREAU, Lucien, génie méc.
COUPAL, Bernard, génie méc.
DESCHESNES, Pierre A., génie élec.
ELLYIN, Fernand, génie civ.
FAUCHER, Gilles, génie méc.
GHARGHOURY, Emmanuel, génie civ.
KOC SIS, Alexandre, génie élec.
LAFONTAINE, Pierre, génie civ.
LAMARCHE, Robert, génie civ.
LAPOINTE, Guy, génie civ.
LEMIEUX, Pierre, génie civ.
MARSAN, André, génie méc.
MASCOLO, Dominique, génie civ.
MORIN, Normand, génie civ.
NOUGARET, Marcel, génie élec.
PECKO, Georges, génie méc.
THIBAUT, Richard, génie élec.

PROFESSEURS CHARGÉS D'ENSEIGNEMENT

AITCIN, Pierre-Claude, génie civ.
LAUZIER, Conrad, génie méc.
PAPINEAU, Robert L., génie méc.

**PROFESSEURS CHARGÉS
DE COURS À PLEIN TEMPS**

CHAMPENOIS, Alain, génie méc.
DUGAL, Réal, génie méc.
FOURNET, Michel, génie méc.
GIRAUD, Serge, génie élec.
GRANGE, Gérard, génie élec.
GRES, Bernard, génie méc.
KAUFFMANN, Jean-Marie, génie élec.
PICHON, Jacques, génie civ.
POIRIER, Hildège, génie méc.
POVY, Lucien, génie élec.
RICHARD, Sylvio, génie élec.
RIFFAUD, Jean-Pierre, génie méc.
ROYER, Jean, génie méc.
TOUZOT, Gilbert, génie civ.
VAUSSY, Pierre, génie civ.

**PROFESSEURS
INVITÉS**

ABSI, Elie, génie civ.
DOKAINISH, M. A., génie méc.
MORCOS, William, génie méc.
PIRONNEAU, Yves, génie méc.
VAN GEEN, Roger, génie méc.

RÈGLEMENTS PÉDAGOGIQUES

CONDITIONS D'ADMISSION

1 — Admission en première année du cours de génie.

Pour être admissible en première année de génie, le candidat doit :

- détenir un diplôme de onzième sciences-mathématiques du Ministère de l'éducation et s'être classé dans le premier tercile durant ses dernières années d'études;
- ou détenir un certificat du cours préparatoire aux études supérieures (secondaire V) décerné par une école reconnue par le Ministère de l'éducation et s'être classé dans la première moitié de son groupe durant ses dernières années d'études;
- ou être technicien diplômé d'un Institut de technologie et avoir conservé une moyenne supérieure à 75 % pour la durée du cours;
- ou être bachelier ès arts et avoir démontré de réelles aptitudes pour les sciences;
- ou faire la preuve qu'il a reçu une formation générale suffisante pour suivre avec avantage un cours de génie.

2 — Admission en deuxième année de génie.

Pour être admissible en deuxième année de génie, le candidat doit :

- détenir un diplôme d'études collégiales d'un collège d'enseignement général et professionnel (CEGEP), avec le champ de concentration Sciences I; le diplôme de quelques instituts de technologie de la province est considéré équivalent à celui des CEGEP;
- ou être bachelier ès arts avec concentration en sciences;
- ou faire la preuve qu'il a reçu une formation équivalente à la première année de génie.

3 — Admission en troisième année de génie.

Pour être admissible en troisième année de génie, le candidat doit faire la preuve qu'il a reçu une formation équivalente à la deuxième année de génie.

Aucun candidat ne peut être admis en quatrième ou en cinquième année puisqu'il ne pourrait alors satisfaire aux exigences de la formation pratique requise par la formule coopérative.

La Faculté pourra faire subir des examens d'admission à tout candidat dont la préparation paraîtra les justifier.

Tout étudiant venant d'une autre université doit avoir satisfait aux exigences de cette dernière avant d'être promu à la Faculté.

Pour être admis comme étudiant régulier à la Faculté, il faut compléter les formalités d'inscription décrites dans les règlements généraux de l'Université. (Consultez la section consacrée aux "Renseignements généraux" à la fin du présent annuaire).

EXAMENS

PÉRIODES D'EXAMENS

1. (G,C) * Chaque semestre, ou session, comprend quinze (15) semaines et comporte deux (2) périodes d'examens: l'une, au milieu du semestre, pour les examens périodiques, l'autre, à la fin de la session, pour les examens semestriels ou finals.
2. (G,C) 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. (G,C) Il n'y a aucune suspension de cours, séances d'exercices ou travaux de laboratoire durant les jours qui précèdent les examens périodiques.
Quelques jours libres sont accordés à l'étudiant avant les examens semestriels ou finals.

* NOTE: Chaque numéro d'article est suivi d'une ou plusieurs lettres entre parenthèses. Cette notation a la signification suivante:

G (général): règlement qui s'applique aux classes de la formule traditionnelle (année académique de septembre à mai), à l'exception de génie I.
C (coopératif): règlement qui s'applique aux classes du programme coopératif (sciences appliquées).

P (première): règlement qui s'applique à la première année.

Tous les cours, séances d'exercices ou travaux de laboratoire sont supprimés pendant les périodes d'examens semestriels et les jours où il y a examens périodiques.

4. (P)

Pour la classe de génie I, chaque semestre comprend quinze (15) semaines et est divisé en trois (3) parties: sept (7) semaines consécutives de cours, une (1) semaine de demi-relâche et de nouveau, sept (7) semaines consécutives de cours.

Chaque semaine de cours comporte deux (2) périodes d'examens de cinquante (50) minutes chacune.

Un système d'examens partiels est en vigueur pour les mathématiques, la physique et la chimie. Au cours du semestre, il y a cinq (5) ou six (6) de ces examens à deux (2) ou trois (3) semaines d'intervalle; chacun porte sur les mathématiques, la chimie et la physique pour une durée égale de cinquante (50) minutes.

NOMBRE D'EXAMENS

5. (G,C)

Un cours réparti sur deux (2) semestres comporte au moins deux (2) examens, l'un semestriel et l'autre final; un cours réparti sur un (1) semestre comporte au moins un (1) examen qui est final.

EXAMENS PÉRIODIQUES

6. (C)

Les étudiants de génie II doivent nécessairement subir des examens périodiques, et le choix des matières est fait par le Comité des enseignements généraux.

7. (G,C)

Dans les classes autres que génie I, génie II et génie III A, les étudiants peuvent être appelés à subir des examens périodiques si les départements concernés le jugent à propos. Toutefois, ces examens doivent avoir lieu durant les périodes régulières, conformément à l'article 1 des présents règlements.

8. (G,C) Les examens périodiques ont une durée maxima de deux (2) heures et les examens semestriels ou finals, de trois (3) heures. Un étudiant à temps complet ne peut être appelé à subir le même jour deux (2) examens d'une durée de trois (3) heures chacun.

MATIÈRE

9. (G,C) La matière d'un examen semestriel ou final est celle étudiée durant le semestre que termine l'examen.

EXAMEN ORAL

10. (G,C) Seuls peuvent être oraux les examens de laboratoire et les examens périodiques donnés à des élèves appartenant à des classes autres que celles de génie I, génie II et génie III A. Les étudiants ayant motivé leur absence lors d'un examen final pourront subir un examen oral, quel que soit leur niveau.

HORAIRES

11. (G,C) Les horaires des examens sont préparés par le secrétariat de la Faculté, en collaboration avec les départements.

DISCIPLINE DANS LES SALLES D'EXAMENS

12. (G,C,P) 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.
13. (G,C,P) Si un étudiant est obligé de s'absenter de la salle d'examen, il doit en demander la permission au surveillant-en-chef; si la permission lui est accordée, il doit être accompagné hors de la salle par un surveillant.
14. (G,C,P) 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.

15. (G,C,P) Tout manquement aux règlements 12, 13 et 14 peut entraîner l'annulation de la copie d'examen de l'étudiant concerné.

**SURVEILLANCE DANS LES
SALLES D'EXAMENS**

16. (G,C,P) C'est au secrétariat qu'incombe la tâche de choisir le surveillant-en-chef dans la salle d'examen, celle de choisir ses assistants et enfin, celle d'assigner une place à chaque étudiant.

17. (G,C,P) Le surveillant-en-chef dans une salle d'examen est nécessairement un professeur; il doit veiller à faire distribuer les questionnaires d'examens, à apposer ses initiales ainsi que la date de l'examen sur chacun des cahiers supplémentaires remis aux étudiants et à transmettre lui-même les copies d'examens au secrétariat.

Toute question disciplinaire dans la salle d'examen relève de son autorité.

PLAGIAT

18. (G,C,P) 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 l'année et l'obligation pour l'étudiant de reprendre son année. Tout étudiant soupçonné d'une telle faute dans la salle d'examen devra se soumettre sur-le-champ aux demandes du surveillant-en-chef; un refus de se plier à ces demandes entraîne également l'annulation de tous les examens subis depuis le début de l'année.

COTE

19. (G,C,P) Tous les examens et autres travaux académiques sont cotés sur un maximum de cent (100) points.

REVISION

20. (G,C,P) 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.
21. (G,C,P) 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.
22. (G,C,P) 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

23. (G,C) L'importance relative des examens que doit subir l'étudiant dans une matière donnée, est précisée dans les règles suivantes:
- a) si la matière est enseignée durant deux (2) semestres et comporte deux (2) examens périodiques (en plus de l'examen semestriel et de l'examen final obligatoires), on alloue quinze (15) points pour chaque examen périodique, trente (30) points pour l'examen semestriel et (40) points pour l'examen final:

- b) si la matière est enseignée durant deux (2) semestres mais ne comporte pas deux (2) examens périodiques, on doit, tout en respectant les rapports 15:30:15:40 définis en a), allouer quarante-cinq (45) points pour le(s) examen(s) du premier semestre et cinquante-cinq (55) points pour le(s) examen(s) du deuxième semestre;
- c) si la matière n'est enseignée que pendant un (1) semestre, on alloue trente (30) points pour l'examen périodique et soixante-dix (70) points pour l'examen final.

Dans certains cas exceptionnels, la direction des études pourra autoriser une pondération différente.

24. (G,C)

Les notes obtenues par un étudiant dans un examen de contrôle (test), n'affectent pas sa note dans la matière concernée. Toutefois, les exercices ou devoirs pourront compter pour un maximum de 10% de la note finale.

Dans le cas de cours complétés par des travaux pratiques, i.e. laboratoires ou projets, pour lesquels une seule note combinée apparaît au carnet scolaire, le professeur pourra allouer jusqu'au tiers de la note finale pour ces travaux pratiques.

En aucun cas les examens officiels ne pourront compter pour moins des deux tiers de la note finale.

25. (P)

La note de semestre dans chaque matière, i.e. la note qui est portée au bulletin de l'étudiant, est la plus haute des deux (2) notes suivantes:

- a) la moyenne arithmétique des résultats des examens partiels du semestre;
- b) le résultat de l'examen supplémentaire.

Le résultat d'ensemble du deuxième semestre détermine le classement de l'année.

26. (G,C,P) La moyenne générale d'un étudiant pour un semestre ou une année est toujours pondérée en fonction du nombre de crédits accordés à chaque matière au programme.

CALCUL DES NOTES MOYENNES

27. (G,C) Le calcul des notes moyennes est fait par le secrétariat de la Faculté, selon la pondération décrite aux articles 23, 24, 25 et 26.

BULLETINS

28. (G,C,P) Deux (2) fois par année, 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. Alors que le premier bulletin ne fait qu'indiquer le rendement moyen de l'étudiant dans chaque matière pendant le premier semestre, le second donne une vue d'ensemble sur le travail de l'étudiant durant toute l'année 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.

Dans le cas de sciences I, le premier bulletin indique aussi la moyenne générale de l'étudiant pour le premier semestre et son classement correspondant.

Pour les étudiants du système coopératif, sauf génie II, on ne prépare qu'un seul bulletin général à la fin de chaque session.

ABSENCES AUX EXAMENS

29. (G,C,P) 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.

30. (G,C,P) L'étudiant absent d'un examen doit présenter ses motifs au secrétaire de la Faculté dans un délai d'une semaine après son retour à la Faculté. 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

31. (G,C) Pour être promu, l'étudiant doit conserver une moyenne générale de 60% sur l'ensemble des matières de la session ou de l'année. 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".

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

32. (P) Pour être promu en deuxième année, l'étudiant de génie I doit avoir conservé une moyenne générale de 60% sur l'ensemble du second semestre et une moyenne d'au moins 50% dans chaque matière pour l'ensemble de l'année.

Un étudiant de génie I peut être obligé à se retirer à la fin du premier semestre si son résultat d'ensemble est inférieur à 50% et si, dans l'opinion du Conseil de la Faculté, ses chances de réussite sont minimales.

33. (C) Pour les classes du système coopératif, la promotion est accordée par session, sauf pour la classe de génie II, où les étudiants sont promus à la session 3A d'après le résultat pondéré des sessions 2A et 2B. En cas d'échec, les deux (2) sessions de génie II sont à reprendre, et par la suite, seule la session échouée est à reprendre.

EXEMPTIONS

34. (G,C,P) Un étudiant qui reprend une année ou une session peut être exempté par la direction des études des matières (cours, laboratoires et travaux pratiques) dans lesquelles il a obtenu une moyenne générale d'au moins 70%.

RÉPÉTITIONS

35. (G,P) Aucun étudiant ne peut prendre plus de trois (3) ans pour compléter deux (2) années consécutives d'un programme de cours.
36. (C) Un étudiant ne peut répéter une année du cours plus d'une fois, et il ne peut prendre plus de onze (11) sessions académiques après génie I pour obtenir son diplôme.

ENSEIGNEMENT ET PROGRAMMES

La Faculté dispense son enseignement dans le cadre des programmes suivants :

— un cours coopératif conduisant au baccalauréat ès sciences appliquées (B.Sc.A.) avec option en génie civil, en génie mécanique ou en génie électrique. En septembre 1966, l'Université de Sherbrooke mettait au point ce qu'elle a appelé sa formule coopérative d'enseignement pour répondre aux besoins de plus en plus pressants du monde du travail qui réclame non seulement d'excellents théoriciens, mais aussi d'excellents praticiens. Cette formule repose sur le principe que la coordination des programmes académiques et de stages surveillés et dirigés offrent à l'étudiant les meilleurs garanties d'une préparation supérieure à la pratique professionnelle.

À la Faculté des sciences appliquées, suivant la formule coopérative, les études et l'exercice de la profession alternent par périodes de quatre mois. L'étudiant n'est plus simplement aux études, mais il est déjà lancé dans sa carrière.

Tous les renseignements sur la formule coopérative sont contenus dans la section "Renseignements généraux" à la fin du présent annuaire (page 1 à 72).

— un cours d'une durée minimale de douze mois conduisant à la maîtrise ès sciences appliquées (M.Sc.A.) en génie civil, en génie mécanique ou en génie électrique;

— un programme conduisant au doctorat ès sciences appliquées (Ph.D.) en génie civil, en génie mécanique ou en génie électrique.

LE BACCALAURÉAT

PROGRAMME DES COURS

GÉNIE I

La première année est commune à toutes les disciplines de sciences pures et de sciences appliquées (sauf l'option biologie), afin de permettre une meilleure orientation des étudiants. L'étudiant-ingénieur fait le choix de son option au début de la session 3B, alors qu'il peut se diriger vers le génie civil, le génie mécanique ou le génie électrique.

COURS	TITRE	HEURES PAR SEMAINE				Crédits
		Cours	Labo.	Cours	Labo.	
CHM 0106	Chimie générale	3	0	3	0	6
CHM 0103	Labo. de chimie générale	0	3	0	3	3
MAT 0226	Les nombres et les vecteurs	5	2½	0	0	6
MAT 0326	Géométrie analytique plane	0	0	5	2½	6
MAT 0146	Calcul différentiel et intégral I	3	1½	2	1½	6½
PHY 0009	Principes de physique	4	1½	4	1½	9
PHY 0012	Travaux pratiques de physique	0	2	0	2	2
		15	10½	14	10½	38½

GÉNIE II (SESSIONS 2A ET 2B)

COURS	TITRE	HEURES PAR SEMAINE				Crédits
		Cours	Labo.	Cours	Labo.	
CIV 1013	Géologie générale	3	0	0	0	3
GEN 1013	Application des mathématiques	0	3	0	3	3
MAT 1123	Calcul vectoriel et géométrie analytique	3	0	0	0	3
MAT 1148	Calcul différentiel et intégral II	4	0	4	0	8
MAT 1163	Equations différentielles ...	0	0	3	0	3
MEC 1114	Dessin industriel I	2	3	0	0	4
MEC 1124	Dessin industriel II	0	0	2	3	4
MEC 1403	Mécanique I	2	1½	0	0	3
MEC 1416	Mécanique II	0	0	4	3	6
MEC 1805	Thermodynamique I	0	0	4	1½	5
PHY 1406	Electricité et magnétisme	5	1½	0	0	6
PHY 1401	Labo. d'élec. et magn.	0	0	0	1½	1
		19	9	17	12	49

**GÉNIE III
(SESSION 3A)**

COURS	TITRE	HEURES PAR SEMAINE		Crédits
		Cours	Labo.	
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
		17	9	23

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.

SESSION 3B				
COURS	TITRE	HEURES PAR SEMAINE		Crédits
		Cours	Labo.	
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	Application des méthodes numériques	2	1½	3
		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
		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
		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
		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	Trafic routier	3	1½	4
	Sciences de l'homme	3	0	3
		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. Les sessions 2A, 2B et 3A seront donc communes à tous les futurs ingénieurs. 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	Labo.	
	Sciences de l'homme	3	0	3
ELE 2023	Electrotechnique et électronique II	2	1½	3
ELE 2105	Electromagnétisme I	4	0	5
ELE 2205	Analyse des systèmes I	4	0	5
ELE 2804	Laboratoire d'électricité	2	3	4
GEN 2043	Applications des méthodes numériques	2	1½	3
MAT 2152	Fonction d'une variable complexe	2	0	2
		19	6	25

SESSION 4A

	Sciences de l'homme	3	0	3
ELE 3031	Notions 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	1½
		17	13½	26½

SESSION 4B

COURS	TITRE	HEURES PAR SEMAINE		Crédits
		Cours	Labo.	
	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	Phénomènes aléatoires	4	1½	5
ELE 4804	Mesures	3	1½	4
ELE 4913	Communication orale et écrite ..	0	4½	3
		20	15	30

SESSION 5B

Option électrotechnique

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

Option 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

Option télécommunications

ELE 4505	Théorie des 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 2A, 2B et 3A sont communes aux trois options de génie. L'étudiant doit à ce moment choisir un secteur particulier du génie, soit mécanique, soit électrique, soit civil. 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 l'option des constructions mécaniques, soit l'option 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 Cours	semaine Labo.	Crédits
MEC 2134	Dessin mécanique	2	3	4
MEC 2812	Mécanique thermo-fluide I	2	1½	3
ELE 2023	Electrotechnique et électro- nique II	2	1½	3
ELE 2206	Analyse des systèmes I	4	3	6
MAT 2152	Fonctions d'une variable com- plexe	2	0	2
GEN 2043	Applications des méthodes numé- riques	2	3	4
		14	12	22

SESSION 4A

	Sciences de l'homme	3	0	3
MEC 3214	Matériaux I	2	1½	3
MEC 3223	Mécanique de fabrication I	2	1½	3
MEC 3425	Elasticité appliquée	3	3	5
MEC 3825	Mécanique thermo-fluide II	3	3	5
MEC 3854	Moteurs à combustion interne ...	3	1½	4
ELE 3612	Calcul analogique et simulation	1	1½	2
		17	12	25

SESSION 4B

COURS	TITRE	Heures par semaine Cours	Labo.	Crédits
	Sciences de l'homme	3	0	3
MEC 3264	Design I	3	1½	4
MEC 3865	Turbomachines	4	1½	5
ELE 4705	Asservissements I	3	3	5
		<u>13</u>	<u>6</u>	<u>17</u>

Option constructions mécaniques

MEC 3205	Théorie des machines	4	1½	5
MEC 3242	Projet de gabariage	0	3	2
	Sub-total	<u>4</u>	<u>4½</u>	<u>7</u>
	TOTAL	<u>17</u>	<u>10½</u>	<u>24</u>

Option processus industriels

MEC 3835	Thermodynamique II	4	3	6
	Sub-total	<u>4</u>	<u>3</u>	<u>6</u>
	TOTAL	<u>17</u>	<u>9</u>	<u>23</u>

SESSION 5A

	Sciences de l'homme	3	0	3
MEC 4021	Séminaires	0	1½	1
	TOTAL	<u>3</u>	<u>1½</u>	<u>4</u>

Option constructions mécaniques

MEC 4233	Matériaux II	2	1½	3
MEC 4255	Mécanique de fabrication II	3	3	5
MEC 4278	Design II	4	6	8
MEC 4284	Génie industriel	4	0	4
	Sub-total	<u>13</u>	<u>10½</u>	<u>20</u>
	TOTAL	<u>16</u>	<u>12</u>	<u>24</u>

Option processus industriels

MEC 4053	Stoïchiométrie	2	1½	3
MEC 4608	Modèles statiques de processus	4	3	6
MEC 4756	Organes des systèmes asservis	4	3	6
MEC 4845	Transmission de chaleur et combustion	4	1½	5
	Sub-total	<u>14</u>	<u>9</u>	<u>20</u>
	TOTAL	<u>17</u>	<u>10½</u>	<u>24</u>

SESSION 5B

COURS	TITRE	Heures Cours	par semaine Labo.	Crédits
	Sciences de l'homme	3	0	3
Option constructions mécaniques				
MEC 4034	Projet de constructions méca- niques	0	6	4
MEC 4296	Mécanique de fabrication III	4	3	6
MEC 4304	Design III	3	1½	4
MEC 4435	Elasticité dynamique	4	1½	5
	Sub-total	11	12	19
	TOTAL	14	12	22
Option processus industriels				
MEC 4044	Projet en processus industriels ...	0	6	4
MEC 4616	Modèles dynamiques de processus	4	3	6
MEC 4875	Centrales thermiques et nucléaires	4	1½	5
ELE 3214	Analyse des systèmes II	3	1½	4
	Sub-total	11	12	19
	TOTAL	14	12	22

1 - LA MAÎTRISE

Les Départements de génie civil, de génie électrique et de génie mécanique offrent des programmes spécialisés conduisant à la maîtrise ès sciences appliquées (M.Sc.A.).

1.1 - ADMISSION

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:

1.11 - 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.

1.12 - 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.

1.13 - 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.

1.14 - 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).

1.2 - INSCRIPTION

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 chacune des années que dure sa candidature.

1.3 - COURS

1.31 - Le programme d'études conduisant à la maîtrise ès sciences appliquées doit comporter un minimum de 36 crédits, ⁽²⁾ répartis entre

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

⁽²⁾ Un crédit équivaut à un cours d'une heure par semaine pendant un semestre.

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.

1.32 - 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.

1.33 - 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.

1.4 - SCOLARITÉ

1.41 - 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.

1.42 - 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

1.5 - MÉMOIRE

1.51 - Le candidat à la maîtrise ès sciences appliquées doit rédiger un mémoire incorporant les résultats de ses travaux de recherches faits sous la direction d'un professeur de la Faculté des sciences appliquées.

1.52 - Le mémoire doit être remis en 5 copies, au moins 5 semaines avant la date de la collation des grades. Le 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".

1.53 - 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.

1.54 - En sciences appliquées, l'évaluation du mémoire est faite en fonction de son importance en crédits.

1.55 - Un mémoire refusé par le jury ne peut être soumis à nouveau plus d'une fois.

1.6 - DURÉE DES ÉTUDES

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.

1.7 - DIPLÔME

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.

2.0 - LE DOCTORAT

La Faculté des sciences appliquées offre un programme d'étude conduisant au doctorat (Ph.D.) en génie civil, en génie électrique et en génie mécanique.

2.1 - ADMISSION

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

2.12 - 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.

2.13 - 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.

2.14 - 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 concernant la demande d'admission aux études supérieures, document FE-6).

2.2 - INSCRIPTION

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.

2.3 - COURS

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.

2.4 - EXAMEN GÉNÉRAL

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 con-

naissance 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.

2.5 - LANGUES

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

2.6 - SCOLARITÉ

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, moniteurat, etc.) dépassant l'équivalent d'une demi-journée par semaine.

2.7 - THÈSE

2.71 - 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.

2.72 - 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".

2.73 - 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.

2.74 - Une thèse rejetée par le jury doit être rédigée de nouveau et ne peut être présentée plus d'une autre fois.

2.8 - SOUTENANCE

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.

2.9 - DURÉE DES ÉTUDES

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.

2.10 - DIPLÔME

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.

DESCRIPTION DES COURS

COURS GÉNÉRAUX ET COURS OFFERTS PAR LES DÉPARTEMENTS DE LA FACULTÉ DES SCIENCES

CHM 0106 Chimie générale (3,3) 6 cr. (Anciennement CH 110)
Professeur ST-ARNAUD

Méthode de la chimie. Nature et propriétés de la matière. Structure atomique et classification périodique des éléments. Liaisons chimiques. Valence. Propriétés des gaz, des liquides et des solides. Changements d'état. Propriétés des solutions. Cinétique chimique. Équilibre chimique. Électrochimie. Solutions aqueuses: acides et bases, produit de solubilité et précipitation, pH et solutions tampons, oxydo-réduction. Introduction à la chimie organique et à la chimie nucléaire. Auteurs recommandés: SIENKO et PLANE, Chimie (traduit par l'Ecuyer et Lefrançois) (Les Presses de l'Université Laval); Theory and Problems of College Chemistry (Schaum Pub. Co.).

CHM 0103 Laboratoire de chimie générale (3,3) 3 cr. (Anciennement CH 110L)
Professeur ST-ARNAUD

Travaux pratiques illustrant les lois fondamentales de la chimie. Auteur recommandé: R. SAVOIE, Travaux pratiques de chimie générale (Les Presses de l'Université Laval).

GEN 2043 Programmation (2-1½) 3 cr. (Anciennement GC 06)

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

MAT 0226 Les nombres et les vecteurs (5-2½; 0-0) 6 cr. (Anciennement MA 112AB)
Professeur SAMSON

Exemples concrets de structures algébriques. Notions et premiers théorèmes sur les groupes, les anneaux et les corps.

L'anneau ordonné des entiers: bon ordre, divisibilité, exposants, progressions, analyse combinatoire. Le corps ordonné des rationnels et la droite rationnelle. Le corps ordonné des réels et la droite réelle; valeur absolue, mesure algébrique. Géométrie affine du plan: vecteurs, parallélisme, équipollence, barycentre, bases et repères. Géométrie métrique: produit scalaire, longueur, angle, trigonométrie.

Le corps C des complexes: forme exponentielle et racine de l'unité.

MAT 0326 Géométrie analytique plane (0-0; 5-2½) 6 cr. (Anciennement MA 112CD)
Professeur SAMSON

L'anneau des polynômes sur C. Énoncé du théorème fondamental, relations entre racines et coefficients, théorème du reste, polynôme à coefficients entiers, fractions rationnelles.

Géométrie métrique dans un repère fixé: la droite, le cercle, les coniques. Changement de repères, invariants, matrices 2×2 . Coordonnées polaires. Équation vectorielle d'une courbe plane. Dérivée d'une fonction vectorielle, vecteurs tangent et normal. Construction de courbes. Étude de certaines fonctions: interpolation, approximation par des polynômes, méthode des moindres carrés, etc... Auteur recommandé: Notes du professeur.

MAT 0146 Calcul différentiel et intégral I (3-1½; 2-1½) 6½ cr.

(Anciennement MA 114)

Professeur BOUCHER

Algèbre des ensembles et notions de fonction. Notion de limite et de continuité. Dérivée et règles de dérivations: interprétation géométrique et applications. Indéterminations et règle de l'Hospital. Intégration; interprétation géométrique et applications. Méthodes d'intégration. Introduction aux suites et aux séries. Ce cours est identifié par MAT 406 à la Faculté des Arts. Auteurs recommandés: GRANVILLE SMITH ET LONGLEY, Éléments de calcul différentiel et intégral, (Vuibert).

MAT 1123 Calcul vectoriel et géométrie analytique (3-0; 0-0) 3 cr.

(Anciennement MA 212)

Professeur CORCIA

Éléments d'algèbre linéaire: somme, produits scalaire et vectoriel, matrices, déterminants. Géométrie analytique dans l'espace: droite, plan, quadriques, changement de repère. Auteurs recommandés: A. et P. HENNEQUIN, Calcul vectoriel, géométrie analytique et mécanique. (C.D.U.)

MAT 1148 Calcul différentiel et intégral II (4-0; 4-0) 8 cr.

(Anciennement MA 214)

Professeur BAZINET

Fonctions, limite, continuité, dérivées et différentielles. Fonctions de plusieurs variables, dérivée partielle, différentielle, règle d'enchaînement. Dérivée de fonctions implicites; transformations et jacobien. Multiplicateur de Lagrange. Éléments d'analyse vectorielle: dérivation, gradient, etc... Notions de suites et de séries. Éléments de géométrie différentielle. Intégration: intégrales multiples, intégrales de ligne dans le plan. Auteur recommandé: Notes du professeur.

MAT 1163 Équations différentielles (0-0; 3-0) 3 cr.

(Anciennement MA 216)

Professeur CORCIA

Équations du premier ordre, équations linéaires à coefficients constants du second ordre. Équations linéaires d'ordre n . Système d'équations. Solutions en séries. Auteurs recommandés: KELLs, Elementary Differential Equations (M.H.). QUINET, Cours élémentaire de mathématiques supérieures, Tome V (Dunod).

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

(Anciennement MA 314)

Professeur BAZINET

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 2152 Fonctions d'une variable complexe (0-0; 2-0) 2 cr.

(Anciennement MA 315)

Professeur ALLARD

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 2174 Programmation et méthodes numériques (0-0; 3-2) 4 cr.

(Anciennement MA 317)

Professeur BAZINET

Différences finies. Interpolation directe et inverse. Évaluation d'intégrales et sommation de séries. Solutions numériques d'équations différentielles. Systèmes linéaires. Exercices sur calculatrices numériques (I.B.M. 360). Auteur recommandé: R. G. STANTON, Numerical methods for Science and Engineering, (P.H.).

MAT 2193 Probabilité et Statistique (3-0; 0-0) 3 cr.

(Anciennement MA 410)

Professeur BRISEBOIS

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. Auteurs recommandés: MILLER et FREUD, Probability and Statistics for Engineers, (P.H.).

PHY 0009 Principes de physique (4-1½; 4-1½) 9 cr.

(Anciennement PHY 100)

Mécanique: vecteurs, cinématique et dynamique du point, énergie et quantité de mouvement, lois de conservation, cinématique et dynamique des corps rigides, oscillation, gravitation, hydrostatique, ondes dans les milieux élastiques. Optique géométrique: nature et propagation de la lumière, réflexion et réfraction, lentille mince.

Optique physique: interférences, diffraction, polarisation.

Auteurs recommandés: HALLIDAY et RESNICK, Physics for Students of Science and Engineering (Wiley); SHORTLEY, WILLIAMS, Elements of Physics (Prentice Hall).

PHY 0012 Laboratoire de physique (2,2) 2 cr. (Anciennement PHY 100L)
Expériences de physique générale. Auteur recommandé: BAIRD, Experimentation: an introduction to measurement theory and experiment design (Prentice Hall).

PHY 1406 Électricité et magnétisme (5-1½; 0-0) 6 cr.
(Anciennement PHY 240)

Loi de Coulomb, champ électrique, potentiel électrique, capacité, champ magnétique. Induction, lois de Faraday et de Lenz, matériaux diélectriques et magnétiques, équations de Maxwell sous forme intégrale. Auteur recommandé: KIP, Electricity and Magnetism (McGraw-Hill).

PHY 1401 Laboratoire d'électricité et magnétisme (0-0; 0-1½) 1 cr.
(Anciennement PHY 240L)

GÉNIE CIVIL

CORPS PROFESSORAL

DIRECTEUR ET PROFESSEUR AGRÉGÉ

- + HAMEL, Claude, ing., B.A. (Montréal), B.Sc.A. (Sherbrooke), M.Sc.A. (Laval).
secrétaire de la faculté

PROFESSEURS AGRÉGÉS

- + BRUNELLE, Paul-Edouard, ing., B.Sc.A. (Montréal), M.Sc.A. (Laval).
- + GHARGHOURY, Emmanuel, Diplômé de l'École Nationale des Ponts et Chaussées (Paris).
- + MILOVIC, Dusan, B.A., D.Sc. (Belgrade).

PROFESSEURS ADJOINTS

- + AÏTCIN, Pierre-Claude, Ingénieur de l'E.N.S.E.E.H.T., L.Sc., Dr-Ing. (Toulouse).
- + ELLYIN, Fernand, M.Sc. (Téhéran), Ph.D. (Waterloo).
- + LAFONTAINE, Pierre, ing., B.Sc.A. (Sherbrooke), M.S.E. (West Virginia),
Secrétaire du département.
- + LAMARCHE, Robert, B.Sc. (Montréal), Ph.D. (géologie) (Laval).
- + LAPOINTE, Guy, B.A. (Montréal), B.Sc., M.Sc. (géologie) (Manitoba).
- + LEMIEUX, Pierre, ing., B.A., B.Sc.A. (~~Montréal~~ ^{Sher}), S.M. (M.I.T.)
- + MASCOLO, Dominique, ing., B.Sc.A., M.Sc.A. (Laval), Ç.E. (M.I.T.)
- + MORIN, Normand, B.Sc.A. (Sherbrooke), D.I.C., M.Sc. (London).

CHARGÉS DE COURS À PLEIN TEMPS

- + PICHON, Jacques, Ingénieur E.I.M., Dr-Ing. (Toulouse).
- + TOUZOT, Gilbert, Ingénieur E.T.P., Dr-Ing. (Grenoble).
- + VAUSSY, Pierre, Ingénieur E.N.S.M., Dr-Ing. (Nantes).

PROFESSEUR INVITÉ

- + ABSI, Elic, D. ès Sc., ingénieur des Arts et Manufactures (Paris).

LE BACCALAURÉAT

DESCRIPTION DES COURS

CIV 1013 Géologie générale (3,0) 3 cr. (Anciennement GC 01)

La terre au point de vue géophysique et géochimique. Séismologie et structure, gravimétrie et isostasie. Abondance et dispersion des éléments majeurs et mineurs. Principes fondamentaux. Les âges géologiques.

Minéralogie. Les cristaux et leur structure. Classification et structure des silicates.

Les procédés de surface. Intempérisme, transport et sédimentation. Géologie glaciaire. Eaux de surface et de vadose.

Les roches sédimentaires. Types et facies. Notion de stratigraphie.

Les procédés de grande profondeur. Magmatisme, différenciation magmatique. Caractères des roches ignées extrusives et intrusives; emplacement et structure.

Le métamorphisme; changement physico-chimique chez les roches, métamorphisme local et régional; facies métamorphique. Structures géologiques, diaclasses, plissements et failles.

Les gisements minéraux, notion de métallogénèse.

Orogénèse; zones mobiles et stables; patron du développement de la terre dans l'espace et le temps.

CIV 2023 Géologie de l'ingénieur (2,1½) 3 cr. (Anciennement GC 02)

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. (Anciennement GC 03)

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. (Anciennement GC 11)

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. (Anciennement GC 12)

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. Profils de vitesse. Écoulements turbulents. Système d'écoulement.

CIV 2314 Résistance des matériaux I (3,1½) 4 cr. (Anciennement GC 31)

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. (Anciennement GC 32)

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. (Anciennement GC 41)

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. (Anciennement GC 21)

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

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

Écoulements en milieux poreux: définitions; loi de Darcy; théorie de Dupuit; puits en milieux confinés et non confinés; infiltration.

CIV 3225 Génie sanitaire (3,3) 5 cr. (Anciennement GC 22)

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'égoûts; 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. (Anciennement GC 43)

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. (Anciennement GC 51)

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. (Anciennement GC 52)

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. (Anciennement GC 54)

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. (Anciennement GC 61)

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. (Anciennement GC 62)

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. (Anciennement GC 04)

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.

CIV 4234 Ressources hydrauliques I (3,1½) 4 cr. (Anciennement GC 23)

Généralités, historique et méthodes hydrologiques. 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.

Hydrologie paramétrique: régression et corrélation.

Hydrologie synthétique: hydrogrammes de crues, analyse linéaire et statistique des données hydrologiques.

CIV 4244 Ressources hydrauliques II (3,1½) 4 cr. (Anciennement GC 24)

Aménagement et utilisation des ressources hydrauliques, ouvrages de protection.

Canalisation et génie des rivières. Sédimentation et transport. Machines hydrauliques. Types d'aménagements et organes hydrauliques. Coup de bélier, chambres d'équilibre. Vagues et procédés côtiers.

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

(Anciennement GC 33)

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. (Anciennement GC 53)

Principe et procédés de la précontrainte. Propriétés des bétons et aciers pour précontrainte. Contraintes admissibles.

Analyse d'une section en flexion simple: tracé des câbles, effort tranchant, efforts aux abouts, armatures secondaires, stabilité, résistance ultime.

Constructions 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. (Anciennement GC 63)

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. (Anciennement GC 81)

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

Étude du comportement des chaussées rigides et flexibles sous l'influence de charges 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.

CIV 4824 Trafic routier (3,1½) 4 cr. (Anciennement GC 82)

Cours d'introduction à l'étude des facteurs régissant le trafic sur les routes modernes.

Étude des lois régissant le dessin géométrique des routes urbaines et rurales.

Comportement de l'humain vis-à-vis les véhicules mobiles et analyse des véhicules présentement en opération.

CIV 4914 Projet de génie civil (0,6) 4 cr. (Anciennement GC 91)

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.

MAÎTRISE ET DOCTORAT ÈS SCIENCES APPLIQUÉES

GÉNIE CIVIL

Le département de génie civil offre également un programme de cours au niveau de la maîtrise (M.Sc.A.) et du doctorat en sciences appliquées (Ph.D.) pour les ingénieurs qui désirent se spécialiser en structures, en hydraulique ou en mécanique des sols.

SPÉCIALITÉ: HYDRAULIQUE

Le programme de recherches de la section hydraulique 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; comportement analytique et expérimental des courants de densité; coût minimum d'un réseau maillé.

SPÉCIALITÉ: STRUCTURES

Le programme de recherches de la section structures 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.

SPÉCIALITÉ: MÉCANIQUE DES SOLS

Les travaux de recherche en mécanique des sols 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 des sols à l'aide d'un pénétromètre statique.

DESCRIPTION DES COURS⁽¹⁾

CIV 6013 Mathématiques appliquées (3,0) 3 cr. (Anciennement GC 601)
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 (0,6) 3 cr. (Anciennement GC 602)
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 (3,0) 3 cr. (Anciennement GC 611)
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 (3,0) 3 cr. (Anciennement GC 612)
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 (3,0) 3 cr.
(Anciennement GC 613)
Technique d'étude et de mesure des phénomènes hydrauliques en laboratoire. Applications à quelques cas particuliers.

(1) Le candidat à la maîtrise n'est pas appelé à suivre tous les cours décrits; chacun des cours du niveau de la maîtrise vaut 3 crédits; certains cours du niveau de baccalauréat pourront, exceptionnellement, être inscrits au programme de maîtrise d'un étudiant.

CIV 6143 Hydrodynamique des procédés côtiers (3,0) 3 cr.

(Anciennement GC 614)

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 (3,0) 3 cr. (Anciennement GC 621)

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 (3,0) 3 cr.

(Anciennement GC 622)

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 Ressources hydrauliques III (3,0) 3 cr. (Anciennement GC 623)

Application de l'analyse des systèmes au développement des ressources hydrauliques. Description des variables importantes dans l'établissement d'une politique de sélection des dimensions d'un ouvrage hydraulique. Étude des rapports bénéfice-coût pour déterminer les niveaux de production. Méthodes mathématiques employées dans la recherche des conditions maximales de développement.

Opération des réservoirs: programmation linéaire et dynamique.

CIV 6313 Mécanique des milieux continus (3,0) 3 cr.

(Anciennement GC 631)

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 (3,0) 3 cr. (Anciennement GC 632)

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 (3,0) 3 cr. (Anciennement GC 633)

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 (3,0) 3 cr. (Anciennement GC 634)

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 (3,0) 3 cr. (Anciennement GC 635)

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 (3,0) 3 cr. (Anciennement GC 636)

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 (3,0) 3 cr. (Anciennement GC 641)

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 (3,0) 3 cr. (Anciennement GC 642)

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 des sols avancée (3,0) 3 cr. (Anciennement GC 661)

Conditions de rupture des sols. Équilibre élastique et équilibre plastique. Conditions aux limites des contraintes et des déformations.

Méthodes de calcul de la force portante du sol. Inclinaison et excentricité de la charge.

Méthodes de calcul de la force portante des pieux.

Distribution des contraintes dans un milieu homogène et semi-infini. Distribution dans une couche d'épaisseur limitée.

Calcul du tassement. Méthode améliorée par Skempton et Bjerrum.

Stabilité des pentes. Méthode améliorée par Bishop.

CIV 6623 Géotechnique et géologie (3,0) 3 cr. (Anciennement GC 662)

Type de sols: classification selon l'origine, caractéristiques selon la composition.

Type de roches: caractère minéralogique et mécanique, stratigraphie, macro et micro structure.

Phénomène et taux d'altération mécanique et chimique. Pétrographie et pétrofabrique. Étude au microscope polarisant.

Géophysique: résistivité et sismologie, régions sismiques.

Laboratoire: identification microscopique. Géophysique sur le terrain, interprétation de photographies aériennes.

CIV 6713 Minéralogie appliquée (3,0) 3 cr. (Anciennement GC 671)

Notions sur l'état solide: liaisons interatomiques, assemblages atomiques; énergie réticulaire, association des cristaux; déformations plastiques des cristaux; défauts dans les cristaux; étude de l'état vitreux; structures des argiles.

Séparation des minéraux: broyage, tamisage, techniques de séparations; distillation et congélation fractionnée, diffusion gazeuse, flottation, liqueur dense, séparation électrostatique, séparation magnétique.

Diagnose des minéraux: emploi du microscope polarisant, analyse thermique, analyse gravimétrique, les rayons X.

CIV 6813 Routes et Fondations (3,0) 3 cr. (Anciennement GC 681)

Analyse des contraintes dans les systèmes de couches de sol. Dessin structural des routes et pistes d'envol rigides et souples. Drainage. Action du gel. Stabilisation des sols. Essais de densité et de capacité portante: CBR, plaques, etc.

GÉNIE ÉLECTRIQUE

CORPS PROFESSORAL

DIRECTEUR ET PROFESSEUR AGRÉGÉ

- + DELISLE, Jules, P.Eng., B.A. (Ottawa), B.Sc.A. (Laval), 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).
- + BELAND, Bernard, B.Sc., D.Sc. (Laval).
- + CHAMPAGNE, Jean-Paul, ing., B.Eng. (McGill),
Secrétaire de la Faculté des sciences.
- + DENIS, Gaston, ing., B.A. (Montréal), B.Sc.A. (Poly), S.M. (M.I.T.),
Doyen de la Faculté des sciences appliquées.
- + LEROUX, Adrien, ing., B.A. (Montréal), B.Sc.A. (Sherbrooke), M.Sc.A. (Laval),
Secrétaire du Département.

+ *Delisle, Jules B.Sc.A. (Montréal) Ph.D. (Paris)*

PROFESSEURS ADJOINTS

- + DESCHESNES, Pierre A., ing., B.A. (Montréal), B.Eng. (McGill), M.Sc. (Ottawa),
en congé d'études.
- + KOCSIS, Alexandre, ing., B.A. (Cluj), Dipl. ing. (Budapest).
- + THIBAUT, Richard, ing., B.Sc.A. (Sherbrooke), M.Sc.A. (E.N.S.A., Paris),
D. 3e cy. (sciences) (Paris).
- + NOUGARET, Marcel, ing. I.N.S.A. (Lyon), Ing. Automaticien, Docteur-Ingénieur
(Grenoble).

PROFESSEURS CHARGÉS DE COURS

- + 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),
Docteur-Ingénieur (Lyon).
- + KAUFFMANN, Jean-Marie, ing. E.N.S.E.M. (Nancy), Licencié ès sciences (Nancy),
Docteur-Ingénieur (Nancy).
- + POVY, Lucien, ing. I.D.N. (Lille), Licencié ès sciences (Lille).
- + RICHARD, Sylvio, ing., B.Sc.A. (Sherbrooke).

LE BACCALAURÉAT

DESCRIPTION DES COURS

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

(Anciennement GE 01)

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 fréquence. Amplificateurs de tension, de puissance, amplificateurs divers. Circuits électroniques non-linéaires: redresseurs, modulateurs, démodulateurs, circuits façonneurs et circuits logiques.

Instruments 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.

(Anciennement GE 02)

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 (4,0) 5 cr.

(Anciennement GE 10)

Le champ électrostatique. Intensité du champ. Loi de Gauss. Densité de flux et divergence. Le potentiel scalaire. Les diélectriques. Énergie emmagasinée. Capacité.

Équations de Laplace et Poisson. Solutions analytique et expérimentale de problème de potentiel. Problèmes pratiques: calcul de capacité, calcul de câbles.

La conduction électrique. Énergie dissipée. Résistance. Problèmes pratiques: calcul de résistances, problèmes de mise à la terre.

Le champ magnétostatique. Loi de Biot — Savart, loi d'Ampère, rotationnel du champ. Effet moteur du magnétisme. Ferromagnétisme. Énergie emmagasinée, inductance.

Les champs variables. Loi de Faraday. Vecteur déplacement. Problèmes pratiques: calcul d'inductances et de circuits magnétiques. Notions de conversion d'énergie électromécanique.

Équations de Maxwell. Formes différentielle et intégrale. Relations entre champs et circuits. Introduction à la propagation des ondes. Problèmes.

ELE 2205 Analyse des systèmes I (4,0) 5 cr. (Anciennement GE 20)

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 indicelle. 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 2804 Laboratoire d'électricité (2,3) 4 cr. (Anciennement GE 80)
Scéances pratiques se rapportant à la matière des cours ELE 2105 et ELE 2205.**ELE 3031** Notions physique de l'état solide (1,0) 1 cr.

(Anciennement GE 03)

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. (Anciennement GE 21)

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.

(Anciennement GE 23)

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.

(Anciennement GE 30)

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 contre-réaction; stabilité. Amplificateurs à courant continu; dérivateur. Amplificateurs à faible niveau; bruits parasites.

ELE 3317 Électronique II (4,4½) 7 cr.

(Anciennement GE 31)

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. (Anciennement GE 32)

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 unijonction. 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. (Anciennement GE 40)

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. (Anciennement GE 60)

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. (Anciennement GE 61)

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; suiv-
eurs 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.

EEE 3901 Communication orale et écrite (0,1½) 1 cr. (Anciennement GE 90)

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. (Anciennement GE 11)

Revue de l'algèbre vectorielle. Produits scalaire et vectoriel, divergence, rotationnel, théorèmes de Gauss et de Stokes.

Électrostatique. Solution des équations de Laplace et de Poisson, séparation des variables, harmoniques rectangulaires, cylindriques et sphériques, conditions frontières.

Champs magnétiques. Loi d'Ampère, unités magnétiques, vecteur potentiel magnétique.

Ondes électromagnétiques. Établissement des équations de Maxwell, solutions, polarisation, propagation.

Lignes de transmission. Équation des télégraphistes, propagation et réflexion des ondes.

Antennes. Éléments de radiation, calcul du champ à grande distance.

ELE 4225 Théorie des phénomènes aléatoires (4,1½) 5 cr.

(Anciennement GE 22)

Probabilités. Théorie des ensembles: notion de mesure et de probabilité. Variables aléatoires: définition, propriétés, transformations et combinaisons. Espérances mathématiques. Probabilités conjointes et conditionnelles. Théorème de la limite et approximation normale. Application aux problèmes de décision.

Processus stochastiques. Définition d'un processus; stationarité et ergodicité. Fonctions de corrélation et densités spectrales. Mesures des fonctions de corrélation. Application à la détection d'un signal périodique par autocorrélation et crosscorrélation. Identification et comparaison avec les méthodes déterministiques.

Éléments de théorie de l'estimation. Principes généraux. Critère quadratique moyen minimum. Estimation de paramètres. Théorie de Wiener: estimation et prédiction par filtres optimum.

Étude des bruits. Bruits thermiques impulsionnels; facteur de bruit; bruit d'antenne. Simulation de bruits et générateur de bruit.

Éléments de théorie de l'information et principe de codage. Principe d'entropie; capacité d'un canal. Canal binaire symétrique. Théorème de Shannon. Principe élémentaire du codage; application de la notion de distance aux codes auto-correcteurs.

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

(Anciennement GE 41)

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.

(Anciennement GE 42)

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.

(Anciennement GE 43)

PROBLÈMES GÉNÉRAUX:

Problèmes d'isolement. Phénomènes diélectriques. Technologie des isolants utilisés dans l'appareillage. Isolateurs-supports.

Problèmes d'intensité. Échauffement en régime permanent. Échauffement en régimes transitoires (court-circuit, etc...). Efforts électrodynamiques. Cas particulier des contacts.

Phénomènes de coupure. Notions sur les arcs électriques. Phénomènes de coupure en courant continu. Phénomènes de coupure en courant alternatif en basse et haute tensions (courants de service normal et courants de défaut). Emploi des résistances de coupure.

Problèmes mécaniques. Nature des problèmes mécaniques. Exemples d'application: commande des disjoncteurs (à M.T. et H.T.). Notions sommaires de technologie appliquée à l'appareillage.

Appareillage à basse tension. (Courants alternatif et continu). Classification et répartition des rôles. Appareillages domestique et industriel. Appareillage de branchement. Disjoncteurs. Matériel associé à l'appareillage principal.

Appareillage à moyenne et haute tensions. Sectionneurs, disjoncteurs, interrupteurs; conditions d'emploi et d'essais, types divers. Fusibles et parafoudres.

ELE 4505 Théorie de systèmes de communication (4,1½) 5 cr.

(Anciennement GE 50)

Milieux de propagation. Types de déformations et perturbations dans les différentes boucles de fréquence. Types de bruits.

Notions générales de modulation et de multiplex. Classes de procédés de modulations. Multiplex orthogonal et quasi-orthogonal. Principe des systèmes à adresse (RADAS).

Systèmes digitaux de modulation. Principe général et différents types d'erreurs. Échantillonnage et quantisation. Réception optimum cohérente et non-cohérente pour signaux orthogonaux et antipodaux. Détermination des probabilités d'erreurs pour les différents systèmes. Synchronisation pseudo-cohérente par système bouclé à blocage de phase.

Systèmes analogues de modulation. Notion de signal analytique et transformée de Hilbert. Modulation d'amplitude et de fréquence; performance en présence de bruit. Étude de la modulation de fréquence à bande latérale unique (SSB-FM).

Modulation mixte. Modulation d'impulsions en hauteur, en largeur ou en position.

ELE 4515 Circuits de communication (4,1½) 5 cr. (Anciennement GE 51)

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. (Anciennement GE 52)

Lignes de transmission à hautes fréquences. Ondes stationnaires et progressives. Abaque de Smith, impédance, adaptation, coefficient de réflexion.

Ondes électromagnétiques. Équations de Maxwell. Polarisation, réflexion des ondes par des parois conductrices et diélectriques, réfraction, interférence.

Ondes guidées. Onde entre des parois conductrices parallèles, guides rectangulaires et cylindriques, modes de propagation, discontinuités dans les guides d'ondes, cavités.

Génération et amplification des hyperfréquences. Klystron, magnétron, diode tunnel. Méthodes de modulation et de détection.

Mesures. Caractéristiques d'un klystron, fréquence, longueur d'onde, atténuation, ondes stationnaires, puissance, impédance, détection.

ELE 4536 Radiation et antennes (4,3) 6 cr. (Anciennement GE 53)

Généralités sur les antennes. Diagrammes de rayonnement, gain, surface équivalente, hauteur effective, impédance, réciprocité.

Antennes verticales. Rayonnement du doublet, fil vertical, impédance à la base du fil vertical.

Groupement de sources rayonnantes. Rayonnement de deux sources isotropes, cas général, sources en phase, en opposition de phase, en quadrature, alignement de sources isotropes, alignement de sources d'amplitudes différentes, répartition optimale des amplitudes des sources, principe de multiplication des diagrammes.

Rayonnement des ouvertures. Rayonnement des surfaces longues et étroites, ouverture rectangulaire avec illumination uniforme et non-uniforme, ouverture circulaire.

Paraboloïdes. Propriétés, rayonnement et gain du paraboloïde, illumination.

Propagation des ondes. Onde de surface, onde d'espace, effet de la courbure terrestre, réflexion et réfraction des ondes par l'ionosphère, variations de l'ionosphère.

ELE 4705 Asservissements I (3,3) 5 cr. (Anciennement GE 70)

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. (Anciennement GE 71)

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 extrême.

Problèmes statistiques en automatique.

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

(Anciennement GE 72)

- 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'optimalisation.
 - Programmation dynamique.
 - Principe du maximum.

ELE 4734 Systèmes logiques et séquentiels;
Télécommande; 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 télémessure.
- III) Domaine d'utilisation.

ELE 4804 Mesures électriques (3,1½) 4 cr. (Anciennement GE 80)

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 télémessures.

ELE 4913 Communication orale et écrite (0,4½) 3 cr. (Anciennement GE 91)

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.

MAÎTRISE ET DOCTORAT ÈS SCIENCES APPLIQUÉES

GÉNIE ÉLECTRIQUE

Le Département de génie électrique offre des programmes d'études de niveau supérieur en automatique et en systèmes de communications.

La formule du système de crédits (voir règlements généraux) permet, par son choix de cours et l'importance donnée à la recherche, d'acquérir une formation orientée vers les carrières industrielles ou vers l'enseignement et la recherche.

SPÉCIALITÉ: AUTOMATIQUE

Le 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.

Le cycle des études conduisant à la maîtrise se termine par la rédaction d'un mémoire sur une recherche personnelle. La préparation du doctorat consiste essentiellement dans les travaux de recherches et la préparation d'une thèse.

COURS DE NIVEAU SUPÉRIEUR

Groupe A ⁽¹⁾		Crédits
ELE 6704	Systèmes non-linéaires	4
ELE 6714	Systèmes de commande aux données échantillonnées	4
ELE 6724	Systèmes logiques	4
ELE 6734	Théorie de la commande optimale	4

(1) Tous les cours du groupe A sont obligatoires.

Groupe B ⁽¹⁾

MEC 6314	Dynamique des processus continus	4
ELE 6744	Servomécanismes non-linéaires	4
ELE 6754	Organes des systèmes asservis	4
ELE 6764	Applications industrielles de la commande automatique	1 à 4
MEC 688	Écoulement dans les organes de commande	4

COURS DU NIVEAU DU BACCALAURÉAT ⁽²⁾

ELE 3214	Analyse des systèmes II	4
ELE 4505	Théorie des systèmes de communications	5
ELE 4715	Asservissements II	3

SPÉCIALITÉ: TÉLÉCOMMUNICATIONS

Le 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.

COURS DU NIVEAU SUPÉRIEUR

Groupe A			Crédits
ELE 6513	Systèmes digitaux de communications I		3
ELE 6523	Systèmes digitaux de communications II		3
ELE 6593	Méthodes statistiques d'optimalisation		3
ELE 6724	Systèmes logiques		4

(1) Le directeur du Département sur recommandation du comité compétent détermine les cours du groupe B qui seront imposés au candidat.

(2) On pourra permettre au candidat dont la préparation est déficiente de s'inscrire à un ou deux cours de ce groupe.

Groupe B

ELE 6533	Théorie de la décision	3
ELE 6704	Systèmes non-linéaires	4
ELE 6734	Théorie de la commande optimale	4
ELE 6543	Théorie de l'information et codage	3
ELE 6553	Théorie du modèle et estimation	3

COURS DU NIVEAU DU BACCALAURÉAT

ELE 3214	Analyse des systèmes II	4
ELE 4225	Théorie des phénomènes aléatoires	5
ELE 4505	Théorie des systèmes de communications	5
ELE 4515	Circuits de communications	5

**SECTEURS DE
RECHERCHE**

L'Université de Sherbrooke possède un Centre de calcul équipé d'un ordinateur IBM 360. De plus la Faculté des sciences appliquées met à la disposition des chercheurs un calculateur analogique PACE TR-48.

Le Département de génie électrique a de plus des laboratoires qui sont mis à la disposition des étudiants gradués.

AUTOMATIQUE

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.

TÉLÉCOMMUNICATIONS

Les travaux en cours dans la section de 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.

DESCRIPTION DES COURS

ELE 3214 Analyse des systèmes II 4 cr. (Anciennement GE 21)

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. Méthode 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. Notion 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 filtrés.
 - 3 — méthodes numériques de calcul des régimes transitoires des systèmes linéaires et non-linéaires.

ELE 4225 Théorie des phénomènes aléatoires 5 cr.

(Anciennement GE 22)

Probabilités. Théorie des ensembles: notion de mesure et de probabilité. Variables aléatoires: définition, propriétés, transformations et combinaisons. Espérances mathématiques. Probabilités conjointes et conditionnelles. Théorème de la limite et approximation normale. Application aux problèmes de décision. *Processus stochastiques.* Définition d'un processus; stationarité et ergodicité. Fonctions de corrélation et densités spectrales. Mesures des fonctions de corrélation. Application à la détection d'un signal périodique par autocorrélation et crosscorrélation. Identification et comparaison avec les méthodes déterministiques.

Éléments de théorie de l'estimation. Principes généraux. Critère quadratique moyen minimum. Estimation de paramètres. Théorie de Wiener: estimation et prédiction par filtres optimum.

Étude des bruits. Bruits thermiques impulsionnels; facteur de bruit; bruit d'antenne. Simulation de bruits et générateur de bruit.

Éléments de théorie de l'information et principe de codage. Principe d'entropie; capacité d'un canal. Canal binaire symétrique. Théorème de Shannon. Principe élémentaire du codage; application de la notion de distance aux codes auto-correcteurs.

ELE 4505 Théorie des systèmes de communication 4 cr.

(Anciennement GE 50)

Milieux de propagation. Types de déformations et perturbations dans les différentes boucles de fréquence. Types de bruits.

Notions générales de modulation et de multiplex. Classes de procédés de modulations. Multiplex orthogonal et quasi-orthogonal. Principe des systèmes à adresse (RADAS).

Systèmes digitaux de modulation. Principe général et différents types d'erreurs. Échantillonnage et quantisation. Réception optimum cohérente et non-cohérente pour signaux orthogonaux et antipodaux. Détermination des probabilités d'erreurs pour les différents systèmes. Synchronisation pseudo-cohérente par système bouclé à blocage de phase.

Systèmes analogues de modulation. Notion de signal analytique et transformée de Hilbert. Modulation d'amplitude et de fréquence; performance en présence de bruit. Étude de la modulation de fréquence à bande latérale unique (SSB-FM).

Modulation mixte. Modulation d'impulsions en hauteur, en largeur ou en position.

ELE 4515 Circuits de communication 5 cr.

(Anciennement GE 51)

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

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

Applications: radio, télévision, radar.

ELE 4715 Asservissements II 5 cr.

(Anciennement GE 71)

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. Transformation 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: théorèmes de Ljapunov. Application aux systèmes à relais à deux et à trois positions. Application aux systèmes non-linéaires aux variables continues. Régulation extrême.

Problèmes statistiques en automatique.

ELE 6513 Systèmes digitaux I 3 cr. (Anciennement GE 651)

Milieux de transmission. Conditions de propagation, bruits interférences et distorsions. Modèles de canaux de transmission.

Bases de systèmes digitaux. Transmission par signaux orthogonaux et antipodaux. Récepteurs optimum cohérents et non-cohérents et leurs réalisations. Études des performances et influence du fading.

Systèmes spéciaux. Modulation de phase différentielle. Modulation delta. Systèmes duobinaires. Transmission de bruit et réception par différence d'énergie. Techniques d'espacement en temps et en fréquence. Diversité.

Méthodes de synchronisation. Études des circuits de synchronisation. Évaluation de la dégradation des performances par manque de cohérence.

ELE 6523 Systèmes digitaux II 3 cr. (Anciennement GE 652)

Systèmes à séquences pseudo-aléatoires. Études des séquences pseudo-aléatoires. Performance des systèmes. Méthodes de synchronisation.

Systèmes à matrice temps-fréquence. Principes. Probabilité de fausses adresses. Système optimum. Description de systèmes combinés.

Applications spéciales. Principe et calcul de systèmes de ranging à séquences pseudo-aléatoires. Sondage de l'ionosphère. Radar à séquences.

ELE 6533 Théorie de la décision 3 cr. (Anciennement GE 653)

Détection des signaux. Test d'hypothèses simples. Test d'hypothèses multiples. Alphabet d'ordre M.

Détection séquentielle. Test séquentiel de Wald. Détection séquentielle d'un signal gaussien dans du bruit gaussien. Tests séquentiels d'hypothèses multiples.

Estimation des paramètres. Estimateurs conditionnels et non-conditionnels. Estimation selon le maximum de vraisemblance. Estimation selon le critère de Bayes.

Systèmes adaptatifs. Méthodes de mesures sur les canaux de transmission. Mesures sans effets sur la décision. Mesures affectant la décision. Application du PSK différentiel.

Récepteurs optimum pour canaux non-identifiés. Structures des récepteurs optimum. Systèmes à transmission de références. Récepteurs pour signaux faibles.

Systèmes de détection du type "learning". Récepteurs optimum dans le cas de canaux de transmission non-identifiés mais invariants.

ELE 6543 Théorie de l'information et codage 3 cr.

(Anciennement GE 654)

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. Code 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 6553 Traitement de données aléatoires et modèles 3 cr.

(Anciennement GE 655)

Ce cours comprend une étude approfondie des méthodes analogues digitales et hybrides de mesures aléatoires: estimées de paramètres, tests d'hypothèse; mesures de fonction de corrélation, densités spectrales, réponses impulsionnelles, relations entrée-sortie des filtres.

Il comprend également les simulations pour méthode de Monte Carlo et les générateurs de bruit, ainsi que l'estimation d'erreurs et les calculs de taille d'échantillonnage et de temps d'observation.

La dernière partie consiste en l'étude de méthodes utilisées en théorie du modèle.

ELE 6593 Méthodes d'optimisation 3 cr.

(Anciennement GE 659)

Principe de Pontryagin. Calcul variationnel. Systèmes optimaux de Wiener et généralisation de Booton. Optimisation des paramètres à l'entrée. Systèmes à maximum de vraisemblance.

ELE 6704 Systèmes non-linéaires 4 cr.

(Anciennement GE 670)

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.

(Anciennement GE 671)

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.

(Anciennement GE 672)

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.

(Anciennement GE 673)

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.

Variables aléatoires. Processus aléatoires. Processus stationnaire et ergodique. Densité spectrale. Fonctions de corrélation. Répartition de Poisson. Théorème de Campbell.

Solution des problèmes de commande optimale. Systèmes de commande à temps minimal. Systèmes à régulation extrême. Systèmes à indice de performance intégral. Optimisation par réglage des paramètres. Théorème de Parseval. Critère du minimum de l'écart quadratique moyen.

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

ELE 6744 Servomécanismes non-linéaires 4 cr. (Anciennement GE 674)

Généralités. Limitation des méthodes linéaires. Systèmes non-linéaires. Types de non-linéarités. Algèbre des diagrammes fonctionnels contenant un élément non-linéaire.

Extension des méthodes linéaires au calcul des réponses transitoires. Méthodes analytiques.

Linéarisation des petits mouvements: méthode des tangentes, méthode des moindres-carrés.

Utilisation de la transformée en Z.

Méthodes graphiques.

Méthodes des directrices.

Méthode de la "linéarisation harmonique" (méthode du premier harmonique). Principe. Gain équivalent. Stabilité. Indications obtenues sur la réponse transitoire. Réglage du gain et correction. Exemple de correction non-linéaire. Exemples de calcul du gain équivalent et du lieu critique pour les non-linéarités usuelles. Études des oscillations forcées d'un système présentant un élément non-linéaire au moyen de la méthode du premier harmonique.

Méthode du plan de phase. But de la méthode. Portrait de phase. Méthodes de Liénard et variantes. Propriétés des trajectoires de phase. Étude de quelques cas destinés à mettre en évidence les courbes de commutation, la stabilité, la réticence, les cycles limites.

Introduction à la commande optimale. Courbes de commutation. Réticence. Système à modes multiples. Système avec simulateur. Espace de phase (aperçu).

Méthodes d'étude des oscillations limites.

Méthode de Hamel.

Cas d'un asservissement à relais parfait, cas d'un asservissement à relais réel.

Calcul des lieux de Hamel.

Méthode de Cypkin.

Lieu de Cypkin. Construction du lieu.

Comparaison de deux méthodes. Cas de systèmes à seuil. Amélioration des systèmes à relais. Oscillations forcées.

Stabilité non-linéaire. Notion de stabilité. Stabilité locale au sens de Ljapunov. Seconde méthode de Ljapunov. Recherche des fonctions de Ljapunov: méthode de Lur'e.

ELE 6754 Organes des systèmes asservis 4 cr. (Anciennement GE 675)

Organes électriques et électro-mécaniques.

Capteurs: Mesure de quantités électriques: tensions, courants, 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, spectomètre de masse, chromatographe, viscosimètres, etc.

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

Organes moteurs: Moteurs électriques à courant continu et alternatifs, 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 réglages: écoulement liquide et gazeux, caractéristique des différents types. Organes de commande discontinue. Organes de logique pneumatique à parties mobiles.

Fluidique (éléments sans partie mobiles): Éléments à fonction logique; exemples de circuits logiques, éléments à fonction proportionnelle; exemples des 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, capacitance et inertance; paramètres groupés. Fonctions de transfert d'éléments de sortie. Pompes contrôlées par vannes commandées.

ELE 6764 Applications industrielles de la commande automatique 1 à 4 cr.
(Anciennement GE 676)

Conférences et bureaux d'études dirigés par des spécialistes et portant sur des applications de la commande automatique, en particulier dans le domaine de la production, du transport de la distribution de l'énergie électrique, dans les industries chimique, pétrolière et métallurgique, dans l'industrie du papier et dans l'industrie de fabrication des machines-outils.

GÉNIE MÉCANIQUE

CORPS PROFESSORAL

DIRECTEUR ET PROFESSEUR AGRÉGÉ

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

PROFESSEURS AGRÉGÉS

- + ASHIKIAN, Baruir, ing., Cert. d'ing. (mécanique) (Bucharest), M.Eng. (McGill).
- + BOURASSA, Paul A., ing., B.A., B.Sc.A. (Poly), M.Sc.A. (Laval).
- + ~~FLEMING, George K., B.E. (N.S.T.C.), M.Sc.A. (U.B.C.), Ph.D. (Waterloo).~~
- + HUBERT, Lucien, ing., B.A., B.Sc.A. (Poly).
Secrétaire du Département.
- + MORCOS, William, B.Sc.A. (Le Caire), D. ès Sc. (Paris).

PROFESSEURS ADJOINTS

- + BOUDREAU, Lucien, ing., B.Sc.A. (Laval).
- + COUPAL, Bernard, ing., B.A. (Montréal), B.Sc.A., M.Sc.A. (Poly), Ph.D. (Floride).
- + FAUCHER, Gilles, ing., B.A., B.Sc.A., M.Sc.A. (Laval).
- + MARSAN, André, ing., B.Sc.A. (Poly), Ph.D. (Birmingham).
- + PECKO, Georges, ing., B.Sc. (méc.) (Brno).

PROFESSEURS CHARGÉS D'ENSEIGNEMENT

- + LAUZIER, Conrad, ing., B.Sc.A. (Sherbrooke).
- + PAPINEAU, Robert L., ing., B.Sc.A. (Sherbrooke), M.Sc.A. (Sherbrooke).

PROFESSEURS CHARGÉS DE COURS À PLEIN TEMPS

- + ~~CHAMPENOIS, Alain, ing., E.N.S.E.M. (Nancy), L.Sc. (Nancy), M.Sc.A. (Laval).~~
- + DUGAL, Réal, t.p., T.D. (Rimouski).
- + ~~FOURNET, Michel, Bach. Tech., Lic. ès Sc. (Paris).~~
- + ~~GRES, Bernard, ing., E.N.S.E.M. (Nantes).~~
- + POIRIER, Hildège, t.p., T.D. (Rimouski).
- + ~~ROYER, Jean, ing., E.N.S.M. (Nantes), L.Sc. (Nantes).~~

PROFESSEUR CHARGÉ DE COURS À TEMPS PARTIEL

- RIFFAUD, Jean-Pierre, ing., E.N.S.A.M., M.Sc.A. (Sherbrooke).

PROFESSEURS INVITÉS

- + DOKAINISH, M. A., M.A., P.Eng., B.Eng. (Le Caire), Ph.D. (Toronto).
Professeur à la Faculté de génie de l'Université McMaster (Hamilton).
- + PIRONNEAU, Yves, L.Sc. (Poitiers), D.Sc. (Paris).
Professeur à la Faculté des sciences de Nantes et Directeur de l'École Nationale supérieure de mécanique.
- + VAN GEEN, Roger, D.Sc. (Sciences Physiques) (Bruxelles).
Professeur à la Faculté des sciences appliquées de l'Université Libre de Bruxelles.

LE BACCALAURÉAT

DESCRIPTION DES COURS

MEC 0102 Dessin d'observation (0,3) 1½ cr. (Anciennement GM 10)

Éléments de perspective. Formes géométriques dans l'espace. Élévations, plans, coupes, profils d'objets usuels; croquis de spécimens; coupes microscopiques, instruments de laboratoire; lettrage.

MEC 1114 Dessin industriel I (2,3) 4 cr. (Anciennement GM 11)

Tracés géométriques. Théorie des projections orthogonales (système américain); application à des pièces de machine. Coupes, hachures et conventions. Coupes entières, demi-coupes et coupes partielles. Croquis. Échelles. Mise des cotes. Lettrage majuscule, droit et penché.

Lecture de plans: théorie et conventions du dessin dans la lecture de plans de pièces simples.

MEC 1124 Dessin industriel II (2,3) 4 cr. (Anciennement GM 12)

Projections isométriques. Projections obliques. Vues auxiliaires simples; vues auxiliaires doubles. Lettrage minuscule, droit et penché.

Lecture de plans: théorie et conventions du dessin dans la lecture de plans de pièces simples.

Notions de Géométrie Descriptive: Point et ligne droite. Surfaces planes. Surfaces courbes simples; surfaces gauches; surfaces courbes doubles. Les sections coniques. Intersections et développements. Vecteurs: système non-coplanaire.

MEC 1403 Mécanique I (2,1½) 3 cr. (Anciennement GM 40)

Statique: Concepts de base. Systèmes de forces: dans le plan, dans l'espace. Conditions d'équilibre. Structures simples. Centroides et centres de gravité. Forces distribuées. Centre de pression. Seconds moments de surface. Séances de problèmes.

MEC 1416 Mécanique II (4,3) 6 cr. (Anciennement GM 40)

Frottement solide et fluide. Courroie. Freins et embrayages. Travail. Travaux virtuels. Énergie potentielle minimum. Stabilité de l'équilibre.

Cinématique: mouvement rectiligne et curviligne. Mouvement absolu et relatif.

Dynamique des particules et des systèmes de particules. Notions de travail et d'énergie. Impulsion et momentum. Principe de la conservation de l'énergie et du momentum.

MEC 1805 Thermodynamique I (4,1½) 5 cr. (Anciennement GM 80)

Définition. Matière et énergie (concepts macro et microscopiques). Propriétés thermodynamiques. Substances pures. 3 phases. Gaz idéal et réel. Vapeurs. Liquides, Première loi. Formes d'énergie. Deuxième loi. Réversibilité. Entropie (concept technique et philosophique).

Cycle Carnot. Cycles réversibles, applications. Mélanges de gaz et gaz-vapeur. Combustibles, combustion. Écoulement compressible. Phénomènes thermo-électriques. Solution et discussion de problèmes. Démonstrations en laboratoire.

MEC 2134 Dessin mécanique (2,3) 4 cr. (Anciennement GM 13)

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 2812 Mécanique thermo-fluide I (2,1½) 3 cr.

(Anciennement GM 81)

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 3205 Théorie des machines (4,1½) 5 cr. (Anciennement GM 20)

Cinématique des machines. Mouvements linéaire et angulaire. Mouvement relatif. Accélération de Coriolis. Théorème de Kennedy. Autres méthodes d'analyse cinématique. Analyse des forces dans la machinerie. Force et torque d'inertie. Distribution des forces d'inertie. Masses équivalentes. Analyse des forces dans le moteur à combustion interne. Forces gyroscopiques. Moments d'inertie. Équilibrage statique et dynamique des rotors. Équilibrage des masses à mouvement alternatif. Ordre d'allumage. Moteurs en V; en ligne; à pistons opposés. Vibrations dans les machines. Vibrations libres et forcées; transmissibilité et amortissement. Vitesse critique de rotation. Arbres à section variable. Vitesses critiques d'ordre supérieur. Vibrations torsionnelles. Réduction des systèmes complexes en des systèmes à disques.

Application de ces notions à la solution de divers problèmes pratiques. Étude complète des forces dans les moteurs à combustion interne; bloc du moteur, couple d'output, dimensions du volant. Forces de contact dans les engrenages et les cames. Détermination de l'équilibrage nécessaire pour une machine. Application des méthodes analytiques et graphiques à la détermination des vitesses critiques des arbres.

MEC 3214 Matériaux I (2,1½) 3 cr.

(Anciennement GM 21)

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 à outils: les stellites, les carbures métalliques, les céramiques. Maté-

riaux non-métalliques. Classification. Caractéristiques. Applications. Plastiques. Modes de fabrication. Caoutchoucs. Lubrifiants.

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

(Anciennement GM 22)

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 3242 Projet de gabariage (0,3) 2 cr.

(Anciennement GM 24)

Dessins et calculs des guides et montages, des outils et des gabarits suivant les normes utilisées dans l'industrie.

MEC 3264 Design I (3,1½) 4 cr.

(Anciennement GM 26)

Fatigue et concentration d'efforts. Charges variables. Théories de l'effondrement. Détermination d'un facteur de sécurité. Notions de fiabilité. Design d'éléments de machines: boulons, rivets, soudures, arbres.

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

(Anciennement GM 41)

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. (Anciennement GM 82)

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 3835 Thermodynamique II (4,3) 6 cr. (Anciennement GM 83)
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 3854 Moteurs à combustion interne (3,1½) 4 cr. (Anciennement GM 85)

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 3865 Turbomachines (4,1½) 5 cr. (Anciennement GM 86)

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. (Anciennement GM 02)

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.

(Anciennement GM 03)

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 en processus industriels (0,6) 4 cr.

(Anciennement GM 04)

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 Stœchiométrie (2,1½) 3 cr.

(Anciennement GM 05)

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

MEC 4233 Matériaux II (2,1½) 3 cr.

(Anciennement GM 23)

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 4255 Mécanique de fabrication II (3,3) 5 cr. (Anciennement GM 25)

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 4278 Design II (4,6) 8 cr. (Anciennement GM 27)

Design d'éléments de machines: chaînes et courroies, ressorts, roulements à billes et à rouleaux, engrenages droits, volants, freins, cames. Fiabilité des systèmes. Créativité: processus et développement. Morphologie et organisation d'un projet de design.

Des périodes sont mises à la disposition de l'élève pour l'analyse de problèmes qui lui sont soumis dans le cadre des cours théoriques correspondants.

MEC 4284 Génie industriel (4,0) 4 cr. (Anciennement GM 28)

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 4296 Mécanique de fabrication III (4,3) 6 cr.

(Anciennement GM 29)

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 broutage, facteur d'influence, seuil de stabilité.

MEC 4304 Design III (3,1½) 4 cr.

Design d'éléments de machines: engrenages hélicoïdaux et coniques; lubrification. Design optimum. Des périodes sont mises à la disposition de l'élève pour l'analyse de problèmes qui lui sont soumis dans le cadre des cours théoriques correspondants.

MEC 4435 Élasticité dynamique (4,1½) 5 cr. (Anciennement GM 43)

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: vibro-

mètres, 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 4608 Modèles statiques de processus (4,3) 6 cr.

(Anciennement GM 60)

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 4756 Organes des systèmes asservis (4,3) 6 cr.

(Anciennement GM 75)

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, filtreurs, 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.

(Anciennement GM 84)

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 4875 Centrales thermiques et nucléaires (4,1½) 5 cr.

(Anciennement GM 87)

Rappel sur: combustibles, combustion, transmission de chaleur et écoulement fluide. Centrales à vapeur d'eau; cycles thermodynamiques, éléments constitutants (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.

MAÎTRISE ET DOCTORAT ÈS SCIENCES APPLIQUÉES

GÉNIE MÉCANIQUE

Le Département dispense un enseignement conduisant aux grades de maîtrise et de doctorat ès sciences appliquées. Il offre aux candidats le choix de deux spécialités, soient celles des "constructions mécaniques" et des "processus industriels".

L'Université de Sherbrooke possède des moyens de calcul numérique groupées dans un centre distinct qui utilise une ordinateur IBM de type 360. Ces facilités sont à la disposition des chercheurs et des étudiants.

La Faculté des sciences appliquées possède en outre quelques calculatrices analogiques, dont la plus importante est une PACE TR-48 entièrement équipée.

Un atelier mécanique bien outillé et un personnel compétent permettent la réalisation d'ensembles mécaniques expérimentaux pour répondre à tous les besoins de la Faculté.

DOCTORAT ÈS SCIENCES APPLIQUÉES (PH.D.)

Un candidat qui possède déjà une maîtrise ou une formation jugée équivalente peut être admis directement au doctorat. En plus de suivre un programme de scolarité composé en fonction de ses besoins et approuvé par le Comité départemental des Études Supérieures, le candidat doit effectuer un travail de recherche original dans un domaine en relation directe avec les sciences du génie mécanique. La thèse représente la contribution essentielle du candidat.

MAÎTRISE ÈS SCIENCES APPLIQUÉES (M.Sc.A.)

À ce niveau d'études, tout candidat doit suivre un programme de scolarité imposé. Il doit, de plus, sous la direction d'un professeur, préparer et présenter un mémoire de fin d'études sur un sujet approuvé.

SPÉCIALITÉ: CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES

Le 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 ⁽¹⁾ 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.

Un premier groupe de cours, portant sur l'élasticité statique et dynamique, fournit les connaissances de base et certaines techniques de solution de problème-type. Un second groupe permet une orientation vers les méthodes expérimentales et la fabrication. Un troisième groupe, au niveau du baccalauréat, est disponible pour les candidats qui désirent améliorer leurs connaissances en plasticité et rhéologie, ainsi qu'en mécanique des matériaux. Le cycle d'études est complété par la rédaction d'un mémoire sur une recherche personnelle.

La formule souple du système de crédits (voir règlements pédagogiques) permet également, par un choix de cours fondamentaux et un accent prononcé donné à la recherche personnelle, d'acquérir une formation qui débouche sur les carrières de l'enseignement et de la recherche.

SECTEURS DE RECHERCHE

Dans le secteur de la mécanique des solides, les travaux de recherches portent sur: 1) l'étude de l'effet photo-élastique dans les matériaux visco-élastiques soumis à des efforts dynamiques; 2) l'étude des propriétés des corps visco-élastiques; 3) 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 1) aux phénomènes transitoires; 2) aux systèmes dont la masse est distribuée; 3) aux supports dont les propriétés ne sont pas symétriques; 4) aux systèmes accélérés à plusieurs degrés de liberté.

⁽¹⁾ Ce programme prend pour acquis une formation antérieure ayant comporté des premiers cours en probabilité et statistiques, en mécanique des vibrations, en dynamique des machines et en mécanique de fabrication.

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.

PROGRAMME DES COURS

Groupe A ⁽¹⁾	Crédits
MEC 6041 Séminaires et colloques	1
MEC 6294 Dynamique des machines	4
MEC 6444 Théorie générale de l'élasticité	4
MEC 6464 Élasticité dynamique II	4
MEC 6494 Vibrations non-linéaires	4
Groupe B ⁽²⁾	
MEC 6302 Mécanique de fabrication IV	2
MEC 6453 Plasticité et rhéologie	3
MEC 6483 Mécanique expérimentale	3
Groupe C ⁽³⁾ Niveau du baccalauréat	
MEC 4296 Mécanique de fabrication III	3
ELE 3612 Calcul analogique	1

SPÉCIALITÉ: PROCESSUS INDUSTRIELS

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

Il ⁽⁴⁾ 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.

(1) Tous les cours du groupe A sont obligatoires.

(2) Le directeur du Département, sur recommandation du comité compétent, détermine les cours du groupe B qui seront imposés au candidat.

(3) On pourra permettre au candidat ne justifiant pas d'une préparation équivalente, de s'inscrire à un ou deux cours de ce groupe.

(4) Ce programme prend pour acquis une formation antérieure ayant comporté des premiers cours en thermodynamique, en mécanique des fluides, en transferts thermiques et en systèmes linéaires.

Un premier groupe de cours, portant sur les processus industriels, les transferts thermiques et massiques, la dynamique des processus continus et les systèmes non-linéaires, fournit les connaissances de base des processus et de l'élaboration des modèles mathématiques. Un second groupe de cours, à caractère plus appliqué, permet de compléter les connaissances pratiques de la commande automatique; un cours plus fondamental permet également d'approfondir la connaissance des organes de contrôle à élément fluide. Enfin un troisième groupe de cours, du niveau de baccalauréat, est disponible pour ceux qui n'ont pas eu de formation préalable en processus et en asservissements.

La formule souple du système de crédits (voir règlements généraux) permet également, par un choix de cours fondamentaux et un accent prononcé à la recherche personnelle, d'acquérir une formation qui débouche sur les carrières d'enseignement et de la recherche.

Pour les candidats s'inscrivant aux études de maîtrise mais qui n'auraient pas une formation antérieure suffisante, l'année académique commencera au début du mois d'août. Le directeur du Département, sur recommandation du comité compétent, avise les candidats des cours qu'ils auront à suivre durant cette période d'un mois. Un cours de stoïchiométrie et d'introduction au génie chimique sera dispensé à ceux dont les connaissances en processus industriels seraient inadéquates. Pour les candidats exemptés de ces cours, l'année débutera avec le mois de septembre.

SECTEURS DE RECHERCHE

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.

PROGRAMME DES COURS

Groupe A ⁽¹⁾	Crédits
MEC 6041 Séminaires et colloques	1
MEC 6063 Techniques d'analyse et de calcul	3
MEC 6624 Dynamique des processus continus	4
MEC 6634 Processus industriels	4
MEC 6894 Transferts thermiques et massiques I	4
 Groupe B ⁽²⁾	
MEC 6884 Écoulements dans les organes de commande	4
MEC 6903 Transferts thermiques et massiques II	3
ELE 4715 Asservissements II	4
ELE 6704 Systèmes non-linéaires	4
ELE 6734 Théorie de la commande optimale	4
 Groupe C : Niveau du baccalauréat ⁽³⁾	
MEC 4053 Stœchiométrie ⁽⁴⁾	3
MEC 4608 Modèles statiques de processus	4
MEC 4616 Modèles dynamiques de processus	4
MEC 4756 Organes des systèmes asservis	4
ELE 3214 Analyse des systèmes II	3
ELE 4705 Asservissements I	3

DESCRIPTION DES COURS

MEC 6041 Séminaires et colloques **1 cr.** (Anciennement GM 604)

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.**

(Anciennement GM 606)

Ce cours vise à donner aux étudiants les connaissances plus approfondies des techniques numériques d'analyse. Quelques types de problèmes sont étudiés à

(1) Tous les cours du groupe A sont obligatoires.

(2) Le directeur du Département, sur recommandation du comité compétent, détermine les cours du groupe B qui seront imposés au candidat.

(3) On pourra permettre au candidat ne justifiant pas d'une préparation équivalente, de s'inscrire à un ou deux cours de ce groupe.

(4) Ce cours est dispensé de façon intensive durant les mois d'août à ceux dont les connaissances en processus industriels sont jugées insuffisantes.

partir de la formulation du problème jusqu'à la solution pratique sur calculatrice digitale.

MEC 6294 Dynamique des machines 4 cr. (Anciennement GM 629)

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. (Anciennement GM 630)

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 6444 Théorie générale de l'élasticité 4 cr. (Anciennement GM 644)

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. (Anciennement GM 645)

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 écouissables. 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 II 4 cr. (Anciennement GM 646)

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. (Anciennement GM 648)

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. (Anciennement GM 649)

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 continus 4 cr.

(Anciennement GM 662)

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.

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

MEC 6634 Processus industriels 4 cr.

(Anciennement GM 663)

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.

(Anciennement GM 688)

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 Transferts thermiques et massiques I 4 cr.

(Anciennement GM 689)

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 Transferts thermiques et massiques II 3 cr.

(Anciennement GM 690)

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

1968

D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S
Janvier							Juillet						
1	2	3	4	5	6		1	2	3	4	5	6	
7	8	9	10	11	12	13	7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31				28	29	30	31			
Février							Août						
	1	2	3					1	2	3			
4	5	6	7	8	9	10	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24	18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29			25	26	27	28	29	30	31
Mars							Septembre						
		1	2				1	2	3	4	5	6	7
3	4	5	6	7	8	9	8	9	10	11	12	13	14
10	11	12	13	14	15	16	15	16	17	18	19	20	21
17	18	19	20	21	22	23	22	23	24	25	26	27	28
24	25	26	27	28	29	30	29	30					
31													
Avril							Octobre						
1	2	3	4	5	6		1	2	3	4	5		
7	8	9	10	11	12	13	6	7	8	9	10	11	12
14	15	16	17	18	19	20	13	14	15	16	17	18	19
21	22	23	24	25	26	27	20	21	22	23	24	25	26
28	29	30					27	28	29	30	31		
Mai							Novembre						
	1	2	3	4					1	2			
5	6	7	8	9	10	11	3	4	5	6	7	8	9
12	13	14	15	16	17	18	10	11	12	13	14	15	16
19	20	21	22	23	24	25	17	18	19	20	21	22	23
26	27	28	29	30	31		24	25	26	27	28	29	30
Juin							Décembre						
		1					1	2	3	4	5	6	7
2	3	4	5	6	7	8	8	9	10	11	12	13	14
9	10	11	12	13	14	15	15	16	17	18	19	20	21
16	17	18	19	20	21	22	22	23	24	25	26	27	28
23	24	25	26	27	28	29	29	30	31				
30													

1969

D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S
Janvier							Juillet						
		1	2	3	4		1	2	3	4	5		
5	6	7	8	9	10	11	6	7	8	9	10	11	12
12	13	14	15	16	17	18	13	14	15	16	17	18	19
19	20	21	22	23	24	25	20	21	22	23	24	25	26
26	27	28	29	30	31		27	28	29	30	31		
Février							Août						
						1					1	2	
2	3	4	5	6	7	8	3	4	5	6	7	8	9
9	10	11	12	13	14	15	10	11	12	13	14	15	16
16	17	18	19	20	21	22	17	18	19	20	21	22	23
23	24	25	26	27	28		24	25	26	27	28	29	30
Mars							31						
						1	Septembre						
2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	
9	10	11	12	13	14	15	7	8	9	10	11	12	13
16	17	18	19	20	21	22	14	15	16	17	18	19	20
23	24	25	26	27	28	29	21	22	23	24	25	26	27
30	31						28	29	30				
Avril							Octobre						
		1	2	3	4	5			1	2	3	4	
6	7	8	9	10	11	12	5	6	7	8	9	10	11
13	14	15	16	17	18	19	12	13	14	15	16	17	18
20	21	22	23	24	25	26	19	20	21	22	23	24	25
27	28	29	30				26	27	28	29	30	31	
Mai							Novembre						
						1					1		
4	5	6	7	8	9	10	2	3	4	5	6	7	8
11	12	13	14	15	16	17	9	10	11	12	13	14	15
18	19	20	21	22	23	24	16	17	18	19	20	21	22
25	26	27	28	29	30	31	23	24	25	26	27	28	29
Juin							30						
						1	Décembre						
2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	
9	10	11	12	13	14	15	7	8	9	10	11	12	13
16	17	18	19	20	21	22	14	15	16	17	18	19	20
23	24	25	26	27	28	29	21	22	23	24	25	26	27
30							28	29	30	31			

1970

D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S						
Janvier							Juillet												
				1	2	3					1	2	3	4					
4	5	6	7	8	9	10	5	6	7	8	9	10	11						
11	12	13	14	15	16	17	12	13	14	15	16	17	18						
18	19	20	21	22	23	24	19	20	21	22	23	24	25						
25	26	27	28	29	30	31	26	27	28	29	30	31							
Février							Août												
1	2	3	4	5	6	7								1					
8	9	10	11	12	13	14	2	3	4	5	6	7	8						
15	16	17	18	19	20	21	9	10	11	12	13	14	15						
22	23	24	25	26	27	28	16	17	18	19	20	21	22						
Mars							23	24	25	26	27	28	29						
1	2	3	4	5	6	7	30	31	Septembre										
8	9	10	11	12	13	14	1							2	3	4	5		
15	16	17	18	19	20	21	6							7	8	9	10	11	12
22	23	24	25	26	27	28	13							14	15	16	17	18	19
29	30	31					20							21	22	23	24	25	26
Avril							27							28	29	30			
				1	2	3	4	Octobre											
5	6	7	8	9	10	11					1	2	3						
12	13	14	15	16	17	18					4	5	6	7	8	9	10		
19	20	21	22	23	24	25					11	12	13	14	15	16	17		
26	27	28	29	30							18	19	20	21	22	23	24		
Mai							25							26	27	28	29	30	31
						1	2	Novembre											
3	4	5	6	7	8	9					1	2	3	4	5	6	7		
10	11	12	13	14	15	16					8	9	10	11	12	13	14		
17	18	19	20	21	22	23					15	16	17	18	19	20	21		
24	25	26	27	28	29	30					22	23	24	25	26	27	28		
31											29	30							
Juin							Décembre												
				1	2	3					1	2	3	4	5				
7	8	9	10	11	12	13					6	7	8	9	10	11	12		
14	15	16	17	18	19	20					13	14	15	16	17	18	19		
21	22	23	24	25	26	27					20	21	22	23	24	25	26		
28	29	30									27	28	29	30	31				