UNIVERSITÉ
DE
SHERBROOKE

FACULTÉ
DES
SCIENCES
APPLIQUÉES
73-74

Pour tout renseignement
concernant les PROGRAMMES
s'adresser à la
Faculté des sciences appliquées
Université de Sherbrooke
Sherbrooke, Québec
J1K 2R1

Pour tout renseignement
concernant l'ADMISSION ou
l'INSCRIPTION, s'adresser au
Bureau du registraire
Université de Sherbrooke
Sherbrooke, Québec
J1K 2R1

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

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

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

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

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

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

Les renseignements publiés dans ce document étaient à jour en date du 1er mai 1973. L'Université se réserve le droit d'apporter des amendements à ses règlements et programmes sans préavis.

TABLE DES MATIÈRES

CALENDRIER DE LA FACULTÉ	5
PRÉSENTATION	9
ADMINISTRATION DE LA FACULTÉ	11
CONSEIL DE LA FACULTÉ	12
CORPS PROFESSORAL	13
RÈGLEMENTS PÉDAGOGIQUES	17
RÈGLEMENTS GÉNÉRAUX	19
RÈGLEMENTS PARTICULIERS AU BACCALAURÉAT	22
RÈGLEMENTS COMMUNS À LA MAÎTRISE ET AU DOCTORAT	25
RÈGLEMENTS PARTICULIERS À LA MAÎTRISE	26
RÈGLEMENTS PARTICULIERS AU DOCTORAT	27
RÈGLEMENTS PARTICULIERS AU RÉGIME COOPÉRATIF	30
PROGRAMMES	
1er cycle (baccalauréat)	
SYSTÈME COOPÉRATIF	31
TABLEAU DE L'AGENCEMENT DES SESSIONS	33
STRUCTURE DU PROGRAMME	34
TRONC COMMUN	35
SPÉCIALITÉS:	
GÉNIE CHIMIQUE	37
GÉNIE CIVIL	40
GÉNIE ÉLECTRIQUE	43
GÉNIE MÉCANIQUE	46
SCIENCES HUMAINES	49
COURS À OPTIONS	49
2e et 3e cycles (maîtrise et doctorat)	51
GÉNIE CHIMIQUE	51
GÉNIE CIVIL	53
GÉNIE ÉLECTRIQUE	54
GÉNIE MÉCANIQUE	55
DESCRIPTION DES COURS	57

CALENDRIER 1973-74

Trimestre d'automne

MARDI 4 SEPTEMBRE 1973

Journée d'accueil et d'information à l'intention des nouveaux étudiants.

MERCREDI 5 SEPTEMBRE 1973

Début des cours.

VENDREDI 7 SEPTEMBRE 1973

Date limite pour remettre la formule #107 et le rapport de stage par les étudiants.

VENDREDI 14 SEPTEMBRE 1973

Rencontre en groupe pré-entrevues - coordonnateur-étudiant.

LUNDI 17 SEPTEMBRE 1973

Début des entrevues coordonnateur-étudiant.

LUNDI 24 SEPTEMBRE 1973

Relevé des étudiants qui ont eu une cote "In" transmis aux facultés et aux étudiants concernés.

JEUDI 27 SEPTEMBRE 1973

Date limite pour la réception des descriptions de stages par les entreprises.

LUNDI 8 OCTOBRE 1973

Action de grâce: congé universitaire.

LUNDI 15 OCTOBRE 1973

Début de l'affichage des descriptions de stages.

MARDI 23 OCTOBRE 1973

Fin de l'affichage des descriptions de stages.

MERCREDI 24 OCTOBRE 1973

Dossiers des étudiants transmis aux entreprises.

JEUDI 1er NOVEMBRE 1973

Date limite pour la réception, au Bureau du registraire, des demandes d'admission à temps complet pour le trimestre d'hiver 1974.

MERCREDI 7 NOVEMBRE 1973

Début des entrevues par les représentants des entreprises.

VENDREDI 16 NOVEMBRE 1973

Fin des entrevues par les représentants des entreprises.

JEUDI 22 NOVEMBRE 1973

Affichage des listes de placement des étudiants.

VENDREDI 30 NOVEMBRE 1973

Relevé des stagiaires transmis aux entreprises.

VENDREDI 7 DÉCEMBRE 1973

Fin des cours du trimestre d'automne.

LUNDI 10 DÉCEMBRE 1973

Début des examens.

SAMEDI 22 DÉCEMBRE 1973

Fin du trimestre d'automne 1973 et des stages pratiques.

Trimestre d'hiver

JEUDI 3 JANVIER 1974

Début des cours et des stages pratiques du trimestre d'hiver.

VENDREDI 4 JANVIER 1974

Date limite pour remettre la formule #107 et le rapport de stage par les étudiants.

VENDREDI 11 JANVIER 1974

Rencontre en groupe pré-entrevues - coordonnateur-étudiant.

LUNDI 14 JANVIER 1974

Début des entrevues coordonnateur-étudiant.

LUNDI 21 JANVIER 1974

Relevé des étudiants qui ont eu une cote "In" transmis aux facultés et aux étudiants concernés.

JEUDI 24 JANVIER 1974

Date limite pour la réception des descriptions de stages par les entreprises.

LUNDI 11 FÉVRIER 1974

Début de l'affichage des descriptions de stages.

MARDI 19 FÉVRIER 1974

Fin de l'affichage des descriptions de stages.

MERCREDI 20 FÉVRIER 1974

Dossiers des étudiants transmis aux entreprises.

VENDREDI 1er MARS 1974

Date limite pour la réception, au Bureau du registraire, des demandes d'admission à temps complet pour le trimestre d'automne 1974.

MERCREDI 6 MARS 1974

Début des entrevues par les représentants des entreprises.

VENDREDI 15 MARS 1974

Fin des entrevues par les représentants des entreprises.

JEUDI 21 MARS 1974

Affichage des listes de placement des étudiants.

VENDREDI 29 MARS 1974

Relevé des stagiaires transmis aux entreprises.

JEUDI 11 AVRIL 1974

Fin des cours et début du congé de Pâques, en soirée.

MARDI 16 AVRIL 1974

Début des examens.

VENDREDI 19 AVRIL 1974

Fin des stages pratiques.

SAMEDI 27 AVRIL 1974

Fin du trimestre d'hiver 1974.

Trimestre d'été

LUNDI 29 AVRIL 1974

Début des cours et des stages pratiques.

VENDREDI 3 MAI 1974

Date limite pour remettre la formule # 107 et le rapport de stage par les étudiants.

LUNDI 13 MAI 1974

Début des entrevues coordonnateur-étudiant.

VENDREDI 17 MAI 1974

Date limite pour la réception des descriptions de stages par les entreprises.

LUNDI 20 MAI 1974

Jour férié: congé universitaire.

LUNDI 27 MAI 1974

Début de l'affichage des descriptions de stages.

VENDREDI 31 MAI 1974

Fin de l'affichage des descriptions de stages.

MARDI 4 JUIN 1974

Dossiers des étudiants transmis aux entreprises.

JEUDI 13 JUIN 1974

Début des entrevues par les représentants des entreprises.

JEUDI 20 JUIN 1974

Fin des entrevues par les représentants des entreprises.

LUNDI 24 JUIN 1974

Fête du Canada français: congé universitaire.

MERCREDI 26 JUIN 1974

Affichage des listes de placement des étudiants.

LUNDI 1er JUILLET 1974

Fête du Canada: congé universitaire.

LUNDI 8 JUILLET 1974

Relevé des stagiaires transmis aux entreprises.

VENDREDI 26 JUILLET 1974

Fin des cours du trimestre d'été.

LUNDI 29 JUILLET 1974

Début des examens.

VENDREDI 9 AOÛT 1974

Fin du trimestre d'été 1974.

VENDREDI 23 AOÛT 1974

Fin des stages pratiques.

LUNDI 26 AOÛT 1974

Début des stages pratiques.

MARDI 3 SEPTEMBRE 1974

Journée d'accueil des nouveaux étudiants; séance d'information dans l'après-midi.

MERCREDI 4 SEPTEMBRE 1974

Début des cours.

PRÉSENTATION

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

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

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

En 1963, les professeurs de la Faculté des sciences sont regroupés officiellement en départements: 3 en sciences appliquées (Génie civil, Génie électrique et Génie mécanique) et 4 en sciences pures (Biologie, Chimie, Mathématiques et Physique).

Le début de l'année universitaire 1966-67 marque l'arrivée des premiers étudiants des 2^e et 3^e cycles en génie et l'implantation du système coopératif pour la formation des ingénieurs. Cette initiative, unique au Québec, représente une étape importante dans le développement de la Faculté.

Devant l'accroissement rapide du nombre d'étudiants (la Faculté des sciences en compte 700 en septembre 1966) et l'orientation différente que prennent les disciplines de sciences pures et de sciences appliquées (à cause de la formule coopérative), on décide alors de regrouper ces disciplines en deux facultés. C'est ainsi que le 1^{er} juin 1967 naît la Faculté des sciences appliquées, constituée de trois départements; les 4 départements de sciences pures demeurent à l'intérieur de la Faculté des sciences.

En septembre 1968, la Faculté des sciences appliquées emménage dans un nouveau pavillon, d'une superficie de 190,000 pieds carrés, inauguré officiellement le 6 juin 1969. À la fin de l'année 1968-69, la Faculté élargit les cadres de son Conseil pour permettre une participation à part égale des professeurs, des étudiants et des administrateurs dans l'élaboration de ses politiques.

L'année universitaire 1969-70 marque l'implantation du régime pédagogique de promotion par cours avec moyenne cumulative pour les nouveaux étudiants qui s'inscrivent à la Faculté. Cette réforme des règlements est rendue nécessaire par une refonte en profondeur du programme de baccalauréat ès sciences appliquées qui exige le décroisement des disciplines. Cette même année, la Faculté décide d'ouvrir l'éventail de ses programmes de baccalauréat, maîtrise et doctorat pour inclure une quatrième spécialité, le génie chimique.

En 1971-72, la section de génie chimique se voyait octroyer le statut de département et en 1972-73, la Faculté comptait 719 étudiants, dont 53 au niveau de la maîtrise et 22 au niveau du doctorat.

**La Faculté des sciences appliquées
est membre de
l'American Society
for Engineering Education (ASEE)**

ADMINISTRATION DE LA FACULTÉ

Doyen: Pierre A. DESCHÊNES

Vice-doyen à la recherche: Gilles FAUCHER

Secrétaire et directeur des études: Richard THIBAUT

Directeur du Département de génie chimique: Bernard COUPAL

Directeur du Département de génie civil: Bernard GALLEZ

Directeur du Département de génie électrique: Adrien LEROUX

Directeur du Département de génie mécanique: Baruir ASHIKIAN

Secrétaire administratif: André ROUSSEL

Secrétaire administratif (secteur académique): Jacques CARBONNEAU

Comité des études de maîtrise et de doctorat:

Gaston AUBÉ

Nicholas GALANIS

Pierre LEMIEUX

Normand THÉRIEN

Richard THIBAUT, président

Comité d'admission et d'équivalences:

Jacques ALLARD (Faculté des sciences)

Emmanuel GHARGHOURY

Peter J. JONES

Conrad LAUZIER

Sylvio RICHARD

Normand THERRIAULT (Service de la coordination)

Richard THIBAUT, président

Directeur intérimaire de la bibliothèque des Sciences:

Roger B. BERNIER

CONSEIL DE LA FACULTÉ

Présentement, le Conseil de la faculté est constitué de 19 personnes:

7 membres de l'administration, qui sont le doyen, le vice-doyen, le secrétaire et les quatre directeurs de département;

6 professeurs i.e. un agrégé ou titulaire et un adjoint ou chargé d'enseignement de chaque département;

6 étudiants, dont un de niveau maîtrise ou doctorat.

La composition de cet organisme fait actuellement l'objet d'une étude, dont les recommandations seront soumises aux autorités compétentes et rendues publiques dès leur mise en vigueur.

CORPS PROFESSORAL

DÉPARTEMENT DE GÉNIE CHIMIQUE

- BROWN R. Peter, B.Sc. (Birmingham), Ph.D. (Birmingham),
professeur adjoint.
- CHORNET Esteban, Ing. (E.T.S.I.I.) (Barcelone), Ph.D. (Lehigh),
ing., professeur adjoint.
- COUPAL Bernard, B.A. (Montréal), B.Sc.A., M.Sc.A. (Poly),
Ph.D. (Floride), ing., professeur titulaire, directeur du Département.
- GRAVELLE Denis, B.Sc., M.Sc.A., Ph.D. (Ottawa), ing., professeur adjoint.
- JONES Peter J., B.Eng. (McGill), S.M. (M.I.T.), professeur adjoint.
- THÉRIEN Normand, B.Sc.A., M.Sc.A. (Poly), Ph.D. (McMaster),
ing., professeur adjoint, secrétaire du Département.

DÉPARTEMENT DE GÉNIE CIVIL

- AITCIN Pierre-Claude, Ing. (E.N.S.E.I.H.T.), L.Sc., Dr-Ing. (Toulouse),
ing., professeur agrégé.
- BRUNELLE Paul-Édouard, B.Sc.A. (Montréal), M.Sc.A. (Laval),
Dr-Ing. (Toulouse), ing., professeur titulaire.
- ELLYIN Fernand, M.Sc. (Téhéran), Ph.D. (Waterloo), ing.,
professeur titulaire.
- GALLEZ Bernard, Ing. civil (constructions) (Louvain), Ing. civil (con-
structions hydraulique et hydrographe), D.Sc.A. (Liège), ing., profes-
seur agrégé, directeur du Département.
- GHARGHOURY Emmanuel, Ing. (E.N.P.C.) (Paris), ing., professeur
agrégé, secrétaire du Département.
- HAMEL Claude, B.A. (Montréal), B.Sc.A. (Sherbrooke), M.Sc.A. (Laval),
ing., professeur titulaire, adjoint aux affaires académiques.
- JOHNS Kenneth C., B.Eng. (McGill), Ph.D. (London), ing.,
professeur adjoint.
- LA FONTAINE Pierre, B.Sc.A. (Sherbrooke), M.Sc. (engineering) (West
Virginia), ing., professeur agrégé.
- LAPOINTE Guy, B.A., B.Sc. (Montréal), M.Sc. (Manitoba),
professeur agrégé.
- LEFEBVRE Guy, B.Sc.A. M.Sc.A. D.Sc. (Laval), ing., professeur adjoint.

LEMIEUX Pierre, B.A., B.Sc.A. (Sherbrooke), M.S. (M.I.T.),
Ph.D. (Waterloo), ing., professeur agrégé.

MORIN Jean-Paul, B.Sc.A. (Sherbrooke), M.Sc.A. (Laval),
ing., professeur agrégé.

NEALE Kenneth, B.Eng. (McGill), M.A.Sc., Ph.D. (Waterloo),
ing., professeur adjoint.

DÉPARTEMENT DE GÉNIE ÉLECTRIQUE

ADOUL Jean-Pierre, Ing. (E.N.R.E.A.), M.S., Ph.D. (Lehigh),
auxiliaire d'enseignement.

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

BÉLAND Bernard, B.Sc.A., D.Sc. (Laval), ing., professeur agrégé.

DELISLE Jules, B.A., L.Ph. (Ottawa), B.Sc.A. (Laval) M.Sc.A. (E.N.S.A.),
D. 3e cycle (sciences) (Paris), ing., professeur titulaire.

DESCHÊNES Pierre A., B.A. (Montréal), B.Eng. (McGill), M.Sc. (Ottawa),
Dr-ing. (Rennes), ing., professeur titulaire, doyen.

DUVAL François, B.A. (Laval), B.Eng. (McGill), professeur adjoint.

GOULET Roger, B.A. B.Sc.A., M.Sc.A. (Laval), Ph.D. (Sherbrooke),
ing., professeur agrégé.

GRONDIN Réjean, B.Sc.A. (Sherbrooke), ing., chargé d'enseignement.

KOCSIS Alexandre, B.A. (Cluj), Dipl. Ing. (Budapest), ing.,
professeur agrégé.

LEROUX Adrien, B.A. (Montréal), B.Sc.A. (Sherbrooke) M.Sc.A. (Laval),
ing., professeur titulaire, directeur du Département.

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

RICHARD Sylvio, B.Sc.A. (Sherbrooke), M.Sc.A. (McGill), ing.,
professeur agrégé, secrétaire du Département.

RUDKO Michael, B.S.E.E., M.S.E.E. (Syracuse), professeur adjoint.

STEPHENNE Hubert, B.Sc.A. (Sherbrooke) M.Sc.A. (Paris), ing.,
professeur adjoint.

THIBAUT Richard, B.Sc.A. (Sherbrooke), M.Sc.A. (E.N.S.A.), D. 3e cycle
(sciences) (Paris), ing., professeur agrégé, secrétaire de la Faculté
et directeur des études.

ST-JEAN Bernard, Ing. (E.N.S.A.) (Paris), professeur adjoint.

VAN HOUTTE Noël, Ing. (Gand), S.M., E.A.A., Sc.D. (M.I.T.),
professeur agrégé.

**DÉPARTEMENT DE
GÉNIE MÉCANIQUE**

ASHIKIAN Baruir, Cert. Ing. Mec. (Bucharest), M.Eng. (McGill),
ing., professeur titulaire, directeur du Département.

BOUDREAU Lucien, B.Sc.A., M.Sc.A. (Laval), ing., professeur agrégé.

BOULBES Jean-Claude, Ing. (E.N.S.A.M.), M. S. (Lehigh),
auxiliaire d'enseignement.

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

CAMARERO Ricardo, B.Eng., M.Eng. (McGill), professeur adjoint.

DUGAL Réal, T.D. (Rimouski), technicien professionnel,
chargé d'enseignement.

FAUCHER Gilles, B.A., B.Sc.A., M.Sc.A. (Laval), Ph.D. (Toronto),
ing., professeur agrégé, vice-doyen à la recherche.

GALANIS Nicholas, B.Sc.A. (Grèce), M.Sc., Ph.D. (Cornell),
professeur agrégé.

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

HUBERT Lucien, B.A. (Montréal), B.Sc.A. (Poly), ing.,
professeur agrégé.

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

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

PECKO Georges, B.Sc. (Brno), ing., professeur adjoint.

PROULX Denis, B.Sc.A. (Sherbrooke), Ing. (I.S.M.C.M.), D.E.A. (Paris),
ing., professeur agrégé, secrétaire du Département.

VAN HOENACKER Yves, Ing. (I.N.S.A.) (Lyon), M.Sc.A. (Sherbrooke),
professeur adjoint.

VITTECOQ Pierre, Ing. (E.N.S.M.A.) (Poitiers), M.Sc.A.,
Ph.D. (Laval), professeur adjoint.

RÈGLEMENTS PÉDAGOGIQUES

Règlements généraux page 19

- 1 - Définitions
- 2 - Équivalence et exemption
- 3 - Commandite
- 4 - Préalables
- 5 - Changement de cours
- 6 - Abandon de cours
- 7 - Départ
- 8 - Mention "incomplet"
- 9 - Notation
- 10 - Examen de reprise
- 11 - Échec
- 12 - Moyenne cumulative
- 13 - Pondération
- 14 - Absences aux examens
- 15 - Plagiat
- 16 - Révision

Règlements particuliers au baccalauréat page 22

- 17 - Conditions d'admission
- 18 - Programme
- 19 - Temps complet
- 20 - Périodes d'examens
- 21 - Nombre d'examens
- 22 - Matière
- 23 - Examen oral
- 24 - Échec
- 25 - Moyenne cumulative
- 26 - Moyenne cumulative temporaire

Règlements communs à la maîtrise et au doctorat page 25

- 27 - Calendrier
- 28 - Programme de cours
- 29 - Inscription
- 30 - Mémoires et thèses
- 31 - Diplôme

Règlements particuliers à la maîtrise page 26

- 32 - Admission
- 33 - Programme
- 34 - Durée
- 35 - Mémoire
- 36 - Diplôme

Règlements particuliers au doctorat page 27

- 37 - Admission
- 38 - Programme
- 39 - Durée
- 40 - Examen général
- 41 - Langues
- 42 - Thèse
- 43 - Diplôme

Règlements particuliers au régime coopératif page 30

- 44 - Nombre de stages
- 45 - Rapport de stage
- 46 - Évaluation des stages
- 47 - Exclusion
- 48 - Échec

RÈGLEMENTS GÉNÉRAUX

1. DÉFINITIONS

- 1.1 **Le régime pédagogique** en vigueur à l'Université de Sherbrooke est celui de la promotion par cours et par moyenne cumulative.
- 1.2 **La promotion par cours** est un mécanisme de promotion par lequel l'étudiant qui a démontré les connaissances satisfaisantes dans un cours se voit accorder les crédits que comporte ce cours.
- 1.3 **La moyenne cumulative** est le mode de contrôle qui évalue d'une façon continue le rendement scolaire de l'étudiant, sur l'ensemble des cours qu'il a suivis.
- 1.4 **Le cours** est constitué d'une série de leçons théoriques, de travaux pratiques ou d'exercices répartis sur une seule session et portant sur une seule matière. Le cours constitue une unité élémentaire d'enseignement et d'études qui entre dans la composition d'un ou de plusieurs programmes conduisant à un diplôme. Il est identifiable par un titre et un sigle.
- 1.5 **Le crédit** correspond à quarante-cinq (45) heures de travail fourni par l'étudiant et reconnu par l'Université.
- 1.6 **Le trimestre** est une portion du calendrier comportant 15 semaines sur lesquelles s'étendent normalement les enseignements dispensés par l'Université. Cette durée comprend les périodes d'examens.
- 1.7 **La session** est, pour un étudiant, un trimestre durant lequel il est inscrit à l'Université.
- 1.8 **Le programme** est un ensemble de cours établi en vue d'une formation spécifique et conduisant à un diplôme accordé par l'Université. Chaque programme comporte un nombre minimum de crédits déterminés par les autorités compétentes.

2. ÉQUIVALENCE ET EXEMPTION

- 2.1 Tout étudiant qui démontre qu'il connaît la matière d'un ou plusieurs cours de son programme pour les avoir suivis avec succès dans un autre établissement d'enseignement peut obtenir une reconnaissance pour ces cours. Lorsque cette reconnaissance est accompagnée d'une allocation de crédits, elle est signifiée comme une équivalence (Eq); si elle n'est pas accompagnée d'une allocation de crédits, elle est signifiée par une exemption (Ex).
- 2.2 Toute demande de reconnaissance doit s'effectuer au début d'un trimestre, lors de la période de choix de cours, et doit être appuyée par les documents officiels pertinents.

3. COMMANDITE

- 3.1 Une commandite est une autorisation émise à un étudiant inscrit à un programme de suivre un ou des cours dans une autre institution. Par une telle autorisation, l'Université s'engage à reconnaître les crédits acquis par l'étudiant.

4. PRÉALABLES ET CO-REQUIS

- 4.1 Un étudiant ne peut s'inscrire à un cours que s'il en a réussi le ou les cours requis comme préalables.
- 4.2 Un cours est co-requis à un autre si le premier doit être suivi avant le second ou simultanément au second.

5. CHANGEMENT DE COURS

- 5.1 Tout étudiant peut, pendant les 2 premières semaines d'une session, soumettre une demande officielle de changement de cours, qui pourra être autorisé s'il est matériellement réalisable.

6. ABANDON DE COURS

- 6.1 Tout étudiant peut, pendant les 6 premières semaines d'une session soumettre une demande officielle d'abandon de cours, qui sera généralement autorisé, à condition que le nombre de crédits auxquels l'étudiant reste inscrit lui permette de conserver son statut d'étudiant à temps complet. Cependant, si cette demande est soumise après la deuxième semaine, elle entraîne une mention d'abandon (Ab) au dossier scolaire de l'étudiant.
- 6.2 Tout étudiant qui abandonne un cours après la sixième semaine d'une session voit la mention E (échec) consignée à son dossier scolaire pour ce cours.

7. DÉPART

- 7.1 Tout étudiant qui quitte l'Université avant la fin d'une session doit signifier son départ au secrétaire de la Faculté. Ce départ sera consigné comme tel dans le dossier scolaire de l'étudiant. Si le départ n'est pas signifié, chaque cours sera noté E (échec).

8. MENTION "INCOMPLET"

- 8.1 Si un étudiant n'a pas rempli toutes les exigences pour un cours par suite de motifs acceptés, la note indiquée au bulletin est In, signifiant "incomplet". L'étudiant doit compléter ces exigences dans le délai et selon les modalités que détermine la Faculté.

9. NOTATION

- 9.1 Le rendement de l'étudiant dans chaque cours s'exprime par les catégories suivantes: excellent, très bien, bien, passable et échec.
- 9.2 Le code alphabétique suivant traduit l'évaluation décrite au paragraphe précédent.
- A: Excellent B: Très bien C: Bien D: Passable E: Échec
- Aucune interpolation n'est permise (v.g. B+, C-).

10. EXAMEN DE REPRISE

- 10.1 Il n'y a pas d'examen de reprise.

11. ÉCHEC

- 11.1 L'étudiant qui échoue un cours une seconde fois est exclu du programme d'études auquel il s'est inscrit.
- 11.2 L'échec subi par un étudiant dans un cours demeure à son dossier scolaire, même s'il refait ce cours avec succès par la suite; la nouvelle cote apparaît aussi au dossier.

12. MOYENNE CUMULATIVE

- 12.1 À la fin de chaque session, on évalue le rendement global de l'étudiant depuis son entrée à la Faculté en calculant sa moyenne cumulative, i.e. la moyenne par crédit de l'ensemble des résultats obtenus dans tous les cours auxquels il s'est inscrit, pondérés par le nombre de crédits attachés à chacun de ces cours.
- 12.2 Pour effectuer le calcul de la moyenne cumulative, on attribue aux cotes alphabétiques les valeurs numériques suivantes:
 A=4 B=3 C=2 D=1 E=0
- 12.3 Les cours dans lesquels le résultat final de l'étudiant est signifié par les cotes Ab, In, Eq ou Ex ne sont pas pris en compte dans le calcul de la moyenne cumulative.
- 12.4 Un étudiant ne peut pas refaire un cours déjà réussi dans le but d'améliorer sa moyenne cumulative.

13. PONDÉRATION

- 13.1 La note finale qu'obtient l'étudiant dans un cours est contituée de ses résultats à l'examen final, aux examens partiels et aux travaux pratiques, s'il y a lieu. L'importance relative accordée à chacune de ces composantes dans le calcul de la note finale est laissée à la discrétion du professeur. Celui-ci doit cependant communiquer aux étudiants, dès le début de la session, la pondération qu'il entend appliquer.

14. ABSENCE AUX EXAMENS

- 14.1 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 doit subir un examen supplémentaire dont les modalités sont fixées par le secrétaire de la Faculté en consultation avec les départements concernés.
- 14.2 L'étudiant absent d'un examen doit en aviser le secrétaire de la Faculté dans les sept jours qui suivent, et il dispose ensuite d'un délai d'un mois pour justifier son absence par écrit. S'il omet de le faire ou si le secrétaire n'accepte pas ses motifs, il se verra attribuer la note zéro (0) pour cet examen.

15. PLAGIAT

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

16. RÉVISION

- 16.1 Tout étudiant qui désire faire réviser la correction d'un examen doit soumettre une demande écrite au secrétariat de la Faculté. Les frais encourus sont de \$5.00 par correction, et ils sont imputés au compte de l'étudiant par le Service des finances. Cette imputation est annulée par la suite si la révision entraîne une majoration de l'évaluation.
- 16.2 Les délais pour les demandes de révision sont les suivants:
- a) lorsque les résultats sont transmis à l'étudiant sur les babilards, 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'émission des bulletins.
- 16.3 La révision 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 révision.
- On ne remet jamais à l'étudiant sa copie d'examen.

RÈGLEMENTS PARTICULIERS AU BACCALAURÉAT

17. CONDITIONS D'ADMISSION*

- 17.1 Pour être admissible en première année du programme de baccalauréat ès sciences appliquées, un candidat doit:
- posséder un diplôme d'études collégiales (D.E.C.) accordé par un collège de la province de Québec et obtenu dans le champ de spécialisation des sciences pures et appliquées;

* Toute demande d'admission doit être soumise directement au Bureau du registraire de l'Université, auquel il faut aussi s'adresser pour obtenir les formules officielles nécessaires à cette fin. La date limite pour présenter une demande d'admission est fixée au 1er mars. La brochure "Renseignements généraux" de l'Université contient toutes les informations requises concernant les admissions, les inscriptions et les déboursés.

- posséder un certificat ou un diplôme d'études de niveau secondaire ou collégial, accordé par une institution canadienne ou étrangère et jugés équivalents au D.E.C. par le Comité d'admission de la Faculté. Ces candidats peuvent être soumis à un examen d'admission si la Faculté le juge nécessaire.

17.2 Un candidat qui a entrepris dans une autre université des études d'ingénieur, ou un programme équivalent, peut être admis à un niveau supérieur à la première année à condition d'avoir satisfait préalablement aux exigences de l'institution où il était inscrit. Toutefois, la Faculté ne peut reconnaître en équivalence que la moitié des crédits que comporte le programme de baccalauréat ès sciences appliquées, l'autre moitié du programme devant être complétée à la Faculté même pour que celle-ci accepte de remettre le diplôme.

18. PROGRAMME

18.1 Le programme de baccalauréat comporte 5 stages pratiques et un minimum de 120 crédits répartis de la façon suivante: 60 crédits de tronc commun, 48 crédits de formation spécialisée et 12 crédits de sciences humaines.

19. TEMPS COMPLET

19.1 L'étudiant à temps complet doit, à chaque session, s'inscrire à un minimum de douze (12) crédits; quant au maximum, il est de dix-huit (18) crédits.

20. PÉRIODES D'EXAMENS

20.1 Les dates exactes des périodes d'examens finals sont déterminées à l'avance et sont indiquées au calendrier de la Faculté. Tous les cours et travaux pratiques sont supprimés pendant les périodes d'examens finals.

20.2 Des examens partiels ont lieu pendant la session, dans le cadre de l'horaire régulier, mais les cours ne sont pas supprimés à cette fin.

21. NOMBRE D'EXAMENS

21.1 L'étudiant doit subir un examen final dans chaque cours théorique inscrit à son programme d'études pour la session. Il peut être appelé à subir également un ou plusieurs examens partiels, si le professeur le juge à propos.

21.2 Les examens partiels ont une durée maximum de deux (2) heures et les examens finals, de trois (3) heures. Un étudiant ne peut être appelé à subir le même jour deux (2) examens d'une durée de trois (3) heures chacun.

22. MATIÈRE

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

23. EXAMEN ORAL

- 23.1 Seuls peuvent être oraux les examens de travaux pratiques, les examens partiels et les examens supplémentaires donnés à des étudiants ayant motivé leur absence lors d'un examen final.

24. ÉCHEC

- 24.1 L'étudiant qui échoue un cours obligatoire une première fois doit refaire ce cours intégralement.
- 24.2 L'étudiant qui échoue une première fois un cours à option doit soit refaire ce cours soit y substituer un autre cours à option. Cette substitution n'est cependant permise qu'une fois en cours de programme; en cas de nouvel échec, l'étudiant doit refaire ce dernier cours ou tout autre cours imposé par la Faculté.

25. MOYENNE CUMULATIVE

- 25.1 Une moyenne cumulative égale à 1.80 constitue la norme minimale de succès d'un étudiant.
- 25.2 Un étudiant dont la moyenne cumulative est inférieure à 1.50 n'est pas réadmis au programme auquel il s'est inscrit. Cependant, cette règle ne s'applique pas au terme de la première session de l'étudiant.
- 25.3 Un étudiant dont la moyenne cumulative se situe entre 1.50 et 1.80 dispose d'une session (12 crédits ou plus) pour rétablir sa moyenne à 1.80; sans quoi, il n'est pas réadmis au programme auquel il s'est inscrit. Cependant, cette règle ne s'applique pas au terme de la première session de l'étudiant.
- 25.4 L'étudiant dont la moyenne cumulative tombe entre 1.50 et 1.80 à la fin de son programme d'études est soumis à des exigences supplémentaires (examen de synthèse, cours supplémentaires, session supplémentaire). Le jugement d'un comité de faculté formé à cette fin décidera de l'obtention ou non du grade postulé.

26. MOYENNE CUMULATIVE TEMPORAIRE

- 26.1 Dans le cas où un étudiant ne peut se constituer un programme d'études d'au moins douze (12) crédits lors d'une certaine session, à cause du nombre insuffisant de cours offerts pour lesquels il a réussi les préalables, on établit, à la fin de cette session, une moyenne cumulative temporaire, en pondérant la moyenne de l'étudiant pour cette session particulière par le nombre moyen de crédits accumulés pendant les sessions précédentes.
- 26.2 La moyenne cumulative temporaire ne vaut qu'à la fin d'une session pendant laquelle le programme de l'étudiant était inférieur à douze (12) crédits. Dès la session suivante, on établit la moyenne cumulative réelle pour l'ensemble du programme de l'étudiant.

RÈGLEMENTS COMMUNS À LA MAÎTRISE ET AU DOCTORAT

27. CALENDRIER

- 27.1 Le calendrier des études de maîtrise et de doctorat est le même que celui des programmes du baccalauréat, i.e. l'année est divisée en 3 trimestres (automne, hiver, été) de 15 semaines chacun, examens inclus.

28. PROGRAMME DE COURS

- 28.1 Le programme de chaque étudiant pour une session doit être soumis au Comité des études de maîtrise et de doctorat de la Faculté par les départements concernés au plus tard un mois après le début de la session.
- 28.2 Aucun cours ne peut être crédité au programme de maîtrise ou de doctorat d'un étudiant si les crédits correspondants lui ont déjà été accordés officiellement pour satisfaire aux exigences minimales du baccalauréat.
- 28.3 Les départements doivent soumettre au Comité des études de maîtrise et de doctorat, à la fin d'une session, un rapport d'évaluation du travail de chaque étudiant, ainsi que les résultats finals obtenus dans les cours inscrits à son programme. Un candidat dont le travail ne sera pas jugé satisfaisant pourra être invité à abandonner ses études.
- 28.4 L'étudiant doit maintenir sur l'ensemble des cours de son programme une moyenne cumulative minimale de 2.75 pour obtenir le diplôme.
- 28.5 L'étudiant qui subit un échec dans un cours doit, selon la décision du département, soit reprendre le cours en entier, soit s'inscrire à un autre cours s'il n'a pas complété son programme. Il n'y a aucun examen de reprise.

29. INSCRIPTION

- 29.1 Pour chacune des années que dure sa candidature, l'étudiant est tenu de s'inscrire officiellement à l'Université comme étudiant régulier, soit à temps complet, soit en rédaction de thèse.

30. MÉMOIRES ET THÈSES

- 30.1 La rédaction et la présentation des mémoires et thèses 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".
- 30.2 Le mémoire de maîtrise et la thèse de doctorat doivent être remis au secrétariat de la Faculté en 3 et 5 exemplaires respectivement, en feuilles détachées non reliées ni perforées, au moins 6 semaines (mémoire) ou 3 mois (thèse) avant l'une des dates de remise de grades fixées par l'Université.

30.3 Après correction et approbation, 5 exemplaires des mémoires et thèses sont reliés par les soins de la bibliothèque de l'Université qui les distribue de la façon suivante:

- un exemplaire au vice-recteur académique
- un exemplaire à la bibliothèque de l'Université
- un exemplaire au département
- un exemplaire au directeur de recherche
- un exemplaire à l'étudiant.

31. DIPLÔME

31.1 Les diplômes indiquent la spécialité du candidat, mais ne comporte aucune mention d'excellence. Par exemple: Maîtrise ès sciences appliquées (génie électrique).

RÈGLEMENTS PARTICULIERS À LA MAÎTRISE

32. ADMISSION

32.1 Est admissible aux études conduisant à la maîtrise ès sciences appliquées tout candidat qui possède l'un des diplômes suivants, obtenu avec des résultats qui satisfont aux exigences de la Faculté:

- baccalauréat ès sciences appliquées ou "bachelor of engineering" d'une université canadienne
- diplôme d'ingénieur d'une université ou école d'un pays étranger, jugé équivalent au baccalauréat ès sciences appliquées de l'Université de Sherbrooke
- baccalauréat ès sciences (physique, chimie, mathématiques) d'une université canadienne ou diplôme jugé équivalent. Ces candidats doivent habituellement s'inscrire à un certain nombre de cours d'appoint, de niveau sous-gradué, avant d'entreprendre le programme de maîtrise.

33. PROGRAMMES

33.1 La Faculté offre deux types différents de maîtrise ès sciences appliquées: une maîtrise dite de recherche et une maîtrise dite professionnelle.

- Le programme de **maîtrise de recherche** comporte un minimum de 12 crédits de cours, plus un travail individuel de recherche fait sous la direction d'un professeur de la Faculté et devant conduire à la rédaction d'un mémoire
- Le programme de **maîtrise professionnelle** comporte un minimum de 24 crédits de cours, dont au moins 6 doivent être pris à l'extérieur du département choisi par le candidat, plus un projet portant sur le domaine de spécialité choisie. Le projet

consiste en un problème important de design, d'analyse ou de synthèse. Il peut être remplacé par quelques cours si l'étudiant le désire et si le département concerné le juge à propos.

34. DURÉE

- 34.1 La scolarité d'un candidat à la maîtrise ès sciences appliquées est d'une année, et la durée minimum de la résidence à plein temps à la Faculté est de deux trimestres.
- 34.2 La période de résidence est prolongée pour les étudiants qui détiennent des postes d'assistant (enseignement) dépassant l'équivalent d'une demi-journée par semaine par session et pour ceux dont la présence à la Faculté est requise par la nature de leur travail de recherche.
- 34.3 Un candidat ne peut consacrer plus de 3 années à l'obtention du diplôme de maîtrise, à compter de la date de sa première inscription à ce grade.

35. MÉMOIRE

- 35.1 Le candidat à la maîtrise de recherche 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. Sans prétendre à l'originalité complète, ce mémoire porte sur une recherche suffisamment sérieuse pour permettre de juger des aptitudes du candidat en recherche.
- 35.2 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.
- 35.3 Un mémoire refusé par le jury ne peut être soumis à nouveau plus d'une fois.

36. DIPLÔME

- 36.1 Sur recommandation du doyen de la Faculté et avec l'approbation du Conseil universitaire, le grade de maître ès sciences appliquées (M.Sc.A.) est remis au candidat qui a satisfait aux exigences de la Faculté.

RÈGLEMENTS PARTICULIERS AU DOCTORAT

37. ADMISSION

- 37.1 Pour être admis au doctorat, un candidat doit avoir obtenu son baccalauréat ou son diplôme d'ingénieur en se classant parmi les meilleurs de son groupe, détenir une maîtrise ès sciences appliquées et avoir démontré qu'il possède les aptitudes nécessaires à la recherche.

- 37.2 Un candidat ayant suivi avec succès les cours et satisfait aux exigences de la maîtrise peut, sur recommandation de son directeur de thèse, être autorisé à poursuivre des travaux en vue du doctorat sans avoir à soumettre un mémoire de maîtrise.
- 37.3 Un étudiant qui a terminé sa scolarité de maîtrise et qui n'a pas encore obtenu le diplôme (instance de grade), mais dont le travail de rédaction de mémoire est suffisamment avancé, peut être admis et inscrit au doctorat. Il dispose alors d'une seule session pour déposer son mémoire de maîtrise et obtenir le diplôme; à défaut de ce faire, cette session ne sera pas reconnue comme résidence de doctorat.

38. PROGRAMME

- 38.1 Le programme d'études conduisant au doctorat ne comporte aucune exigence minimale au point de vue crédits de cours. Toutefois, les candidats au doctorat peuvent être appelés à suivre des cours qui leur sont imposés par le département qui les reçoit; ils sont alors soumis aux normes énoncées dans les règlements généraux.
- 38.2 Chaque candidat au doctorat est conseillé par un groupe de 3 professeurs: le directeur de recherche, un professeur du département et un autre de l'Université. Les membres de ce comité de doctorat sont désignés par le directeur du département et nommés par le doyen dès l'inscription de l'étudiant; c'est le directeur de recherche qui préside le comité.

Le rôle du comité de doctorat consiste à guider l'étudiant dans l'établissement de son programme d'études (cours formels, études dirigées...), à définir le contenu et les modalités de l'examen général du candidat, et enfin à lui faire passer cet examen général. Le comité n'a aucune responsabilité quant au travail de recherche du candidat; son rôle se termine lorsque le candidat a réussi l'examen général.

39. DURÉE

- 39.1 La scolarité d'un candidat au doctorat est de deux ans après la maîtrise et celui-ci doit demeurer en résidence à l'Université pendant toute cette période.
- 39.2 La période de résidence peut être prolongée pour les étudiants qui occupent des postes de chargés de cours ou d'assistants auxquels ils doivent consacrer plus d'une journée par semaine par session (cours de 3 heures, ou 2 demi-journées de démonstration).
- 39.3 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 sa première inscription à ce grade.

40. EXAMEN GÉNÉRAL

- 40.1 Vers la fin de sa première année de candidature au doctorat, l'étudiant doit subir un examen général comportant, selon la décision du comité de doctorat, une épreuve écrite et/ou une

épreuve orale, où il doit démontrer une connaissance approfondie de la discipline dans laquelle il se spécialise, ainsi que des disciplines connexes. L'étudiant doit attendre au moins 9 mois après l'examen général pour se présenter à la soutenance de sa thèse.

Le jury de l'examen général se compose du comité de doctorat du candidat plus, possiblement, quelques autres personnes, si le comité le juge à propos. S'il y a un examen oral, seuls les membres du jury peuvent y assister.

Le résultat de l'examen général peut s'exprimer de trois façons: 1) succès; 2) ajournement, i.e. le jury invite l'étudiant à se présenter à nouveau devant lui après un délai minimum de 3 mois; 3) échec, ce qui entraîne la fin de la candidature.

41. LANGUES

- 41.1 Le candidat au doctorat peut être appelé à subir un examen oral ou écrit pour démontrer qu'il peut comprendre les textes scientifiques français et anglais.

42. THÈSE

- 42.1 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 au domaine de spécialité du candidat.
- 42.2 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 choisi hors des cadres de la Faculté.
- 42.3 Une thèse refusée par le jury ne peut être soumise à nouveau plus d'une fois.
- 42.4 Une fois la thèse jugée acceptable, le candidat doit la soutenir devant le jury lors d'une séance à laquelle peuvent assister les membres de la communauté universitaire et d'autres personnes sur invitation du jury.

43. DIPLÔME

- 43.1 Sur recommandation du Conseil de la Faculté et avec l'approbation du Conseil universitaire, le grade de docteur en philosophie (Ph.D.) 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.

RÈGLEMENTS PARTICULIERS AU RÉGIME COOPÉRATIF

44. NOMBRE DE STAGES

- 44.1 Le programme de baccalauréat comporte un minimum de 5 stages.
- 44.2 En raison de son expérience pratique antérieure, un étudiant qui s'inscrit à la Faculté pour la première fois, et à un niveau intermédiaire, peut demander en équivalence un maximum de 2 stages.

45. RAPPORT DE STAGE

- 45.1 L'étudiant qui revient de stage doit, dans les délais prescrits et conformément aux exigences du Service de la coordination, présenter un rapport écrit sur le travail qu'il a accompli ou le programme d'entraînement professionnel qu'il a suivi.

46. ÉVALUATION DES STAGES

- 46.1 Tout stage doit être approuvé par le Service de la coordination.
- 46.2 L'évaluation des stages relève du Service de la coordination.
- 46.3 Le résultat de cette évaluation est exprimé par les mêmes cotes que le résultat d'un cours, et consigné au bulletin de l'étudiant. Il n'entre cependant pas dans le calcul de la moyenne cumulative.
- 46.4 L'évaluation des stages est fondée sur les trois éléments suivants: l'appréciation de l'employeur, celle du coordonnateur et le rapport écrit de l'étudiant. L'importance relative accordée à chacun de ces éléments dans le calcul de la note finale est laissée à la discrétion du Service de la coordination qui doit toutefois en aviser les étudiants avant le début des stages.
- 46.5 L'étudiant qui n'a pas rempli toutes les exigences pour un stage voit la cote "In", signifiant "incomplet", portée à son dossier. Il ne sera admis au stage suivant que s'il remplit toutes les exigences du stage précédent.

47. EXCLUSION

- 47.1 L'abandon d'un stage, s'il n'est pas autorisé par le Service de la coordination, conduit à l'exclusion du régime coopératif.
- 47.2 L'abandon d'un stage pour cause de congédiement, s'il est motivé par le Service de la coordination, conduit à l'exclusion du régime coopératif.

48. ÉCHEC

- 48.1 L'étudiant qui échoue à un stage doit le reprendre; celui qui échoue à deux (2) stages n'est pas réadmis à la Faculté.
- 48.2 Le Service de la coordination doit consulter la Faculté dans tous les cas où un échec entraîne la non-réadmission à un programme coopératif.

PROGRAMMES

(Premier cycle)

La Faculté offre des programmes de **baccalauréat ès sciences appliquées (B.Sc.A.)** dans quatre spécialités: génie chimique, génie civil, génie électrique et génie mécanique.

SYSTÈME COOPÉRATIF

Le principe de fonctionnement de ces programmes est le système coopératif dont la caractéristique fondamentale réside dans les stages pratiques qui s'ajoutent aux sessions d'études pour compléter la formation des étudiants.

FONCTIONNEMENT

L'année académique est divisée en trois trimestres: le trimestre d'automne, de septembre à décembre; le trimestre d'hiver, de janvier à avril; et le trimestre d'été, de mai à août. Chaque trimestre a une durée de 15 semaines.

L'inscription à ces programmes se fait en septembre, et le trimestre d'automne est une session d'études pour tous les nouveaux étudiants. Le trimestre d'hiver qui suit est une session d'études pour la moitié de ces étudiants, ceux du groupe I, et une période de stage pour l'autre moitié, ceux du groupe II. En mai, les étudiants du groupe II reviennent à l'Université poursuivre leur deuxième session d'études et les étudiants du groupe I s'en vont en stage. Par la suite, chaque session d'études alterne avec une période de stage, jusqu'à ce que l'étudiant ait terminé son programme. Cette alternance de l'étude et du travail, par périodes de 4 mois, vise à intégrer l'étudiant dans son futur milieu professionnel alors qu'il poursuit ses études universitaires.

STAGES

L'organisation des stages pratiques, i.e. la sollicitation des employeurs, l'évaluation des stages offerts, les entrevues des étudiants, la conciliation des choix des étudiants et des entreprises et enfin l'appréciation du travail des étudiants en stage sont la responsabilité du Service de la coordination de l'Université.

Selon la philosophie de l'enseignement coopératif, les stages pratiques sont un complément aux connaissances acquises à la Faculté; ils sont donc, dans la mesure du possible, coordonnés aux programmes d'études; leur nature est de plus en plus technique; ils accordent graduellement de plus grandes responsabilités au stagiaire.

Au point de vue stage, l'étudiant relève d'un membre du Service de la coordination, appelé coordonnateur; celui-ci est un ingénieur qui possède une bonne expérience du milieu industriel et dont la fonction consiste à guider et conseiller l'étudiant. Dans l'entreprise même où il fait son stage, l'étudiant est placé sous la surveillance d'un tuteur, qui est un directeur de service ou un chef de groupe.

À la fin de chaque stage, l'étudiant doit rédiger un rapport technique sur le travail qu'il a accompli ou le programme d'entraînement professionnel qu'il a suivi.

DURÉE

Pour satisfaire aux exigences du programme, l'étudiant doit réussir 5 stages pratiques dans l'industrie et accumuler un minimum de 120 crédits, qu'il peut obtenir à un rythme variant entre 12 et 18 crédits par session d'études. La durée du programme est d'environ 4 ans.

Il faut souligner

- a) qu'un programme se termine toujours par une session d'études et non par un stage;
- b) qu'un étudiant dont la session terminale comporte moins de 9 crédits pour satisfaire au minimum de 120 crédits, peut demander à l'Université la permission d'aller obtenir ces crédits dans une autre école d'ingénieurs en y suivant des cours dont le contenu serait équivalent à celui de certains cours de la Faculté;
- c) que, pour des motifs jugés valables, un étudiant peut obtenir la permission d'effectuer un sixième stage dans l'industrie au cours duquel il est soumis aux mêmes règlements que lors de ses stages antérieurs;
- d) qu'un étudiant en stage ne peut pas s'inscrire à des activités pédagogiques en vue de l'obtention de crédits.

AGENCEMENT DES SESSIONS

L'agencement des sessions d'études et des stages est illustré au tableau de la page suivante.

SYSTÈME COOPÉRATIF - AGENCEMENT DES SESSIONS

Promotion	Groupe	1973		1974		1975		1976		1977	
		AUT.	HIV.	ÉTÉ	AUT.	HIV.	ÉTÉ	AUT.	HIV.	ÉTÉ	AUT.
15°	I	S-8									
	II	S-8									
16°	I	S-6	T-5	S-7	S-8						
	II	T-5	S-6	S-7	S-8						
17°	I	T-3	S-5	T-4	S-6	T-5	S-7	S-8			
	II	S-4	T-4	S-5	T-5	S-6	S-7	S-8			
18°	I	S-3	T-2	S-4	T-3	S-5	T-4	S-6	T-5	S-7	S-8
	II	T-2	S-3	T-3	S-4	T-4	S-5	T-5	S-6	S-7	S-8
19°	I	S-1	S-2	T-1	S-3	T-2	S-4	T-3	S-5	T-4	S-6
	II	S-1	T-1	S-2	T-2	S-3	T-3	S-4	T-4	S-5	T-5
20°	I				S-1	S-2	T-1	S-3	T-2	S-4	T-3
	II				S-1	T-1	S-2	T-2	S-3	T-3	S-4

Légende : AUT. : Automne (septembre - décembre)

HIV. : Hiver (janvier - avril)

ETE. : Été (mai - août)

S-1, S-2, S-3, --- : sessions d'études

T-1, T-2, T-3, - - - : stages pratiques

STRUCTURE DU PROGRAMME

Depuis septembre 1969, le programme de baccalauréat ès sciences appliquées comporte un minimum de 120 crédits* répartis de la façon suivante:

- **un tronc commun de 60 crédits** imposés à tous les étudiants; ces cours permettent à l'étudiant d'approfondir ses connaissances en sciences fondamentales (mathématiques, physique, chimie) et l'introduisent aux sciences appliquées (mécanique des solides et des fluides, électrotechnique et électronique, matériaux, systèmes);
- **une formation spécialisée comportant 48 crédits**, dont 36 constituent le profil principal de la spécialisation, et les 12 autres, au choix, forment ou non une concentration dans un domaine particulier; ces derniers sont appelés les 12 crédits de cours à option et peuvent être choisis parmi l'ensemble des cours à option offerts par les quatre départements et parmi les cours à option d'intérêt général de la Faculté;
- **12 crédits consacrés aux humanités et aux sciences de l'homme**, dans le but de parfaire la formation générale du futur ingénieur.

* Un crédit correspond à 3 heures par semaine de travail de l'étudiant, formellement reconnu par la Faculté et s'étendant sur une session de 15 semaines consécutives. Le crédit tient compte de 3 composantes: les heures d'enseignement, les heures de travaux pratiques, comme les laboratoires et les exercices dirigés et enfin les heures de travail personnel de l'étudiant.

TRONC COMMUN

Tous les cours du tronc commun sont obligatoires. Cependant, le régime de promotion par cours permet à l'étudiant de choisir le nombre de cours auxquels il veut s'inscrire à chaque session d'études et de progresser ainsi à son rythme propre.

Voici la liste des cours du tronc commun:

Code*	Titre du cours	Crédits	Préalables	Co-requis
100	Vecteurs et algèbre linéaire	3	—	—
105	Géométrie analytique et calcul	3	—	100
111	Équations différentielles	2	105	115
115	Calcul différentiel et intégral	3	105	—
120	Compléments de calcul	3	115	—
125	Probabilités et statistiques	3	**	—
130	Physique moderne	3	—	—
135	Chimie physique	4	230	—
200	Projets d'ingénieur	3	—	—
205	Calcul numérique et programmation	2	105	—
210	Dessin d'ingénieur	2	—	—
215	Techniques graphiques	2	210	—
220	Statique	3	—	100
225	Dynamique	3	105-220	115
230	Thermodynamique	3	105	115
235	Éléments de circuits électriques	3	105	—
240	Sciences des matériaux	2	130	—
245	Résistance des matériaux	3	105-220	—
250	Mécanique des fluides	3	120-225	—
255	Analyse de systèmes	4	111-225 230-235	120
900	Technologie et civilisation	3	—	—
		60		

* Pour fins de référence, chaque cours est identifié par un code numérique de 3 chiffres, ayant la forme suivante:

X Y Z

X: varie de 1 à 9 et indique la nature du cours

- 1 - sciences pures (tronc commun)
- 2 - sciences appliquées (tronc commun)
- 3 - génie civil
- 4 - génie électrique
- 5 - génie mécanique
- 6 - génie chimique
- 8 - administration
- 9 - humanités et sciences de l'homme

Y: varie de 0 à 9 et indique le niveau du cours

- 0 à 5 inclusivement - niveau baccalauréat
- 6 à 9 inclusivement - niveau maîtrise et doctorat

Z: varie de 0 à 9 et sert à distinguer des cours de même nature et de même niveau.

** 36 crédits de tronc commun.

Durant ses 3 premières sessions d'études à la Faculté, l'étudiant doit normalement suivre des cours du tronc commun, dans le but d'acquérir au plus tôt les bases scientifiques dont il a besoin.

Toutefois, s'il a accumulé 35 crédits au cours de ses 2 premières sessions, l'étudiant pourra, au cours de sa troisième session, s'inscrire à un maximum de 6 crédits choisis parmi les cours de spécialité, les cours à option ou les cours de sciences humaines.

REMARQUES IMPORTANTES

a) Certains cours du tronc commun doivent obligatoirement être suivis par tous les étudiants dans l'ordre suivant:

SESSION 1 (Automne)

100	Vecteurs et algèbre linéaire	3 cr.
105	Géométrie analytique et calcul	3
220	Statique	3
900	Technologie et civilisation	3

SESSION 2 (Hiver et été)

111	Équations différentielles	2
115	Calcul différentiel et intégral	3
200	Projets d'ingénieur	3

SESSION 3 (Automne et hiver)

120	Compléments de calcul	3
-----	-----------------------	---

b) Les autres cours du tronc commun peuvent être suivis au moment où l'étudiant le juge opportun, compte tenu de la charge totale qu'il veut se donner à chaque session d'études et aussi de son orientation éventuelle. De façon générale, ces cours sont offerts deux fois par année, aux trimestres suivants:

AUTOMNE

125	Probabilités et statistiques	3 cr.
130	Physique moderne	3
135	Chimie physique	4
210	Dessin d'ingénieur	2
235	Éléments de circuits électriques	3
245	Résistance des matériaux	3
250	Mécanique des fluides	3
255	Analyse de systèmes	4

HIVER

135	Chimie physique	4 cr.
205	Calcul numérique et programmation	2
215	Techniques graphiques	2
225	Dynamique	3
230	Thermodynamique	3
235	Éléments de circuits électriques	3
240	Sciences des matériaux	2
245	Résistance des matériaux	3

ÉTÉ

125	Probabilités et statistiques	3 cr.
130	Physique moderne	3
205	Calcul numérique et programmation	2
215	Techniques graphiques	2
225	Dynamique	3
230	Thermodynamique	3
240	Sciences des matériaux	2
250	Mécanique des fluides	3
255	Analyse de systèmes	4

**SPÉCIALITÉ:
génie chimique**

Le génie chimique est l'art de concevoir, de calculer, de dessiner, de faire construire et de faire fonctionner l'appareillage dans lequel s'effectue, à l'échelle industrielle, une réaction chimique quelconque ou une opération d'analyse immédiate.

Il comporte essentiellement:

- l'étude des opérations fondamentales d'ordre chimique, en considérant la réaction chimique elle-même et son contrôle;
- l'étude des opérations fondamentales d'ordre physique, en considérant l'appareillage nécessaire à leur exécution;
- l'étude d'un procédé en vue du passage du laboratoire à l'état de réalisation industrielle et cela en tenant compte de critères économiques et du respect de la qualité du milieu: le choix et la mise au point de l'appareillage spécial à mettre en oeuvre, y compris éventuellement un atelier-pilote;
- l'installation de l'appareillage industriel, la mise au point du procédé dans cet appareillage et l'établissement définitif du procédé qui aboutit à l'exploitation industrielle.

L'ensemble des cours de la spécialité génie chimique offerts au niveau du baccalauréat comporte 3 groupes distincts:

- a) des cours de chimie qui, avec les exercices de laboratoire correspondants, fournissent à l'étudiant les connaissances nécessaires dans ce domaine;
- b) des cours portant sur les phénomènes d'échange, qui insistent sur l'aspect fondamental de ces phénomènes et les traite de façon simultanée en faisant ressortir leurs analogies;
- c) des cours sur les opérations unitaires et le calcul des réacteurs, qui utilisent les principes de phénomènes d'échange pour les appliquer au calcul des opérations de séparations physiques (distillation, absorption, échangeurs de chaleur, évaporation) et aux procédés chimiques (réactions, calcul des réacteurs).

On attache une grande importance aux travaux pratiques afin que l'étudiant acquière une connaissance concrète des opérations et procédés fondamentaux du génie chimique.

Le Département offre des cours de concentration susceptibles de donner aux étudiants des connaissances dans des domaines précis. La protection de l'environnement, le traitement des effluents pollués, le contrôle et la simulation des procédés industriels constituent des avenues de plus en plus intéressantes pour l'ingénieur chimiste et les cours offerts en concentration tendent à répondre à ces besoins.

Les cours offerts par le Département de génie chimique sont les suivants:

Code	Titre	Crédits	Préalables
Profil principal (cours obligatoires)			
601	Phénomènes d'échanges I	3	111-230
602	Phénomènes d'échanges II	3	601
603	Opérations unitaires I	3	135-601
604	Opérations unitaires II	3	602-603
605	Thermodynamique chimique	3	135
607	Calcul des réacteurs	3	616
609	Design	3	604-607-617
616	Cinétique	2	605
617	Rentabilité des procédés	2	—
650	Chimie analytique	3	—
651	Chimie instrumentale	3	650
653	Chimie organique II	3	654
654	Chimie organique I	2	—
		—	
		36	
Cours à option			
610	Contrôle	3	255
611	Écologie, pollution et simulation	3	205-255
613	Traitement des eaux	3	135
614	Pollution de l'air	3	603-616
615	Simulation des procédés industriels	3	205-255

Les cours du profil principal seront offerts suivant le plan suivant:

	AUT - 73	HIV - 74	ÉTÉ - 74	AUT - 74	HIV - 75	ÉTÉ - 75
601	X		X	X		X
602		X			X	
603		X			X	
604	X			X		
605	X		X	X		X
607	X			X		
609	X			X		
616		X			X	
617	X	X			X	
650	X		X	X		X
651	X	X	X			
653			X			X
654	X			X		

Les cours à option seront offerts suivant le plan suivant:

	AUT - 73	HIV - 74	ÉTÉ - 74	AUT - 74	HIV - 75	ÉTÉ - 75
610	X		X			
611				X		X
613	X			X		
614	X			X		
615	X				X	

SPÉCIALITÉ:
génie civil

Le génie civil couvre un vaste domaine d'activités qui inclut la conception, le dimensionnement et l'exécution des édifices et des ouvrages d'art, l'aménagement des ressources hydrauliques, l'adduction d'eau et le traitement des eaux usées des agglomérations urbaines, l'étude du mouvement des personnes et des biens et la réalisation des voies de communications.

Pour préparer le futur ingénieur à faire face à cette diversité de problèmes, le Département de génie civil offre un ensemble de cours réparti en quatre secteurs principaux: structures, hydraulique, géotechnique et transport.

Cet enseignement fait largement appel au bagage de sciences fondamentales et appliquées acquis par l'étudiant dans le cadre des cours du tronc commun de la Faculté des sciences appliquées, et l'informatique y joue un rôle essentiel.

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.

L'ensemble des cours offerts par le Département de génie civil se partage en un groupe de treize cours obligatoires, représentant 36 crédits, qui vise à donner à l'étudiant une solide formation de base dans cette spécialité et un groupe de dix-sept cours à option parmi lesquels, dans les limites de contraintes administratives, l'étudiant peut choisir ceux qui l'intéressent plus particulièrement pour obtenir un total d'au moins 12 crédits.

Le nombre de cours à option offerts est, en principe, suffisant pour que l'étudiant puisse y choisir un profil de spécialisation dans un des quatre secteurs principaux du génie civil.

En plus des dix-sept cours à option du programme régulier du baccalauréat, un certain nombre de cours de maîtrise sont également offerts comme cours à option, sous réserve de l'approbation du Département.

Code	Titre	Crédits	Préalables	Co-requis
Profil principal (cours obligatoires)				
300	Topographie	2	—	—
305	Structures I	4	245	—
310	Technologie des matériaux	3	—	—
315	Résistance des matériaux II	3	115-245	—
320	Mécanique des sols I	3	245	—
325	Charpentes métalliques	3	305	—
330	Hydraulique	3	250	—
335	Génie routier	3	320	—
340	Mécanique des sols II	2	320	—
345	Béton armé	3	305	310
348	Géologie de l'ingénieur	2	—	245
350	Ressources hydrauliques I	3	125	—
356	Génie sanitaire	2	250	—

Code	Titre	Crédits	Préalables	Co-requis
Cours à option				
306	Structures II	3	305	—
307	Charpentes de bois	3	305	—
308	Calcul plastique	3	306	—
309	Conception des structures	3	306	—
311	Technologie du béton	3	310	—
336	Trafic routier	3	—	335
341	Pratique de la mécanique des sols I	2	340	—
342	Pratique de la mécanique des sols II	3	340	—
343	Fondations profondes	3	340	—
346	Béton précontraint	3	—	345
349	Hydrogéologie	4	250-348	—
352	Ressources hydrauliques II	3	350	—
354	Systèmes de génie civil	3	125	—
357	Amenée et distribution d'eau	3	330	—
358	Contrôle de la qualité des eaux	3	—	—
Cours de maîtrise offerts comme cours à option*				
390	Structures avancées	3	306	—
391	Stabilité et dynamique des structures	3	306	—
392	Théories de l'élasticité	3	315	—
393	Théorie de la plasticité	3	315	—
394	Méthodes énergétiques	3	306-315	—
363	Modèles probabilistes	3	125	—
382	Écoulements à surface libre	3	330	—
383	Transitoires hydrauliques	3	330	—

Les cours du profil principal sont offerts selon le plan suivant:

Trimestre d'automne

300	Topographie	2	
305	Structures I	4	
310	Technologie des matériaux	3	
315	Résistance des matériaux II	3	
320	Mécanique des sols I	3	
325	Charpentes métalliques	3	
348	Géologie de l'ingénieur	2	
350	Ressources hydrauliques	3	
356	Génie sanitaire	2	

Trimestre d'hiver

300	Topographie	2	
315	Résistance des matériaux II	3	
330	Hydraulique	3	
335	Génie routier	3	
340	Mécanique des sols II	2	
345	Béton armé	3	
348	Géologie de l'ingénieur	2	
356	Génie sanitaire	2	

* Sous réserve de l'approbation du Département.

Trimestre d'été

305	Structures I	4 cr.
310	Technologie des matériaux	3
320	Mécanique des sols I	2
325	Charpentes métalliques	3
330	Hydraulique	3
335	Génie routier	3
340	Mécanique des sols II	3
345	Béton armé	3
350	Ressources hydrauliques	3

Selon les prévisions actuelles, les cours à option du Département de génie civil seront offerts aux sessions suivantes:

	AUT - 73	HIV - 74	ÉTÉ - 74	AUT - 74	HIV - 75	ÉTÉ - 75
306	X		X		X	
307		X				
308						X
311		X	X		X	
336	X	X	X	X		
341				X		
342				X		
343	X			X		
346		X				X
349				X	X	
354	X				X	
357		X				
358				X		X
363	X					

SPÉCIALITÉ:
génie électrique

Le génie électrique couvre un champ d'activité qui ne cesse de s'agrandir; l'énergie, les calculateurs, les télécommunications et les automatismes sont des domaines où oeuvre le spécialiste aux niveaux de la conception, du calcul et de la réalisation.

Pour permettre à l'étudiant de mieux comprendre les applications nouvelles d'une technologie qui change très rapidement, le Département de génie électrique offre au niveau du baccalauréat ès sciences appliquées un programme de formation générale recouvrant les champs d'activité précités.

Quatre cours fondamentaux, à savoir: circuits logiques, circuits électriques, électromagnétisme, mesures, préparent l'étudiant aux cours d'électrotechnique, d'électronique, d'asservissement et de communication qui forment les parcours essentiels du profil principal.

L'étudiant peut compléter sa formation en suivant des cours avancés en télécommunications, micro-électronique, automatique et énergie électrique.

Les cours offerts par le Département de génie électrique sont les suivants:

Code	Titre	Crédits	Préalables	Co-requis
Cours obligatoires (profil principal)				
400	Électrotechnique	4	235	—
410	Circuits logiques	4	235	—
411	Circuits	4	235-205	414
414	Mathématiques spécialisées	3	115	—
419	Mesures électriques	2	235	—
421	Électronique	4	—	411-419
422	Systèmes électroniques	4	421	410
430	Simulation et modèles	3	255	—
431	Asservissements I	3	414-430	—
440	Électromagnétisme	3	120	—
442	Transmission	2	411	—
		—		
		36		
Cours à option				
401	Génération et transport	3	400-411	—
402	Appareillage	3	**	400
408	Projet I	3	410-421	—
409	Projet II	3	410-421	—
413	Circuits par ordinateur	3	—	422
423	Micro-électronique	3	—	422
425	Circuits de communication	3	—	422-441
432	Asservissements II	3	431	—
433	Commande numérique	3	410-431	—
441	Communications	3	125-414	—
443	Radiations et antennes	3	442-440	—

** 20 crédits en profil principal du génie électrique.

Les cours du profil principal sont offerts selon l'horaire suivant:

Trimestre d'automne

400	Électrotechnique	4 cr.
410	Circuits logiques	4
414	Mathématiques spécialisées	3
419	Mesures électriques	2
421	Électronique	4
431	Asservissements I	3
442	Transmission	2

Trimestre d'hiver

410	Circuits logiques	4 cr.
411	Circuits	4
414	Mathématiques spécialisées	3
422	Systèmes électroniques	4
430	Simulation et modèles	3
431	Asservissements linéaires	3
440	Électromagnétisme	3
442	Transmission	2

Trimestre d'été

400	Électrotechnique	4 cr.
411	Circuits	4
419	Mesures électriques	2
421	Électronique	4
422	Systèmes électroniques	4
430	Simulation et modèles	3
440	Électromagnétisme	3

Selon les prévisions actuelles, les cours à option seront offerts aux sessions suivantes:

	AUT - 73	HIV - 74	ÉTÉ - 74	AUT - 74	HIV - 75	ÉTÉ - 75
401		X		X		
402		X		X	X	
408	X	X	X	X	X	X
409	X	X	X	X	X	X
413			X			X
423				X		X
425	X		X	X		X
432			X			X
433	X		X	X		X
441	X	X		X	X	
443			X			X

SPÉCIALITÉ:
génie mécanique

Les domaines d'activité de l'ingénieur en mécanique consistent surtout dans la conception, le calcul, le choix des matériaux et les procédés de fabrication de machines variées dont la plupart servent à la conversion d'énergie sous différentes formes.

Comme cette conversion d'énergie s'effectue le plus souvent par l'intermédiaire de fluides, l'ingénieur en mécanique doit également exercer ses activités dans les domaines de la thermofluide, la transmission de chaleur, la thermodynamique appliquée, etc.

Afin d'assurer une formation solide au futur ingénieur, le Département de génie mécanique offre un programme de cours de base suivis d'un ensemble de cours de spécialité dans les domaines des constructions mécaniques et de la thermofluide. Des cours de génie industriel sont également disponibles.

La formation de l'étudiant est complétée par des cours sur les méthodes modernes de calcul électronique, des travaux de laboratoire et des projets qui permettent l'application des connaissances et l'initiation à la pratique de la profession.

Des cours de sciences de l'homme font également partie du programme.

Les cours offerts par le Département de génie mécanique sont les suivants:

Code	Titre	Crédits	Préalables	Co-requis
Profil principal: cours obligatoires				
500	Mécanique technique I	3	245	
502	Mécanique technique II	3	—	500
504	Métallurgie	3	240	
505	Éléments de fabrication	3	215-240	
507	Mécanique de fabrication	3	504	
512	Théorie des machines	3	225	
514	Éléments de machines	3	502-512	
516	Compléments de dynamique	3	111-225	
518	Contrôle des fabrications	3	125	
520	Conversion d'énergie	3	230	
522	Écoulements fluides	3	230-250	
524	Transmission de chaleur	3	230-250	
		36		
Cours à option				
530	Recherche opérationnelle	3	125	
531	Planning de la production	3	125	
532	Étude du travail	3	125	
533	Fiabilité et maintenance	3	125	
540	Vibrations mécaniques	3	516	
541	Méthodes de conception	3	514-516	
543	Corrosion	2	135-240	
544	Coupe des métaux	3	500	507

Code	Titre	Crédits	Préalables
545	Projets (1)	3	
546	Étude de cas en fabrication	3	507
547	Mécanique expérimentale	3	500
548	Travail plastique des métaux	3	500
549	Problèmes de fonderie	3	507
550	Moteurs à combustion interne	3	522
551	Machines-outils	3	514
552	Turbomachines	3	522
553	Commande automatique	3	255
554	Chauffage et climatisation	3	524
555	Énergétique	3	520
556	Mesures en aérothermique	3	125-524

Les cours du profil principal sont offerts selon le plan suivant:

Trimestre d'automne

502	Mécanique technique II	3 cr.
505*	Éléments de fabrication	3
507	Mécanique de fabrication	3
514	Éléments de machines	3
516	Compléments de dynamique	3
520	Conversion d'énergie	3
524	Transmission de chaleur	3

Trimestre d'hiver

500	Mécanique technique I	3 cr.
502	Mécanique technique II	3
504	Métallurgie	3
505	Éléments de fabrication	3
507**	Mécanique de fabrication	3
512	Théorie des machines	3
518	Contrôle des fabrications	3
522	Écoulements fluides	3
524	Transmission de chaleur	3

Trimestre d'été

500	Mécanique technique I	3 cr.
504	Métallurgie	3
507	Mécanique de fabrication	3
512	Théorie des machines	3
514	Éléments de machines	3
516	Compléments de dynamique	3
518	Contrôle des fabrications	3
520	Conversion d'énergie	3
522	Écoulements fluides	3

Le Département de génie mécanique offre, en règle générale, ses cours à option une fois par année et seulement durant les trimestres d'été et d'automne.

(1) Offert aux étudiants des niveaux S6, S7 et S8 seulement.

* Automne 1973 seulement.

** Hiver 1974 seulement.

SCIENCES HUMAINES

Les activités pédagogiques de sciences humaines que la Faculté a mises sur pied visent toutes un même but très précis: contribuer d'une façon tangible à parfaire la formation humaine de ceux qui, plus tard, auront à prendre des décisions dont les effets sur l'homme et son entourage s'avèreront ou néfastes ou bénéfiques, mais jamais neutres, ou négatives ou positives, mais jamais nulles.

Ces activités prennent la forme de cours traditionnels, ou de projets à l'intérieur desquels les étudiants, travaillant en groupes, analysent un sujet pertinent avec l'aide d'un directeur de projet. Dans la plupart des cas, ces directeurs proviennent des autres Facultés, assurant ainsi à l'étude la pluridisciplinarité et l'envergure souhaitées.

A chaque trimestre, la Faculté offre un minimum de 6 crédits en sciences humaines.

COURS À OPTION

Aux cours à option offerts par les départements, à raison d'un minimum de 2 cours par trimestre, il faut ajouter les cours non spécialisés, offerts par d'autres facultés, afin de compléter la liste des cours parmi lesquels l'étudiant peut choisir ses 12 crédits de cours à option.

C'est à ce niveau seulement que l'étudiant se voit offrir un choix réel de cours lui permettant d'adapter à ses goûts et à ses aspirations la formation qu'il entend acquérir durant son séjour à la Faculté.

Afin de répondre à un besoin réel, la Faculté des sciences appliquées a, de concert avec la Faculté d'administration, mis sur pied un ensemble de 4 cours d'administration (de 3 crédits chacun) qui seront offerts au rythme de 2 cours par trimestre. L'étudiant qui le désire peut donc choisir ses 12 crédits de cours à option dans ce domaine. Ces 4 cours sont:

810	Principes d'administration	3 cr.
815	Économie de l'entreprise	3
820	Comptabilité de gestion	3
825	Marketing	3

PROGRAMMES

(2e et 3e cycles)

La Faculté offre des programmes d'études supérieures conduisant à la maîtrise (M.Sc.A.) et au doctorat (Ph.D.) en sciences appliquées dans les spécialités suivantes: génie chimique, génie civil, génie électrique et génie mécanique.

Ces programmes s'appuient sur des activités de recherche diversifiées et font appel à des installations physiques importantes: un ordinateur IBM de la série 370, au Service de l'informatique de l'Université et, à l'intérieur de la Faculté, deux calculateurs de processus PDP-8/1 (8K) et PDP-8/S (4K) avec des périphériques de conversion digitale-analogique et analogique-digitale, cinq calculatrices analogiques (deux TR-10, deux TR-20 et une TR-48) complètement équipées, une calculatrice à terminaux individuels Wang, deux calculatrices électroniques (programmables) de bureau, ainsi qu'un service de mécanique spécialisée et des laboratoires nombreux et bien équipés.

Au niveau de la maîtrise et du doctorat, le programme d'études est constitué d'un ensemble de cours et de la préparation d'un mémoire ou d'une thèse. Le programme particulier de chaque étudiant est établi au début de l'année académique: nombre de cours à suivre, directeur et sujet de recherche. Le cours 271 Méthodes numériques et analogiques est obligatoire pour tous les étudiants inscrits à un programme de 2e cycle de la Faculté.

Dans certains cas spéciaux, on pourra demander au candidat dont la préparation est déficiente de s'inscrire à quelques cours du niveau du baccalauréat.

SPÉCIALITÉ: génie chimique

Le programme d'études supérieures du Département de génie chimique conduisant aux diplômes de maîtrise et de doctorat ès sciences appliquées suit de très près l'orientation de la recherche qui y a cours:

- Identification statistique et dynamique et simulation digitale d'une colonne à distiller semi-industrielle. Recherche des commandes optimales et contrôle par ordinateur hybride;
- calcul des politiques optimales de contrôle d'échangeurs de chaleur entartés;
- recherches en thermodynamique des solutions liquides et détermination des valeurs des équilibres liquide-vapeur par la méthode de la mesure de pression totale;
- adsorption et diffusion de l'hydrogène sur des métaux propres étudiés par l'échange isotopique entre l'hydrogène et le deutérium. Détermination de l'influence de l'orientation crystallographique sur la chimisorption.

- production de protéines à partir de la culture d'algues alimentaires dans un réacteur annulaire photochimique;
- simulation des effets sur l'environnement des divers types de pollution résultant de la génération et de l'utilisation industrielle de l'énergie hydro-électrique, thermo-électrique et nucléaire;
- traitement des eaux usées par ozonation;
- simulation digitale de la dynamique de procédés de traitement des eaux usées;
- toute l'équipe du Génie chimique est activement engagée dans une recherche concertée sur les applications industrielles de la tourbe;
- la production de charbon activé et la régénération en lit fluidisé, l'agglomération sélective, la fabrication d'échangeurs ioniques réversibles, l'épuration de gaz toxiques par fixation chimique, la rétention des colorants et l'échange des cations métalliques présents dans les effluents industriels, l'absorption de l'huile accidentellement répandue à la surface des mers et la combustion "in situ", la tourbe agissant comme mèche, sont des domaines qu'exploitent actuellement les chercheurs du Département.

Les cours de génie chimique portent sur les problèmes de la pollution, la planification statistique des essais, les méthodes modernes de calcul, la simulation et le contrôle des procédés industriels, la fluidisation et le calcul des réacteurs.

D'autres cours dispensés par les spécialistes du Génie électrique et traitant de la commande automatique sont également accessibles aux étudiants en génie chimique.

Cours offerts

271	Méthodes numériques et analogiques	3 cr.
660	Traitement des eaux polluées	3
670	Dynamique des processus continus	3
672	Simulation des procédés industriels	3
673	Écologie, pollution et simulation	3
674	Pollution de l'air	3
675	Planification statistique des essais	3
693	Fluidisation	3
695	Calcul des réacteurs	3

SPÉCIALITÉ: **génie civil**

Les enseignements de maîtrise et doctorat dispensés au Département de génie civil s'appuient sur les champs d'étude et de recherche suivants:

Structures et mécanique des solides

Problèmes associés à la construction des toitures en coques: discontinuités, fluage, précontrainte, préfabrication. Problèmes associés aux installations à haute pression: plasticité et instabilité plastique, comportement postcritique et sensibilité aux imperfections, charges répétées dans le domaine plastique, probabilité de survie des structures, fiabilité des installations sous pression, etc...

Géotechnique

Étude des argiles de la province de Québec.

Étude des tourbières en relation avec la construction routière.

Utilisation des déchets industriels dans la construction routière.

Application de la méthode des éléments finis aux problèmes géotechniques.

Matériaux

Technologie et contrôle des bétons. Utilisation de la tourbe et des déchets industriels dans la construction.

Transports

Les systèmes de transports urbains, avec application à la région de Sherbrooke.

Les modèles de prévisions de déplacements et de simulation de trafic.

Hydraulique et génie sanitaire

Systèmes de distribution et de collecte, analyse et optimisation. Hydrologie urbaine:

- gestion des réservoirs; contrôle optimal des systèmes de génération de puissance;
- installation de purification et de traitement des eaux domestiques;
- contrôle et utilisation de l'instabilité des jets.

Cours offerts		Crédits
361	Méthode numérique en génie	3
362	Techniques d'optimisation	3
363	Incertitude et décision	3
364	Mécanique des milieux continus	3
366 à 369	Étude spécialisée	1 à 3 cr.
370	Géotechnique des pays nordiques	2
371	Résistance au cisaillement	3
372	Propriétés des argiles	3
375	Planification du transport I	3
376	Planification du transport II	3
381	Hydrologie statistique	3
383	Transitoires hydrauliques	3
390	Théorie avancée des structures	3
391	Stabilité et dynamique des structures	3
392	Théorie de l'élasticité	3
393	Théorie de la plasticité	3
394	Méthodes énergétiques	3
395	Théorie des coques	3
396	Comportement inélastique des plaques et coques	3

SPÉCIALITÉ: génie électrique

Le Département de génie électrique dispense des enseignements de maîtrise et doctorat dont le programme est surtout orienté en fonction du domaine des recherches qui se font dans le Département.

Les travaux en cours portent surtout sur les communications, l'électronique et l'automatique.

En communications, les recherches portent sur la modulation delta, les systèmes digitaux, les systèmes à adresse et les méthodes de synchronisation.

En électronique, les recherches sont orientées vers la réalisation de circuits à couche épaisse. Ceci implique le développement de circuits selon des critères bien définis.

L'utilisation des calculatrices digitales pour le devis des circuits est aussi un autre champ d'action.

En automatique, les travaux portent surtout sur les systèmes à régulation extrême, sur l'identification des processus, et sur l'utilisation de la calculatrice digitale pour l'automatisation des systèmes.

Les cours suivants sont offerts à l'occasion:

460	Systèmes dans l'espace d'état	2 cr.
461	Systèmes non-linéaires	4
462	Systèmes de commande aux données échantillonnées	4
463	Théorie de la commande optimale	4
465	Systèmes logiques	4
470	Théorie des phénomènes aléatoires	4
471	Théorie des systèmes de communications digitales	4
472	Théorie de la détection et de l'estimation	4
474	Processus de Markov	3
476	Compression des données	4
477	Systèmes de communication informatique	3
478	Reconnaissance des formes	3

SPÉCIALITÉ: génie mécanique

En génie mécanique, les enseignements de maîtrise et doctorat sont orientés vers la mécanique d'usinage, la mécanique des solides et des vibrations, ainsi que la mécanique thermofluide. Ils visent principalement à la formation d'ingénieurs spécialistes requis par l'industrie d'équipement et de transformation dans les secteurs de la recherche et du développement.

Les travaux de recherche en mécanique d'usinage ont pour but principal d'établir des critères de durée des outils pour la coupe des métaux à chaud et à froid. A cet effet plusieurs projets sont en cours, par exemple, l'analyse de l'opération de perçage, l'étude détaillée de la géométrie du foret et de son affûtage, l'étude de la coupe oblique, l'étude du frottement, etc.

Dans le secteur de la mécanique des solides, des travaux de recherche sont en cours sur la mécanique du pneu, du point de vue calcul (éléments finis) et mesures. D'autres travaux portent sur la lubrification, la propagation des ondes dans les solides, et les techniques d'analyse expérimentale des déplacements et déformations.

Les travaux de recherche en vibrations mécaniques sont orientés vers l'étude des arbres tournants possédant des caractéristiques non-linéaires. La dynamique des poutres dans l'espace et le développement de nouvelles méthodes analytiques adaptées au "design" mécanique sont également des domaines de recherche exploités.

Dans le secteur de la mécanique thermofluide, des travaux de recherche sont en cours sur l'utilisation de l'énergie éolienne. Deux systèmes différents de conversion directe en chaleur ou en électricité sont étudiés: l'un consiste en une turbine éolienne actionnant soit un convertisseur d'énergie mécano-thermique ou une pompe thermique, soit une génératrice; l'autre met à profit la dépression créée par le vent dans un générateur déprimogène.

Le changement de phase des liquides surchauffés et l'étude des paramètres influençant la composition des gaz d'échappement des moteurs à combustion interne de faible cylindrée font également l'objet de travaux de recherche.

De plus, en fluidique, la recherche porte sur l'étude des générateurs d'ondes sinusoïdales, d'oscillateurs à membrane, d'éléments fluidiques alimentés par des jets intermittents, et du contrôle fluidique d'un système de conversion d'énergie éolienne en chaleur.

Cours offerts

560*	Séminaires et colloques	1 cr.
561	Travail plastique des métaux	3
562*	Techniques d'analyse et de calcul	3
563*	Mécanique des machines-outils	2
564*	Dynamique	4
565	Cinématique	2
566	Plasticité appliquée	3
567	Analyse de problèmes de fonderie	2
569	Application d'analyse matricielle II	3
570*	Mécanique des milieux déformables	3
571*	Étude spécialisée	3
572	Rhéologie	3
574*	Vibration II	4
575*	Mathématiques appliquées	3
578	Vibration III	4
580	Écoulements dans les organes de commande	4
581	Thermodynamique avancée	3
582*	Transmission de chaleur avancée	3
583	Aérodynamique	3
584*	Compléments de mécanique des fluides	3

* Ces cours seront vraisemblablement offerts en 1973-74.

DESCRIPTION DES COURS

100 Vecteurs et algèbre linéaire (3, 2, 4)*

3 crédits

Géométrie des vecteurs: somme, projection, produit scalaire, produit vectoriel, produit mixte, barycentre. Étude analytique des vecteurs. Algèbre linéaire: opérations sur les matrices et les déterminants: systèmes de n équations à n inconnues; vecteurs propres, valeurs propres: diagonalisation des matrices.

Matrices particulières: matrices de changement d'axe, rotation; matrice associée à une transformation géométrique.

Préalable: aucun.

105 Géométrie analytique et calcul (3, 2, 4)

3 crédits

Cours de géométrie analytique s'appuyant sur les notions de calcul différentiel et intégral.

Plan cartésien. Fonction. Valeur absolue. Inéquations du 1er et du 2e degré, et de degré supérieur. Fonctions trigonométriques: définitions et formules d'addition. Étude de la droite: les différentes formes de l'équation de la droite; distance d'un point à une droite. Étude d'un lieu dans le plan: étendue, intercepts, symétrie, asymptotes.

Dérivée: définition, signification géométrique, règles de dérivation. Étude des fonctions exponentielles et logarithmiques. Règle d'enchaînement et dérivée de fonction inverse. Étude des fonctions hyperboliques directes et inverses: fonctions trigonométriques inverses. Étude des extrema: théorème de Rolle; formule de Taylor; théorème de la moyenne; conditions nécessaires et suffisantes pour un extremum; tableau des variations. Méthodes numériques pour approximation d'une racine: méthode itérative et méthode de Newton. Étude de la différentielle et application au calcul d'erreur. Étude des coniques (axes parallèles aux axes de référence): parabole, ellipse et hyperbole. Coordonnées polaires: notions; tracé d'une courbe; étude rapide de la droite et du cercle; brève mention des sections coniques.

L'intégrale: théorème fondamental du calcul; formules d'intégration; brève mention des méthodes d'intégration; applications au calcul d'aire, de volume, de surface de révolution et de longueur d'une courbe.

Coordonnées dans l'espace: cartésiennes, cylindriques et sphériques; équations de transformation d'un système à l'autre.

Volumes recommandés: THOMAS, Calculus and Analytic Geometry.

Préalable: aucun.

Co-requis: 100 Vecteurs et algèbre linéaire.

* Ces trois chiffres indiquent respectivement le nombre d'heures a) d'enseignement, b) de travaux pratiques et c) de travail personnel que le cours comporte en moyenne par semaine pendant une session. Le tiers de leur nombre donne le nombre de crédits.

110 Équations différentielles (3, 2, 4)**3 crédits**

Contenu identique à celui du cours 111.

Préalable: 105 Géométrie analytique et calcul.

Co-requis: 115 Calcul différentiel et intégral.

111 Équations différentielles (2, 2, 2)**2 crédits**

Équations différentielles simples du premier et second ordre.

Équations différentielles linéaires d'ordre n : coefficients constants; homogènes; méthodes des coefficients indéterminés; méthode de la variation de paramètres.

Solutions par séries entières; solutions numériques.

Systèmes d'équations différentielles linéaires: forme matricielle; coefficients constants.

Introduction à la transformée de Laplace.

Préalable: 105 Géométrie analytique et calcul.

Co-requis: 115 Calcul différentiel et intégral.

115 Calcul différentiel et intégral (3, 2, 4)**3 crédits**

Cours de calcul différentiel et intégral à plusieurs variables, contenant aussi l'étude des séries.

Fonctions à plusieurs variables; représentation graphique.

Intégration dans l'espace: définition et propriétés élémentaires; applications à différents problèmes géométriques et physiques (centre de masse, moment d'inertie).

Calcul différentiel à plusieurs variables: dérivées partielles; différentielle totale et ses applications à l'approximation et au calcul d'erreur; règle d'enchaînement; dérivées d'ordre supérieur; définition et théorème d'égalité des dérivées mixtes; fonctions homogènes; développement de Taylor; étude des extrema d'une fonction à deux variables; multiplicateur de Lagrange; jacobiens et dérivées de fonctions implicites; changement de variable pour l'intégration.

Éléments de géométrie différentielle: dérivée de vecteur et application à des problèmes de mécanique; tangente à une courbe; plan tangent et normal à une surface; gradient; dérivée de direction; divergence; rotationnel; identités classiques et interprétation géométrique de ces notions. Intégrale de ligne dans le plan; définition et règles de calcul; indépendance du parcours; théorème de Green sous forme analytique et vectorielle; différentielle exacte; remarque sur des domaines multiplement connexes.

Étude des séries: convergence; caractéristiques d'une série convergente; somme de séries et produit par une constante; produit de deux séries; série à termes positifs; convergence absolue; séries géométrique et harmonique; test de comparaison; test quotidien; test polynomial; test de d'Alembert; séries alternées; séries de puissances.

Volume recommandé: THOMAS, Calculus and Analytic Geometry.

Préalable: 105 Géométrie analytique et calcul.

120 Compléments de calcul (3, 2, 4)**3 crédits**

Compléments sur l'intégration. Intégrales simples impropres; critères de convergence; valeur principale de Cauchy. Intégrales doubles et triples: calculs d'aire, centres de gravité, moments d'inertie. Dérivation sous le signe de l'intégrale: règle de Leibnitz.

Fonctions spéciales: intégrales dépendant de paramètres; fonctions gamma et bêta; intégrales elliptiques.

Analyse vectorielle: opérateurs, gradient, divergent, rotationnel; intégrales de ligne; théorème de Green-Riemann; différentielle totale exacte. Intégrales de surface. Formules intégrales d'analyse vectorielle: théorèmes de Stokes et de Gauss; Ostrogradsky; étude des champs vectoriels à flux conservatif; potentiel vecteur.

Approximation d'une fonction - Polynômes orthogonaux. Systèmes orthonormés; meilleure approximation d'une fonction. Inégalité de Bessel-Parseval; systèmes complets; égalités de Parseval. Orthogonalisation de Gram-Schmidt. Applications: polynômes de Legendre, Tchebichef, Laguerre, L'Hermite; séries de Fourier, séries trigonométriques. Représentation complexe dérivation; intégration théorème de Gibb; problème de l'analyse harmonique. Application des séries de Fourier à la résolution de certaines équations aux dérivées partielles du type de la corde vibrante et de la chaleur.

Préalable: 115 Calcul différentiel et intégral.

125 Probabilités et statistiques (3, 2, 4)**3 crédits**

Cours d'introduction dans le but d'initier les étudiants aux concepts de probabilités et les amener à interpréter les résultats expérimentaux par les méthodes statistiques.

I - Probabilités

Éléments de théorie des ensembles: définition de base; opération sur les ensembles; algèbre des ensembles; applications.

Concepts de probabilité: définition; probabilité conjointe et conditionnelle; théorème de Bayes; notions de variables aléatoires; quelques densités usuelles; transformations.

Espérances; formule générale; moments; théorème des moments; densités conjointe et conditionnelle; orthogonalité; covariance; corrélation. Combinaison de deux variables: combinaison de variables aléatoires; théorème de la limite.

II - Statistiques

Distributions empiriques: organisation des données; représentation; courbe de fréquence; univers; échantillon.

Mesure de tendance centrale et de dispersion: moyennes, variance, écart-type.

Distributions d'échantillonnage: de la moyenne arithmétique, de la variance, lois du X^2 , du t de Student, du F de Fisher.

Estimation et test d'hypothèse. Estimation par intervalle de confiance, pour la moyenne arithmétique, pour la variance. Types d'erreurs. Test d'hypothèse sur les moyennes, sur les variances. Comparaison de deux échantillons, de deux moyennes, de deux variances. Test X^2 .

Régression et corrélation: relation fonctionnelle; régression; coefficients de corrélation.

Les travaux pratiques consistent en 6 séances d'exercices dirigés en petits groupes, concentrés dans les 6 dernières semaines de la session. Volume recommandé: BOWKER AND LIEBERMANN, Engineering Statistics.

Préalable: 36 crédits du tronc commun.

130 Physique moderne (3, 2, 4)

3 crédits

La relativité: l'expérience de Michelson Morley; transformation de Lorentz; contraction de l'espace; dilatation du temps; la masse relative. Aspect corpusculaire des ondes, aspect ondulatoire des particules: effet photo-électrique; théorie quantique de la lumière; les rayons X; l'effet Compton; diffraction des particules.

Théorie de l'atome: les modèles atomiques; les orbites électroniques; l'atome de Bohr; quantification de l'énergie; l'atome d'hydrogène.

Les atomes complexes: configurations électroniques; les nombres quantiques; les spectres atomiques.

La matière: physique des molécules; forces dans les cristaux: théorie des bandes.

Physique nucléaire: les particules du noyau; décroissance radioactive; les réactions nucléaires.

Volume recommandé: BEISER, Concepts of Modern Physics.

Préalable: aucun.

135 Chimie physique (3, 3, 6)

4 crédits

Ce cours présente les lois sous-jacentes aux transformations de la matière, aux réactions chimiques et aux phénomènes électrochimiques. Thermodynamique chimique. Revue des principes de thermodynamique, énergie et enthalpie libres, équation de Gibbs-Helmholtz, fugacité et activité, applications aux gaz parfaits.

Réactions chimiques. Thermodynamique: chaleur de réaction, chaleur de formation, potentiel de réaction, constante d'équilibre et sa variation avec la température, cinétique chimique: vitesse de réaction, réactions du premier, deuxième et troisième ordre, réactions consécutives, en parallèle et en chaîne, effet de température, théorie des collisions, catalyse homogène et hétérogène.

Solutions. Quantités partielles molaires, loi de Raoult, fonctions thermodynamiques de mélange, solutions non idéales, distillation fractionnée. Electrolytes: coefficients d'activité et conductivité.

Équilibre de phases. Équations de Clapeyron et de Clausius-Clapeyron, règle des phases, diagrammes de phases de systèmes à un, deux et trois composants, propriétés colligatives.

Électrochimie. Thermodynamique des piles réversibles: potentiel de jonction, piles à concentration. Piles irréversibles: surpotentiel d'activation, de concentration et ohmique, potentiel de décomposition. Applications: corrosion, sources d'énergie.

Ce cours est accompagné de travaux pratiques et de séances d'exercices hebdomadaires.

Préalable: 230 Thermodynamique.

136 Chimie physique (3, 0, 6)**3 crédits**

Contenu identique à celui du cours 135, mais sans laboratoire.

Préalable: 230 Thermodynamique.

200 Projets d'ingénieur (1, 2, 6)**3 crédits**

Ce cours plonge l'étudiant dans une activité typique d'ingénieur peu après son arrivée à la Faculté dans le but de favoriser une orientation plus consciente, une motivation plus profonde, une initiation au travail en équipe et aux méthodes de communication et enfin le développement d'une attitude créatrice.

Des équipes de 4 ou 6 étudiants sont formées dès le début du cours pour travailler, sous la direction d'un professeur, à l'élaboration d'un projet complet à partir d'une idée soumise par un membre de l'équipe.

Ce projet implique la recherche d'idées techniques plus ou moins neuves, le design d'un produit, le choix des méthodes de production, l'évaluation du prix de revient, les précisions de mise en marché, etc.

Pour les aider dans la préparation de leur projet, les étudiants reçoivent environ 15 heures d'enseignement, sous forme de conférence ou autre, qui portent sur les questions suivantes: conception technique; calcul analogique et digital; recherche bibliographique; contraintes économiques; inventions et brevets; méthodes graphiques; normes professionnelles; estimé des coûts de production; statistiques; communication orale et écrite; organisation industrielle.

À la fin du cours, chaque équipe remet un rapport final et un concours a lieu pour déterminer le meilleur projet.

Préalable: aucun.

205 Calcul numérique et programmation (2, 1, 3)**2 crédits**

Cours d'introduction à l'utilisation des ordinateurs portant sur le langage Fortran et sur certains algorithmes de solution de problèmes usuels.

Éléments du Fortran IV (niveau G) pour utilisation sur ordinateur IBM 360/40: les nombres, les variables, les expressions arithmétiques, les énoncés de contrôle, les entrées et les sorties, les énoncés de spécification, les fonctions-formules, les fonctions-programmes, les sous-programmes.

Algorithmes ou méthodes numériques. Méthodes de solution d'équations transcendentales: approximations successives; demi-intervalle; Newton-Raphson. Interpolation et extrapolation par la méthode du polynôme de Lagrange. Solution d'équations différentielles ordinaires aux valeurs initiales par la méthode de Gil-Runge-Kutta. Algèbre linéaire: procédé d'élimination; notion de pivotage. Méthode des moindres carrés.

Préalable: 105 Géométrie analytique et calcul.

210 Dessin d'ingénieur (2, 2, 2)**2 crédits**

Utilisation des instruments à dessin. Constructions géométriques. Théorie des projections orthogonales (système américain); applications à des pièces de machines. Sections, hachures et conventions. Coupes entières,

demi-coupes et coupes partielles. Vues auxiliaires simples et doubles. Echelles. Mise des cotes. Dessin illustré: projections axonométriques et obliques. Lettrage majuscule droit.

Volume recommandé: GIESECKE, Engineering Graphics.

Préalable: aucun.

215 Techniques graphiques (2, 2, 2)

2 crédits

Lecture de plans: théorie et conventions du dessin dans la lecture de plans de pièces simples. Composition de vues adjacentes et des dessins axométriques en partant de projections orthogonales suggestives. Dessin de conception. Méthodes de reproduction. Relations spatiales fondamentales: point et ligne droite, surfaces planes, développements.

Volume recommandé: GIESECKE, Engineering Graphics.

Préalable: 210 Dessin d'ingénieur.

220 Statique (3, 3, 3)

3 crédits

Notions fondamentales: définitions de force, masse, inertie, particule, corps rigide; composition de forces par méthodes graphique, trigonométrique et algébrique; décomposition d'une force; principe de la transmissibilité; moment d'une force dans le plan et l'espace, couples.

Résultantes de systèmes de forces. Étude dans le plan et l'espace; applications.

Équilibres des systèmes de forces: conditions dans le plan et l'espace; cas particuliers; diagrammes de corps libres: types d'appuis; systèmes isostatiques et hyperstatiques.

Propriétés des surfaces planes: centre de gravité, centroïde; théorème de Pappus; moment d'inertie; rayon de giration. Applications à l'hydrostatique: pressions sur les surfaces immergées.

Friction. Friction sèche; paramètres; coefficients, angles de repos, cône de friction; friction statique et cinétique, friction fluide; applications.

Travail virtuel. Définition du travail; expression vectorielle; notions de travail virtuel; cas d'une particule, d'un corps rigide et d'un ensemble de corps rigides; degrés de liberté d'un système; notions d'énergie potentielle; système de forces conservateur, équilibre et stabilité d'un système conservateur.

Les travaux pratiques consistent en séances hebdomadaires d'exercices dirigés en petits groupes.

Volume recommandé: MERIAM, Statics.

Co-requis: 100 Vecteurs et algèbre linéaire.

225 Dynamique (3, 3, 3)

3 crédits

Cinématique des particules: mouvement plan absolu; description du mouvement; mouvement rectiligne et angulaire; mouvement plan curviligne; mouvement curviligne spatial; mouvement relatif à des axes en translation; mouvement plan relatif à des axes en rotation; mouvement spatial relatif à des axes en rotation.

Cinétique des corps rigides: mouvement plan absolu; mouvement plan relatif à des axes en translation; mouvement plan relatif à des axes en rotation.

Dynamique des particules: deuxième loi de Newton; inertie de translation et de rotation; travail et énergie; impulsion et momentum. Systèmes de particules: équation du mouvement; travail et énergie.

Dynamique des corps rigides dans le plan: force, masse et accélération: travail et énergie.

Les travaux pratiques consistent en séances hebdomadaires d'exercices dirigés en petits groupes.

Volume recommandé: MERIAM, Dynamics.

Préalables: 105 Géométrie analytique et calcul.
220 Statique.

Co-requis: 115 Calcul différentiel et intégral.

230 Thermodynamique (3, 3, 3)

3 crédits

Unités et dimensions; table des propriétés thermodynamiques; travail et chaleur.

Première loi de la thermodynamique: énoncé; applications; énergie interne; lois de conservation, enthalpie; transformations polytropique, adiabatique, isotherme, isochore, isobare; énergie interne et enthalpie; principe de Carnot, cycle.

Entropie: inégalité de Clausius; entropie de transformation réversible et irréversible; travail perdu; travail pour un procédé polytropique; diagrammes PV et TS; efficacité.

Combustibles et combustion: stoechiométrie; produits de combustion, analyse; mélange; chaleur de combustion. Moteurs à combustion interne: cycle d'Otto; cycle Diesel; applications. Mélanges et solutions: règle d'Amagat; règle de Dalton; propriétés d'excès.

Équilibre de phase: critère d'équilibre; fugacité; composition des phases à l'équilibre; fugacité d'un composant pur; systèmes miscibles et constante d'équilibre; troisième loi de la thermodynamique.

Les travaux pratiques consistent en séances hebdomadaires d'exercices dirigés en petits groupes.

Volume recommandé: VAN WYLEN & SONNTAG, Fundamentals of Classical Thermodynamics.

Préalable: 105 Géométrie analytique et calcul.

Co-requis: 115 Calcul différentiel et intégral.

235 Éléments de circuits électriques (2, 3, 4)

3 crédits

Ce cours a pour objectifs l'acquisition de concepts et de vocabulaire, le développement d'une dextérité de résolution de schémas simples en régime naturel et forcé ainsi que l'application des méthodes à des circuits d'appareils courants.

Mise en équations: définitions, lois de Kirchhoff, méthodes des boucles, méthode des noeuds, transformations de sources.

Techniques de résolution: simplification, substitution, déterminants, superposition, équivalence.

Fonctions d'excitation: exponentielle, échelon, cosinus et sinus, phasés. Équations intégral-différentielles; concept d'impédance, solution générale, continuité d'énergie sur L et C.

Circuits en courant continu: conditions initiales, systèmes 1er ordre, systèmes 2e ordre, généralisation.

Circuits en courant alternatif: méthode générale, impédances complexes, résolution graphique, résonance, puissance.

Circuits polyphasés: génération du 3 phases, circuits équivalents une phase, puissance, correction du facteur de puissance.

Mutuelle et quadripole: calcul des paramètres, transformation II, T, application aux circuits actifs.

Le cours comporte des séances de laboratoire qui portent sur l'instrumentation et la mesure:

1. Oscilloscope, mesure de v , i , Φ , f , t . — 2. Utilisation de voltmètres, ampèremètres, générateurs de fonction en C.C. ou en C.A. — 3. Transistors 1er ordre, 2e ordre. — 4. Réponse en fréquence. — 5. Propriétés d'éléments non linéaires (circuit à diode).

Volume recommandé: A. LEROUX, R. THIBAUT, Les mathématiques des circuits électriques.

Préalable: 105 Géométrie analytique et calcul.

240 Sciences des matériaux (2, 2, 2)

2 crédits

Ce cours d'introduction à la science des matériaux est destiné à faire ressortir comment la structure micro et macroscopique d'un matériau conditionne ses propriétés physiques et technologiques.

Introduction. Rappel sur la structure et les liaisons atomiques. Modèle atomique. Liaisons interatomiques: ionique, covalente, métallique. Diamètre des atomes et des ions; nombre de coordination.

Structures cristallines. Assemblage d'atomes, critères de stabilité d'une structure atomique, maille d'un réseau. Systèmes cristallins, axes et plan des cristaux (indices de Miller).

Défauts dans les cristaux. Défauts ponctuels: lacunes, atomes interstitiels, défaut de Frenkel. Défauts linéaires: dislocation coin, dislocation vis. Défauts plans: défauts d'empilement, joints de grains. Formation des défauts. Structures non cristallines. Comparaison de l'état cristallin et de l'état amorphe. Solides molécules organiques. Polymérisation.

Propriétés mécaniques des matériaux. Théorie de la déformation élastique, anélastique, visco-élastique et plastique des matériaux. Fluage, relaxation et rupture. Comparaison des propriétés mécaniques des matériaux métalliques, amorphes et organiques.

Propriétés électriques des matériaux. Polarisation diélectrique. Propriétés magnétiques; corps paramagnétiques, diamagnétiques et ferromagnétiques. Aimantation. Conductivité électrique: conducteurs, isolants, semi-conducteurs, supra-conducteurs.

Propriétés thermiques des matériaux. Conductibilité thermique. Capacité calorifique.

Les travaux pratiques consistent en 6 séances de laboratoire qui portent sur les sujets suivants: structures cristallines, propriétés mécaniques, semi-conducteurs, propriétés magnétiques, propriétés électriques et thermiques.

Volume suggéré: VAN VLACK, Materials Science for Engineers.

Préalable: 130 Physique moderne.

245 Résistance des matériaux (3, 3, 3)**3 crédits**

Cours d'introduction à la résistance des matériaux, portant sur l'étude du comportement des barres prismatiques sollicitées en traction, compression, torsion et flexion.

Généralités. Rappel de quelques principes de statique. Notions de contrainte, déformation, élasticité. Propriétés mécaniques des matériaux. Ruine: coefficient de sécurité.

Forces axiales. Barres prismatiques sollicitées en traction et compression: contraintes et déformations longitudinales; contraintes sur les plans obliques; contraintes principales; cercle de Mohr.

Torsion des barres cylindriques. Notion de déformation de cisaillement; propriétés mécaniques des matériaux en cisaillement. Formule de la torsion; contrainte sur les plans obliques; contraintes principales; cercle de Mohr.

Flexion. Types de poutres. Diagrammes d'effort tranchant et de moment fléchissant. Formule de la flexion. Contraintes de cisaillement dans les poutres. Calcul des déformations par les méthodes d'intégration et de superposition. État des contraintes en un point; contraintes principales; cercle de Mohr.

Problèmes hyperstatiques. Comptabilité des déformations. Effets de température. Applications aux cas de forces axiales, torsion et flexion. Comportement non élastique des barres. Effets de la ductilité des matériaux: charges limites; contraintes résiduelles; coefficient de sécurité. Applications aux cas simples de forces axiales, torsion et flexion.

Flambage. Flambage élastique: formule d'Euler. Flambage plastique: formule du module tangent. Formules approximatives. Courbes de flambage. Conditions d'appui. Charge excentrique: formule de la sécante; superposition.

Les travaux pratiques consistent en séances hebdomadaires d'exercices dirigés en petits groupes.

Volume recommandé: POPOV, Introduction to Mechanics of Solids.

Préalables: 105 Géométrie analytique et calcul.

220 Statique.

250 Mécanique des fluides (3, 3, 3)**3 crédits**

Cours d'introduction où les lois fondamentales de la mécanique des fluides sont établies théoriquement et ensuite appliquées à des problèmes concrets.

Statique des fluides. Propriétés des fluides et définitions; classification des forces; notion d'effort intérieur, équations de la statique; loi fondamentale de l'hydrostatique; principe d'Archimède.

Dynamique des fluides. Notions de cinématique: variables d'Euler et de Lagrange; définitions; équation de la trajectoire. Dynamique: notion de volume de contrôle; équations d'Euler, équations de conservation de masse; équation de Bernoulli; théorème de la conservation de l'énergie; théorème de la conservation de la quantité de mouvement. Applications: mesure des pressions et des vitesses; mesure des débits; théorème de Torricelli; théorème de Carnot; réaction d'un jet; coefficient de contraction d'un jet.

Écoulements à potentiel. Notion de circulation; écoulements irrotationnels, rotationnels; écoulements potentiel avec circulation, à potentiel des accélérations. Écoulement plans: lignes de courant, fonction de courant, source, puits, doublet, tourbillon, notions de représentation conforme.

Similitude, analyse dimensionnelle. Dimensions et unités; théorème de Buckingham; nombres de Reynolds, Froude (Weber), Mach; études sur modèle.

Écoulements de fluides réels. Écoulements dans les conduites: écoulements laminaires; charge dans une section; pertes de charge dans les conduites cylindriques longues. Écoulements dans les singularités: pertes de charges singulières. Écoulements à surface libre: permanents et non permanents; rôle du nombre de Froude.

Les travaux pratiques hebdomadaires consistent alternativement en séances d'exercices dirigés en petits groupes et en essais de laboratoire (écoulements à travers les ajustages et les parois, force d'un jet sur une plaque, pompe-turbine, distribution de pression sur une aile, portance et traînée d'une aile).

Volume recommandé: STREETER, *Fluid Mechanics*, 5e édition.

Préalables: 120 Compléments de calcul.
225 Dynamique.

255 Analyse de systèmes (3, 3, 6)

4 crédits

Ce cours, orienté principalement sur les systèmes linéaires, permet à l'étudiant de faire une synthèse de ses connaissances en mathématiques et physique. Le cours porte d'une part sur la philosophie du modèle d'un système physique et sa formulation mathématique, et d'autre part sur les méthodes permettant d'étudier, par l'intermédiaire de son modèle, le comportement d'un système soumis à un certain stimulus.

Généralités. Modèles de systèmes physiques: notion, définition, omniprésence du modèle, domaine de validité, classification des modèles; classification des modèles mathématiques; étapes de l'établissement d'un modèle.

Modèles mathématiques. Schémas blocs et graphes de fluence. Modèles statiques; modèles dynamiques linéaires (équations différentielles): 1er et 2e ordre. Modèles dynamiques non linéaires. Modèles à plusieurs variables indépendantes. Modèles statistiques.

Méthode d'analyse. Méthodes numériques de résolution. Transformée de Laplace; analyse des fonctions d'excitation; réponse de système du 1er et du 2e ordre à des signaux simples. Fonction de transfert; lieux de Bode et de Nyquist; réponse en fréquence, notions de bande passante. Les travaux pratiques comprennent des séances hebdomadaires d'exercices dirigés ainsi que des séances de laboratoire à toutes les deux semaines.

Préalables: 111 Équations différentielles.
225 Dynamique.
230 Thermodynamique.
235 Éléments de circuits électriques.

Co-requis: 120 Compléments de calcul.

271 Méthodes numériques et analogiques**3 crédits**

Solution d'équations algébriques, différentielles ordinaires et partielles par le calculateur ou simulateur analogique.

Estimation numérique des paramètres de fonctions linéaires et non-linéaires par la méthode des moindres carrés ordinaire, pondérée et itérative. Polygones orthogonaux.

Utilisation de la fonction Spline pour interpolation, différentiation, intégration et solutions d'équations différentielles ordinaires de façon numérique. Méthodes de la plus grande pente, Newton et Levenberg-Marquardt pour la solution d'équations algébriques non-linéaires. Formules de Newton-Côtes et de la famille de Gauss pour l'intégration numérique. Formules de Runge-Kutta-Merson et du Predictor-Corrector avec contrôle automatique du pas d'intégration pour la solution numérique d'équations différentielles ordinaires. Quasilinearisation.

Solutions numériques des équations différentielles partielles elliptiques, hyperboliques et paraboliques. Méthodes implicites et explicites. Formules de Crank-Nicholson, DuFort-Frankel et Saulyev. Frontières irrégulières.

Préalable: 205 Calcul numérique et programmation ou équivalent.

300 Topographie (2, 3, 1)**2 crédits**

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.

Préalable: aucun.

305 Structures I (3, 3, 6)**4 crédits**

Ce cours porte sur les méthodes de calcul des forces et des déflexions pour les structures isostatiques.

Calcul des forces: charges appliquées, réactions, effort tranchant, moment fléchissant, effort normal; méthodes de statique analytique; méthodes de statique graphique.

Calcul des déflexions: méthodes énergétiques du travail virtuel de Castigliano; méthodes géométriques de la double intégration, poutre conjuguée, Williot-Mohr, chaîne de barres.

Lignes d'influence: lignes d'influence pour les forces - poutres et treillis; lignes d'influence pour les déflexions - loi de Maxwell-Betti.

Étude de structures isostatiques: poutres, treillis plans, treillis spatiaux, arcs, câbles. Méthodes approximatives pour les structures hyperstatiques.

Préalable: 245 Résistance des matériaux.

306 Structures II**3 crédits**

Ce cours porte sur le calcul des forces et des déformations dans les structures hyperstatiques.

Calcul des forces par les méthodes de superposition, du moindre travail, de distribution de moments, de l'analogie de colonne, et la méthode matricielle de force. Calcul des déformations par la méthode des rotations et la méthode matricielle des déplacements.

Lignes d'influence par la méthode de Müller-Breslau. Étude de différents types de structures hyperstatiques: poutres, cadres, treillis, arcs. Utilisation des programmes standards de calcul électronique.

Préalable: 305 Structures I.

307 Charpentes de bois

3 crédits

Introduction aux propriétés physiques et mécaniques du bois, au système de classification canadien et à la conception et calcul d'éléments structuraux en bois, bois lamellé et contre-plaqué. Étude de poutres, colonnes, treillis et méthodes d'assemblage. Conception et calcul des coffrages pour béton, chargement et comportement structural. Sécurité et stabilité des échafaudages et fausses charpentes.

Préalable: 305 Structures I.

308 Calcul plastique des constructions

3 crédits

L'objet de ce cours est de donner un exposé général des méthodes de dimensionnement des constructions basées sur leur charge plastique ultime.

Flexion pure plastique d'une poutre à section doublement symétrique; comportement des sections à un seul axe de symétrie; la notion de rotule plastique; calcul de la charge de ruine plastique de structures hyperstatiques simples: théorèmes fondamentaux de l'analyse limite: les coefficients de sécurité plastique; méthodes générales de détermination de la charge limite; conditions nécessaires pour le développement du moment plastique et facteurs affectant sa valeur; calcul des assemblages; applicabilité de l'analyse limite aux structures en béton armé ou précontraint; dimensionnement limite réalisant le poids minimum.

Préalable: 306 Structures II.

309 Conception des structures

3 crédits

Ce cours est une introduction au design automatique des structures par ordinateur. Utilisation intensive de programmes d'ordinateur développés spécifiquement pour ce cours ou provenant d'organismes spécialisés. Les exemples traités portent sur l'évaluation des dimensions des structures en acier, en béton armé et en composite.

Préalable: 306 Structures II.

310 Technologie des matériaux (3, 4, 2)

3 crédits

Béton: constituants - agrégats, ciment, eau, adjuvant; types de ciments - propriétés, résistance au gel et agents chimiques.

Propriétés du mélange - prise, chaleur de prise, résistance en compression et traction, cure du béton, retrait, fluage, dilatation, joints; fabrication - proportions optimales, rapport eau-ciment, adjuvants, contrôle de qualité; mise en oeuvre - transport, vibration, ségrégation; diagrammes contraintes-déformations.

Asphalte: types et composition des asphaltes; propriétés des bitumes, les essais de contrôle; caractéristiques des agrégats à mélange; dosage des bétons bitumineux - essais de contrôle; préparation et contrôle des mélanges - exercices en laboratoire.

Bois: propriétés et classification; critères de sélection.

Métaux: acier et aluminium; propriétés mécaniques et thermiques, altérabilité des différents types.

Plastiques, verres, produits céramiques: propriétés mécaniques et thermiques, altérabilité.

Enduits: résines, peintures et matériaux isolants.

Le cours comporte des séances hebdomadaires de laboratoire.

Préalable: aucun.

311 Technologie du béton

3 crédits

Le béton est un matériau composite complexe. Sa composition, les techniques de sa mise en oeuvre, ses propriétés, son comportement peuvent varier très largement et répondre à des besoins variés.

Les matériaux composants, propriétés du béton frais, bétons spéciaux, mises en place spéciales, durcissement accéléré du béton, théorie du gel dans les bétons, essais de contrôle sur les bétons, contrôle et inspection, devis de fabrication et transport.

Le cours comporte des séances de travaux pratiques: essais normalisés sur les ciments, les agrégats et les bétons; confection de bétons normaux, lourds et légers; utilisation de ciment fondu; calcul des mélanges; influence de la nature minéralogique des agrégats; influence du chauffage des moules.

Préalable: 310 Technologie des matériaux.

315 Résistance des matériaux II (3, 2, 4)

3 crédits

Efforts composés: superposition d'efforts et domaine de validité; tubes à parois minces; flexion composée; flexion gauche.

Transformation de contraintes et déformations: contraintes principales dans un plan; cercle de Mohr de contraintes; caractère tridimensionnel des déformations; déformations principales dans un plan; cercle de Mohr de déformations; mesure des déformations - jauges.

Critères de rupture: introduction aux différents types de rupture; rupture par effort tranchant maximum; rupture par effort normal maximum; autres théories.

Méthodes d'énergie: énergie de déformation élastique; théorème du travail virtuel; théorème de Castigliano; loi de réciprocité de Maxwell-Betti; calcul des déplacements par les méthodes d'énergie.

Préalables: 115 Calcul différentiel et intégral.

245 Résistance des matériaux.

320 Mécanique des sols I (3, 2, 4)

3 crédits

Histoire des dépôts. Propriétés de base. Classifications. Compactage. Propriétés physiques, chimiques, minéralogiques. L'eau dans les sols. Contraintes dans les sols. Compressibilité. Consolidation. Tassement. Résistance au cisaillement. Stabilité des pentes.

Préalable: 245 Résistance des matériaux.

325 Charpentes métalliques (3, 2, 4)**3 crédits**

Rappel des propriétés physiques et mécaniques de l'acier et des alliages d'aluminium: leurs avantages et leurs inconvénients comme matériaux de charpente. Spécifications des aciers de charpente disponibles; sections et profilés standards.

Méthodes générales de calcul: calcul élastique et calcul plastique; notions de coefficients de sécurité; codes et spécifications.

Calcul élastique des charpentes d'acier: assemblages rivetés, boulonnés, soudés. Notions de design; analyse et design des pièces en traction et des pièces comprimées et fléchies. Limites de contrainte imposées par les considérations de stabilité: flambage élastique et plastique d'une colonne; déversement latéral, écrasement et voilement de l'âme d'une pièce fléchie. Calcul des raidisseurs. Design des sections assemblées pour poutres et colonnes, et poutres composites. Conception des charpentes de bâtiment.

Préalable: 305 Structures I.

330 Hydraulique (3, 3, 3)**3 crédits**

Introduction: la mécanique des fluides, l'hydraulique et l'hydrologie. Méthodes de l'hydraulique: bilan énergétique et applications aux conduites et canaux; théorème des quantités de mouvement, applications - efforts hydrodynamiques, écoulements brusquement variés; les mouvements à potentiel de vitesse et applications à l'écoulement de filtration; l'hydraulique expérimentale - similitude, organisation d'une étude expérimentale.

Les mesures hydrauliques. Les différents types de capteurs de mesure: pression, vitesse, débit, profondeur, etc...

Préalable: 250 Mécanique des fluides.

335 Génie routier (3, 3, 3)**3 crédits**

Introduction à la planification du transport routier. Analyse économique et financière de projets routiers. Reconnaissance et localisation d'un tracé de route. Conception géométrique des routes. Conception structurale des chaussées. Rappel de notions de sols et matériaux. Construction des chaussées souples et rigides. Ouvrages complémentaires. Plans et devis. Entretien des routes.

Préalable: 320 Mécanique des sols I.

336 Trafic routier (3, 3, 3)**3 crédits**

Données générales sur la circulation routière. Caractéristiques d'opération des véhicules. Comportement des conducteurs et piétons. Principales caractéristiques de la route: capacité et niveau de service, signalisation, éclairage. Caractéristiques et réglementations de la circulation. Aménagement des carrefours. Études de circulation et de stationnement.

Co-requis: 335 Génie routier.

340 Mécanique des sols II (2, 2, 2)**2 crédits**

Reconnaissance du sol: forages, sondages, essais in situ, essais au laboratoire. Capacité portante des sols. Fondations superficielles. Fondations profondes. Pression des terres. Murs de soutènement.

Préalable: 320 Mécanique des sols I.

341 Pratique de la mécanique des sols I**2 crédits**

Ce cours présente la théorie et l'application des essais sur le terrain et en laboratoire constituant le cours parallèle "Pratique de la mécanique des sols II". Théorie de la résistance au cisaillement; rappel sur la reconnaissance des sols et les modes d'exécution des travaux sur le terrain; les essais au laboratoire; interprétation et limitation des essais de terrain et de laboratoire; exemples d'application pour le calcul de la capacité portante et des tassements; séance de discussion dirigée par un ingénieur de la pratique.

Note: Bien que ce cours soit complet en lui-même, l'étudiant aurait avantage à suivre également le cours 342 — Pratique de la mécanique des sols II.

Préalable: 340 Mécanique des sols II.

342 Pratique de la mécanique des sols II**3 crédits**

Ce cours a pour but de familiariser les étudiants avec les techniques d'essai utilisées dans la pratique courante de la mécanique des sols. Le cours est divisé en travaux pratiques sur le terrain et en séances de laboratoires.

Travaux pratiques sur le terrain: forages et essais de pénétration standards; pénétromètre statique; essais au scissomètre; échantillonnage; essais de pieu; essais de chargement de plaque; vérification de la densité en place; installation de piézomètres.

Séances de laboratoire: identification, détermination des propriétés physiques; détermination de la perméabilité; essais de compaction; indice de densité; essais de consolidation; essais triaxiaux.

Note: Bien que ce cours soit complet en lui-même, l'étudiant aurait avantage à suivre également le cours 341 — Pratique de la mécanique des sols I.

Préalable: 340 Mécanique des sols II.

343 Fondations profondes**3 crédits**

La première partie de ce cours traite des techniques et méthodes de calcul des fondations sur pieux et sur caissons. La deuxième partie traite du calcul des murs de soutènement battus.

Fondations profondes: méthodes de calcul, friction négative, groupes de pieux dans les sables et argiles, essais de pieux, pieux inclinés, calcul des caissons.

Murs de soutènement battus: calcul des murs ancrés, en tête, appui simple au pied, ancrage au pied, influence de la flexibilité du mur.

Préalable: 340 Mécanique des sols II.

345 Béton armé (3, 2, 4)**3 crédits**

Rappel des propriétés du béton: diagramme contrainte-déformation, résistance à la compression et à la traction, retrait, fluage.

Propriétés des aciers d'armature: diagramme contrainte-déformation, caractéristiques des barres disponibles, adhérence, scellement droit, ancrage. Détails de mise en place.

Calcul du béton par la méthode élastique: hypothèse de base, transformée, coefficients de sécurité, contraintes admissibles. Analyse et dimensionnement d'une section en flexion simple.

Calcul du béton par la méthode ultime: calcul ultime vs calcul élastique; distribution réelle des contraintes dans le béton et distribution uniforme équivalente; coefficients de sécurité et charges ultimes; analyse et dimensionnement d'une section en flexion simple; résistance des poutres à l'effort tranchant, calcul des étriers; calcul des flèches; analyse et dimensionnement d'une section en compression et flexion composée; diagramme d'interaction; colonnes.

Plancher dalle et champion. Analyse limite des dalles.

Préalable: 305 Structures I.

Co-requis: 310 Technologie des matériaux.

346 Béton précontraint**3 crédits**

Principe et procédés de la précontrainte; propriétés des bétons et aciers pour précontrainte; fluage du béton et pertes de précontrainte; contraintes admissibles; calcul des poutres isostatiques fléchies: caractéristiques d'une section, noyau central et noyau limite, dimensionnement; tracé des câbles; effort tranchant, efforts aux abouts, armatures secondaires; résistance ultime.

Co-requis: 345 Béton armé.

348 Géologie de l'ingénieur (2, 3, 1)**2 crédits**

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 failage. 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.

Régions de tremblements de terre et problèmes associés.

Quelques notes sur les modes de sautage en conditions diverses; identifications des minéraux et roches. Analyse pétrographique des agrégats. Les travaux pratiques consistent en séances hebdomadaires de labora-

toire et d'exercices portant sur l'identification et l'analyse d'échantillons et l'interprétation de photos aériennes.

Préalable: aucun.

Co-requis: 245 Résistance des matériaux.

349 Hydrogéologie

4 crédits

Étude de la géologie et de l'hydraulique des eaux souterraines en vue de leur utilisation pour des fins commerciales.

Géologie: hydrogéologie des terrains non consolidés, des terrains sédimentaires, des terrains métamorphiques et ignés; structures superficielles et de grandes profondeurs; géochimie et géophysique d'exploration.

Hydraulique: caractéristiques de l'écoulement souterrain; écoulements potentiels; réseaux des lignes équipotentiels et des lignes de courant; exploitation des nappes souterraines: nappes confinées, nappes libres, nappes non étanches, nappes au bord de la mer; éléments de captage par puits et par galeries filtrantes.

Préalables: 348 Géologie de l'ingénieur.
250 Mécanique des fluides.

350 Ressources hydrauliques I (3, 1, 5)

3 crédits

Hydrologie physique: cycle naturel de l'eau; fonctions naturelles du cycle de l'eau. Hydrologie paramétrique. Usages de l'eau: problèmes de compatibilité et de dégradation; contrôle du cycle; économie. Contrôle des écoulements et régularisation.

Préalable: 125 Probabilités et statistiques.

352 Ressources hydrauliques II

3 crédits

Le contexte institutionnel et juridique canadien. La planification dans le cadre d'un objectif unique, contrôle des crues, l'approvisionnement en eau, l'énergie hydraulique, le contrôle de qualité, les fins récréatives. Développements à fins multiples, introduction aux méthodes d'optimisation.

Préalable: 350 Ressources hydrauliques I.

354 Systèmes de génie civil

3 crédits

Mesures d'efficacité, analyse des systèmes: processus de design. Fonction de production et analyse marginale. Introduction à la programmation linéaire. Analyse de sensibilité. Introduction à la programmation dynamique. Analyse décisionnelle pour la sélection. Évaluation des ressources. Évaluation des projets. Choix parmi les alternatives d'investissement. Valeur de la production: point de vue individuel. Évaluation d'un système public. Modèle des systèmes.

Préalable: 125 Probabilités et statistiques.

356 Génie sanitaire (3, 2, 1)**2 crédits**

Aperçu historique. Alimentation en eau des agglomérations: besoin en eau; sources d'alimentation; notions d'hydrogéologie, recherche, qualité et quantité des sources; travaux de captage des eaux de surface et des eaux souterraines; nappes aquifères au bord de la mer.

Amenée des eaux d'alimentation. Galeries et conduites forcées; calcul, pose, opération et entretien; stations de pompage et pression.

Réservoirs de distribution: rôle, type, capacité, emplacement, construction, équipement et exploitation.

Épuration des eaux naturelles: contrôle et surveillance de la potabilité, examens physique, chimique et bactériologique; procédés sommaires de traitement, usines de filtration.

Réseaux de distribution: caractères généraux du service de distribution, compartimentage, constitution et conservation des réseaux.

Assainissement des agglomérations: le problème de la pollution des eaux, systèmes d'égouts: calculs, construction, opération et entretien; évacuation et traitement des eaux usées domestiques, stations d'épuration.

Préalable: 250 Mécanique des fluides.

357 Amenée et distribution d'eau**3 crédits**

Les ouvrages d'amenée d'eau: emplacement, dimensions, considérations économiques et hydrauliques. Les réseaux de distribution: types, débits, pressions. Analyse hydraulique: méthodes classiques et méthodes modernes. Les pompes et les stations de pompage d'eau: choix des pompes, conception des stations de pompage, diamètre économique de la conduite de refoulement.

Préalable: 330 Hydraulique.

358 Contrôle de la qualité des eaux**3 crédits**

La qualité de l'eau comme caractéristique mesurable; l'évolution des concepts fondamentaux de contrôle de la pollution; changements de qualité causés par l'usage domestique, industriel et agricole de l'eau; considérations qualitatives dans les eaux des estuaires; changements de qualité dans les eaux de surface et les eaux souterraines. Les substances réfractaires dans la qualité des eaux. Le phénomène d'eutrophisation. Critères et normes dans le contrôle de qualité des eaux: aspects de génie. Le recyclage des eaux. Correction de la qualité par filtration par le sol, par étangs d'oxydation, par dilution. Le déversement des eaux usées dans les mers et estuaires. Changements de qualité par les installations traditionnelles de traitement.

Préalable: 356 Génie sanitaire.

359 Projet de génie civil**3 crédits**

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.

362 Techniques d'optimisation**3 crédits**

Revue d'algèbre linéaire: vecteurs, matrices et systèmes d'équations linéaires. Notions sur les ensembles, géométrie dans un espace E^n , ensembles convexes et fonctions convexes. Programmation linéaire. Conditions nécessaires et suffisantes avec ou sans contraintes. Méthodes de recherche directe. Méthodes de descente: dérivée directionnelle, vecteur de descente, méthodes de Fletcher-Reeves, Davidson-Fletcher-Powell et Newton-Raphson. Minimisation avec contraintes: méthodes de Fiacco-McCormick, Rosen et Zoutendijk. Programmation dynamique et notions de recherche opérationnelle.

Préalable: 271 Méthodes numériques et analogiques.

363 Modèles probabilistes**3 crédits**

Revue de la théorie des probabilités: variables aléatoires, distributions et espérance. Fonctions de variables aléatoires. Description et techniques d'ajustement des modèles probabilistes. Chaînes de Markov.

Application aux problèmes de Structures - Hydrologie - Transport. Analyse d'essais.

Introduction à la théorie de la décision. Modèle de décision simple. Analyse terminale avec information nouvelle. Modèle normatif complet de décision. Décision face à des processus aléatoires indépendants. Applications diverses.

364 Mécanique des milieux continus**3 crédits**

Rappels et compléments de mathématiques: calcul tensoriel; transformation des coordonnées; théorèmes intégraux de Gauss et de Stoke.

Déformation: tenseur des déformations; tenseur des taux de déformations; tenseur de Green et tenseur d'Almansi; rotation; dérivées particulières.

Contraintes: définitions des contraintes; tenseur d'Euler, tenseur de Lagrange et tenseur de Kirchhoff; tenseurs des taux de contraintes; taux objectifs des contraintes; équations de l'équilibre.

Lois fondamentales: conservation de la masse; théorèmes du moment; conservation de l'énergie; thermodynamique d'un milieu continu. Équations constitutives: lois de comportement des divers milieux continus avec applications aux problèmes de mécanique des fluides et de mécanique des solides.

Préalable: 315 Résistance des matériaux II.

366 à 369 Étude spécialisée**3 crédits**

Enseignement dispensé à un groupe restreint d'étudiants, peut-être même un seul étudiant, touchant un secteur d'intérêt particulier, quand il n'existe pas de cours formel dans ce domaine. Les contenus d'études dirigées sont ajoutés aux dossiers des étudiants.

370 Géotechnique des pays nordiques**2 crédits**

Ce cours traite des points suivants:

- étude du gel avec applications particulières à la construction de route;
- problèmes de construction dans les régions de permafrost;
- capacité portante et tassement dans les muskegs;
- étude compréhensive des argiles sensibles et/ou cimentées.

Préalable: 340 Mécanique des sols.

371 Résistance au cisaillement**3 crédits**

Ce cours porte essentiellement sur la résistance au cisaillement dans les sols et la stabilité des pentes:

- caractéristiques de la résistance drainée et de la résistance non drainée dans les matériaux pulvérulents;
- l'interprétation des essais et les différents critères de rupture;
- la résistance des matériaux pulvérulents soumis à des charges transitoires et cycliques;
- la résistance des argiles saturées;
- les paramètres de la résistance au cisaillement et les paramètres de Hvorslev;
- le cheminement des contraintes;
- la résistance au cisaillement des argiles partiellement saturées;
- choix des essais pour l'analyse de la stabilité des pentes;
- les différentes méthodes d'analyse, avec surface de rupture circulaire et avec surface de rupture généralisée;
- influence de la pression interstitielle et des forces d'infiltration;
- utilisation de tableaux de stabilité;
- comparaison des analyses par contraintes effectives et par contraintes totales.

Préalable: 342 Pratique de la mécanique des sols II.

372 Propriétés des argiles**3 crédits**

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

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

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

Géologie des argiles.

Les argiles en génie civil. Propriétés mécaniques.

Préalable: 320 Mécanique des sols I.

375 Planification du transport I**3 crédits**

Historique et morphologie de la planification du transport. Modèles mathématiques de déplacements: génération, distribution, répartition modale et assignation des voyages sur un réseau. Élaboration et évaluation économique d'un plan de transport. Études de cas.

Préalables: 336 Planification du transport routier.
354 Systèmes de génie civil.

376 Planification du transport II**3 crédits**

Modèles d'utilisation du sol et de développement urbain. Techniques de prévisions. Interrelations aménagement du territoire - transport. Analyse de divers modes de transports: caractéristiques techniques, fonctionnement, coût, capacité, vocation.

Préalables: 336 Planification du transport routier.
354 Systèmes de génie civil.

Co-requis: 375 Planification du transport I.

381 Hydrologie statistique**3 crédits**

Variables aléatoires hydrologiques; théorie des probabilités et traitement des données hydrologiques; données manquantes; techniques de corrélation; valeurs extrêmes; technique de simulation de fonctions de distribution.

Préalables: 125 Probabilités et statistiques.
350 Ressources hydrauliques I.

383 Transitoires hydrauliques**3 crédits**

Coup de bélier: mouvement de masse, mouvement d'onde. Calcul graphique. Calcul sur ordinateur. Cheminées d'équilibre: types, fonctionnement, stabilité, calcul économique. Turbines hydrauliques: contrôle de la vitesse, stabilité. Transitoires dans les canaux d'amenées. Transitoires dans les fuites. Intumescence.

Préalable: 330 Hydraulique.

390 Théorie avancée des structures**3 crédits**

Méthodes numériques d'analyse: méthodes matricielles; méthodes des déformations et des forces.

Méthodes des éléments finis: formulation matricielle d'éléments et de systèmes d'éléments; applications aux plaques et coques.

Préalables: 305 Structures I.
315 Résistance des matériaux II.

391 Stabilité et dynamique des structures**3 crédits**

Introduction à la théorie générale de la stabilité: systèmes conservateurs et non conservateurs; flambage par bifurcation et cloquage; comportement post-critique; sensibilité aux imperfections. Flambage des poteaux, arcs, cadres, poutres, plaques et coques.

Dynamique des systèmes linéaires: formes et fréquences de vibration propre; vibrations forcées; réponse transitoire des structures possédant plusieurs degrés de liberté; méthodes numériques d'évaluation des réponses.

Interdépendance entre les vibrations et les phénomènes de flambage. Oscillations dues au vent. Applications aux structures devant résister aux tremblements de terre.

Préalables: 305 Structures I.
315 Résistance des matériaux II.

392 Théorie de l'élasticité **3 crédits**

Rappels des notions fondamentales: tenseur des contraintes; tenseur des déformations; équations du mouvement; compatibilité des déformations.

Équations générales de l'élasticité: loi de Hooke généralisée; problèmes aux limites; équations de Navier; équations de Beltrami-Mitchel; principe de Saint Venant.

Extension, torsion et flexion des poutres: analogie de membrane, centre de cisaillement.

Problèmes bi-dimensionnels: déformation plane; contrainte plane; fonctions de contrainte d'Airy; applications.

Problèmes tri-dimensionnels: fonctions de Maxwell et de Morera; problème de Boussinesq; thermo-élasticité; problèmes de la propagation des vibrations et des ondes dans les milieux élastiques.

Préalable: 364 Mécanique des milieux continus.

393 Théorie de la plasticité **3 crédits**

Déformations inélastiques des métaux: plasticité et fluage.

Équations fondamentales et théorèmes généraux se rapportant aux déformations infinitésimales: critères d'écoulement; diverses théories d'écoulement plastique; théorèmes d'unicité et principes variationnels.

Application aux divers problèmes aux limites: poutres, contraintes et déformations planes; problèmes tri-dimensionnels.

Analyse et calcul à la limite: effondrement; théorèmes fondamentaux de l'analyse limite; exemples.

Théorie des déformations finies.

Préalable: 364 Mécanique des milieux continus.

394 Méthodes énergétiques **3 crédits**

Introduction au calcul variationnel: équations d'Euler; méthode de Ritz. Méthodes variationnelles pour les systèmes discrets: principe de Hamilton; équations de Lagrange et de Hamilton; travail virtuel; énergie potentielle; petites vibrations autour de l'état d'équilibre.

Méthodes variationnelles pour les corps déformables: travail virtuel; énergie potentielle et énergie potentielle complémentaire; théorèmes de Castigliano; principe de Reissner; équations de Lagrange et Hamilton; applications.

Stabilité: méthodes de Liapunov; théorème de l'énergie potentielle minimum.

Préalable: 364 Mécanique des milieux continus.

395 Théorie des coques

3 crédits

Théorie générale des coques minces: équations de déformation et d'équilibre en coordonnées curvilignes orthogonales; énergie de déformation; relations entre les forces, les moments et les déformations.

Coques cylindriques et coques de révolution.

Equations générales en coordonnées cartésiennes fixes: coques de translation; coques de forme quelconque.

Méthodes numériques d'analyse.

Préalable: 315 Résistance des matériaux II.

396 Comportement inélastique des plaques et coques

3 crédits

Equations de base pour les coques: vitesses et taux de déformations; discontinuités; conditions d'équilibre.

Rappel des théorèmes fondamentaux de l'analyse limite. Notion de variables généralisées: vitesses et taux de déformations généralisés; contraintes généralisées.

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

Applications aux plaques et coques.

Effets du changement de forme et de l'écroutissage.

Problèmes de fluage.

Préalable: 393 Théorie de la plasticité.

400 Electrotechnique (3, 3, 6)

4 crédits

Objectifs: étude du principe de conversion de l'énergie en vue d'acquiesrir une connaissance générale des modes de conversion et de l'utilisation de l'énergie dans les machines électromécaniques.

Circuits triphasés. Circuits magnétiques. Transformateurs. Machines à courant continu. Machines asynchrones. Moteurs monophasés. Généralités sur les machines électromécaniques. Principes généraux de conversion. Machines synchrones. Modes de conversion d'énergie non-conventionnels.

Le cours comporte des séances de laboratoire aux deux semaines.

Préalable: 235 Éléments de circuits électriques.

401 Génération et transport

3 crédits

Objectifs: approfondir les problèmes de production, transport et distribution de l'énergie électrique.

On y étudie essentiellement le fonctionnement des machines synchrones (alternateurs des centrales hydro-électriques, compensateurs synchrones de contrôle du facteur de puissance, etc...), les modèles de lignes de transport à haute tension, et la répartition des flux de puissance active et réactive dans les grands réseaux.

L'accent est mis sur l'étude des phénomènes transitoires (oscillations mécaniques des groupes, court-circuits et défauts dans les lignes, etc...) et sur la présentation des modèles analytiques, analogiques ou numériques utilisés pour résoudre les problèmes (équations de PARK pour la machine synchrone, composantes symétriques pour l'étude des défauts, critères de stabilité et de convergence pour les flux de puissance et les tensions "bus-bars", etc...).

Ce cours est particulièrement important pour les étudiants qui envisagent de faire une carrière d'ingénieur dans des sociétés ou instituts de recherche concernés par la production et la distribution d'énergie électrique.

Préalables: 400 Électrotechnique.

411 Circuits.

402 Appareillages et installations électriques

3 crédits

Conception technique et philosophie du design, problèmes d'échauffements et de refroidissement des appareils, caractéristiques des conducteurs et des isolants électriques, calcul d'appareils simples, choix des machines électriques pour des applications particulières, protection de l'équipement électrique, installations électriques résidentielles, commerciales et industrielles, éclairage.

Préalable: 20 crédits du profil principal du génie électrique.

Co-requis: 400 Électrotechnique.

408 Projet I

3 crédits

Travail individuel ou de groupe devant conduire à la préparation d'un cahier des charges complet, en vue de la réalisation éventuelle d'un prototype, laquelle n'est cependant pas exigée pour ce cours.

Préalables: 410 Circuits logiques.

421 Électronique.

409 Projet II

3 crédits

Travail individuel ou de groupe devant conduire à la réalisation physique d'un prototype à partir d'un cahier des charges. Normalement, ce cours est la suite logique de Projet I.

Préalables: 410 Circuits logiques.

421 Électronique.

410 Circuits logiques (3, 4, 5)**4 crédits**

Objectifs: étude du traitement des circuits logiques de type combinatoire et séquentiel.

Présentation des domaines d'application des circuits logiques; étude de l'algèbre de Boole, représentation des fonctions logiques; méthodes de minimalisation - graphiques (Karnaugh) et algébriques (McCluskey) - pour fonctions à une et/ou plusieurs sorties. Description et caractéristiques des composants électromécaniques, semi-conducteurs et fluidiques avec leurs techniques particulières de matérialisation. Circuits séquentiels: 1) à niveau - analyse, synthèse et matérialisation; 2) à impulsions diagramme de fluence, simplification et réalisation. Présentation d'éléments blocs: compteurs, registres, générateurs de séquences, etc. . .

Les travaux pratiques consistent en séances hebdomadaires de laboratoire.

Volume recommandé: DELISLE & DESCHESNES, Introduction aux circuits logiques.

Préalable: 235 Éléments de circuits électriques.

411 Circuits (3, 4, 5)**4 crédits**

Objectifs: ce cours porte sur l'étude des concepts nécessaires à l'électronique, à l'analyse numérique de circuits, et la conception de circuits à l'aide d'ordinateurs.

Introduction aux concepts nécessaires à l'étude de l'électronique: paramètres de circuits à une et deux paires de bornes; modèles des dispositifs; équations de boucles et de noeuds par inspection; méthodes de solutions manuelles de ces équations dans les domaines du temps et de la fréquence.

Introduction à l'analyse numérique de circuits: éléments de topologie, équations d'Ohm et de Kirchhoff sous formes matricielles; génération automatique des équations topologiques, de boucles, de noeuds, de "cut sets" et des équations mixtes et d'état sur ordinateurs; méthodes de solution numérique de ces équations dans les domaines du temps et de la fréquence; étude et évaluation de quelques programmes standards d'analyse de circuits.

Introduction à la conception de circuits sur ordinateurs: notion de synthèse, synthèse itérative, analyse numérique de circuits, optimisation contrainte sur les éléments, évaluation de la qualité du design, choix du design initial, introduction à la synthèse algébrique, filtres.

Le cours comporte des travaux pratiques hebdomadaires sur ordinateur.

Préalables: 205 Calcul numérique et programmation.

235 Éléments de circuits électriques.

Co-requis: 414 Mathématiques spécialisées.

413 Circuits par ordinateur**3 crédits**

Objectifs: cours de design de circuits sur ordinateur, orienté vers l'application à la micro-électronique.

Introduction à l'utilisation des calculateurs à temps partagé. Utilisation des programmes d'analyse de circuits. Construction des modèles des dispositifs. Procédure de design de circuits. Design automatique de circuits sur ordinateur à l'aide de techniques d'optimisation. Détermination automatique de la disposition des composantes et construction automatique des masques pour la fabrication de circuits intégrés.

Co-requis: 422 Systèmes électroniques.

414 Mathématiques spécialisées (2, 2, 5)**3 crédits**

Objectifs: montrer à l'étudiant comment l'ingénieur peut appliquer les théories des variables complexes, des séries et transformées de Fourier ainsi que celles des transformées de Laplace.

Fonctions d'une variable complexe: fonction continue, fonction uniforme, fonction analytique, intégrale curviligne d'une fonction complexe, théorème et formule de Cauchy, théorème des résidus, applications.

Transformée et série de Fourier: définition, sens physique, relation entre les domaines temporels et fréquentiels. Transformée de fonctions périodiques. Transformée généralisée - série de Fourier; propriétés - "Fast Fourier Transform".

Transformée de Laplace: définition; relation avec la transformée de Fourier; propriétés; application au régime transitoire d'un système.

Préalable: 115 Calcul différentiel et intégral.

419 Mesures électriques (2, 2, 2)**2 crédits**

Objectifs: acquérir des méthodes et techniques de base de mesure en électricité. Familiariser l'étudiant avec l'appareillage, les composants, les instruments de mesures et les catalogues. Acquérir une notion physique des phénomènes électriques et des ordres de grandeurs.

Présentation des ampèremètres, des voltmètres, des résistances, des diverses techniques de mesure, des résistances et des ponts. Rappel sur le calcul d'erreurs, méthodes de mesure de puissance, des quantités magnétiques et non électriques.

Le cours comporte des séances hebdomadaires de laboratoire.

Préalable: 235 Éléments de circuits électriques.

421 Électronique (4, 4, 4)**4 crédits**

Objectifs: obtenir les caractéristiques des valves à partir de notions élémentaires de physique. Apprendre les techniques de base de solution des circuits non-linéaires simples. Apprendre les techniques de solution des circuits quasi-linéaires.

Étude de la physique de l'état solide; construction et caractéristiques des valves; études des circuits à diodes; polarisation des valves; circuits équivalents des valves; étude des amplificateurs; la contre-réaction; les oscillateurs quasi-linéaires; les amplificateurs à larges signaux; introduction aux circuits intégrés.

Co-requis: 411 Circuits.
419 Mesures électriques.

422 Systèmes électroniques (3, 4, 5)

4 crédits

Objectifs: apprendre les techniques d'analyse des circuits électroniques non-linéaires. Décrire les principaux circuits intégrés digitaux et linéaires disponibles et montrer comment on peut les utiliser. Donner les principes de la modulation.

Études des circuits électroniques non linéaires: façonnage des ondes, résistance négative, multivibrateurs. Circuits de communications et fonctions logiques; éléments spéciaux et leurs applications. Circuits intégrés digitaux; circuits intégrés linéaires. Systèmes de communications: modulation AM, modulation FM, modulation pulsée et multiplex, notions de spectres et de bande passante.

Préalable: 421 Électronique.
Co-requis: 410 Circuits logiques.

423 Micro-électronique

3 crédits

Études et réalisation des circuits intégrés à couches épaisses. Travaux pratiques réalisés dans le milieu technologique propice. Mesures complexes sur les composantes et blocs fonctionnels hybrides en couches épaisses et minces.

Co-requis: 422 Systèmes électroniques.

425 Circuits de communications

3 crédits

Objectifs: étude des différents circuits électroniques utilisés dans les systèmes de communications.

Circuits de communications. 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 diodes et à transistors conduisant à la conversion de fréquence.

Modulation: modulation d'amplitude, de fréquence et multiplex. Démodulation: démodulation d'amplitude et de fréquence. Rapport signal à bruit et indice de bruit; coefficient de qualité. Modulation pulsée.

Théorie du codage. Applications: radio, télévision, radar, téléphonie.

Co-requis: 441 Communications.
422 Systèmes électroniques.

430 Simulation et modèles (3, 3, 3)

3 crédits

Objectifs: apprendre les techniques du calcul analogique. Étudier les asservissements de base et donner les notions de stabilité.

Calcul analogique: description et utilisation des éléments linéaires et des éléments non linéaires simples; schéma initial de modèle analogique; échelle d'amplitude; étude de temps.

Systèmes et asservissements: fonction de transfert et réponse en fréquence. Ajustement des paramètres d'un premier ordre et d'un deuxième ordre en fonction de critères de performance donnés. Introduction de la notion de boucle de retour; notion de stabilité.

Le cours comporte des séances de laboratoire aux deux semaines.

Préalable: 255 Analyse de systèmes.

431 Asservissements I (3, 3, 3)

3 crédits

Objectifs: étude des organes d'asservissements. Démonstration et application des critères de stabilité. Étude de la performance et des méthodes de compensation des systèmes.

Définition d'un asservissement; fonction de transfert en boucle ouverte et en boucle fermée.

Organes d'asservissements: capteurs, amplificateurs opérationnels, amplificateurs de puissance - Ward-Leonard, amplidyne, thyristors, amplificateurs magnétiques.

Stabilité: condition fondamentale; notion de mode, critères algébriques et géométriques; marges de stabilité.

Performances: compromis stabilité-précision, coefficient d'erreurs, traduction des performances temporelles dans le domaine fréquentiel. Compensation: réseaux à avance et à retard de phase, régulateurs industriels, méthode de Ziegler et Nichol.

Lieu d'Evans: définition, lois de construction, liens avec le domaine fréquentiel, effets de la compensation.

Le cours comporte des séances de laboratoire aux deux semaines.

Préalables: 414 Mathématiques spécialisées.

430 Simulation et modèles.

432 Asservissements II

3 crédits

Après avoir étudié les éléments de base dans le domaine des systèmes asservis, ce cours a pour but l'analyse et la synthèse de systèmes considérant un élément particulier (processus aléatoire, processus multivariable, processus non-linéaire) qui justifie une étude plus approfondie que le traitement général.

Notions fondamentales. Systèmes multivariables. Problèmes statistiques en automatisme. Systèmes non linéaires. Systèmes à structure variable.

Préalable: 431 Asservissements I.

433 Commande numérique

3 crédits

Objectifs: description et utilisation des calculateurs dans la commande des processus. Étude de la théorie des systèmes échantillonnés linéaires. Optimisation des systèmes.

Description des calculateurs de processus: fonctions de calcul de décision, de mémorisation. Description des organes périphériques: convertisseurs analogiques-numériques et numériques-analogiques; notions sur les imprimantes et les rubans magnétiques.

Fonctions du calculateur dans la commande des processus: commande logique et séquentielle; commande "continue"; algorithmes de régulation; acquisition et traitement des données; surveillance.

Théorie des systèmes échantillonnés linéaires: théorème de Shannon, transformée en Z; fonction de transfert; reconstitution du signal; stabilité, performance et compensation. Théorie des systèmes échantillonnés dans l'espace d'été.

Utilisation des calculateurs digitaux: étude détaillée d'un exemple d'application; identification du processus, instrumentation, algorithme de régulation, programmation du calculateur.

Optimisation: problèmes et techniques; programmation dynamique; exemple industriel.

Préalables: 410 Circuits logiques.
431 Asservissements I

440 Électromagnétisme (3, 2, 4) 3 crédits

Objectifs: Introduction des théories de l'électrostatique et de la magnétostatique et présentation des équations de Maxwell. Le point de départ de l'étude est constitué par les lois expérimentales de Coulomb et Gauss pour l'électrostatique, de Laplace et Faraday pour la magnétostatique. Electrostatique: définition et calcul du champ électrique, de la densité de flux, du potentiel, de l'énergie dans le cas du vide et des diélectriques. Notions d'écran, de condensateur, de conduction.

Magnétostatique: définition et calcul de l'induction, de l'excitation du champ, des potentiels scalaire et vecteur, des forces et de l'énergie dans le cas du vide; régime stationnaire; notions d'induction électromagnétique; notions sur la matière aimantée.

Préalable: 120 Compléments de calcul.

441 Communications 3 crédits

Objectifs: étude des phénomènes aléatoires. Étude des systèmes analogiques et digitaux de communications.

Rappel des notions élémentaires de probabilité. Introduction aux phénomènes aléatoires. Processus stochastiques, fonctions d'autocorrélation et crosscorrélation. Densité spectrale. Relation entrée-sortie pour systèmes linéaires.

Systèmes analogues. Modulations d'amplitude et de fréquence; principe, propriétés et performance. Multiplex en fréquence. Systèmes digitaux. Discussion générale sur les différentes opérations des systèmes digitaux. Codage du message: erreurs d'aliasing et de quantification ΔMCI , MCI , Δ mod. Canal digital: notion d'information, capacité, codage, élémentaire. Systèmes cohérents: notions de décision, systèmes optimaux, performance et dégradation. Systèmes non cohérents. Multiplex en temps.

Préalables: 125 Probabilités et statistiques.
414 Mathématiques spécialisées.

442 Transmission (2, 2, 2) 2 crédits

Étude des réponses possibles à l'extrémité d'une ligne de transmission en fonction des différentes alimentations. Dérivation à l'aide des lois

de circuits de l'équation des télégraphistes. Résolution de cette équation pour les différents régimes: sinusoïdal et transitoire. Utilisation de l'abaque de Smith. Calcul des paramètres de la ligne de transmission en fonction de sa forme et des matériaux constitutifs.

Le cours comporte quatre séances de laboratoire.

Préalable: 411 Circuits.

443 Radiation et antennes

3 crédits

Ce cours comporte une étude de la propagation des ondes dans l'air et touche aussi aux phénomènes de réflexion des ondes sur différents types de diélectriques, phénomènes responsables de la propagation des ondes radio sur de très longues distances.

La propagation dans les guides d'ondes et la génération des très hautes fréquences sont aussi étudiées à cause de l'utilisation qu'on en fait dans les systèmes tels que radar, réseaux micro-ondes et satellites des télécommunications. Ces deux derniers systèmes sont les véhicules principaux des communications téléphoniques et de télévision à grande distance.

Finalement, l'étude du principe de rayonnement des antennes est étudié de même que leurs principales caractéristiques telles que gain, impédance, et diagramme de rayonnement (i.e. une mesure de la direction prioritaire de la propagation). On étudie aussi la théorie de base concernant les antennes filaires les plus couramment utilisées (monopôles, dipôles) ainsi que les groupements d'antennes qui permettent de les rendre très directives.

Préalables: 442 Transmission.

440 Électromagnétisme.

460 Systèmes dans l'espace d'état

2 crédits

Notions d'algèbre linéaire. Matrices, déterminants, espace vectoriel linéaire, base, orthogonalisation, valeur propre, vecteur propre, matrice modèle, transformations sur les matrices, fonctions de matrices, polynôme minimal, matrices constituantes, équations différentielles matricielles. Étude des systèmes continus. Choix des variables d'état, identification d'un système à partir de sa réponse impulsionnelle, système adjoint, système adjoint modifié, commandabilité et observabilité.

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

461 Systèmes non linéaires

4 crédits

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-linéarité. 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 transcendentes. 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.

Préalable: 431 Asservissements I.

462 Systèmes de commande aux données échantillonnées 4 crédits

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 transformation 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. Systèmes échantillonnés non linéaires 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 Cytkin, 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.

Système 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 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.

Préalable: 431 Asservissements I.

463 Théorie de la commande optimale

4 crédits

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

Notions mathématiques fondamentales. Introduction à la théorie des ensembles. Espace vectoriel. Valeurs propres et formes quadratiques. Notion vectorielle des équations différentielles. Coordonnées généralisées. Analyse des systèmes dans l'espace d'état. Notion d'espace d'état. Caractérisation d'un système par ses variables d'état. Méthodes de transition d'état. Concepts de commandabilité et d'observabilité.

Solution des problèmes de commande optimale. Systèmes de commande à temps minimal. Systèmes à régulation extrême. Systèmes à indice de performance intégral. Optimisation par réglage des paramètres. Méthodes de solution. Calcul variationnel. Fonction Hamiltonienne. Principes du maximum de Pontryagin. Programmation dynamique. Principe d'optimalité de Bellman. Filtre de Kalman.

Préalable: 460 Systèmes dans l'espace d'état.

465 Systèmes logiques

4 crédits

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 McCluskey et table de Karnaugh). Minimisation des circuits à plusieurs niveaux. Analyse matricielle.

Codes. Systèmes binaires. Codes de conversion décimal-binaire. Codes de Gray. Codes à détection et à correction d'erreurs.

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. Courbes. Aléas dans les machines asynchrones, dans les machines synchrones. Synthèse des systèmes séquentiels. Synthèse des tables: méthode naturelle, méthode de Gluskov. 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. Étude des systèmes à commutateurs multipositionnels.

Préalable: 410 Circuits logiques.

470 Théorie des phénomènes aléatoires 4 crédits

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

Éléments de théorie de la décision.

Puissance d'un test. Tests de Bayer, Neyman-Pearson. Courbes ROC. Phénomènes stochastiques. Fonction de corrélation et spectres. Transformation non linéaire, théorème de Price. Estimation de fonction de corrélation. Étude des filtres linéaires sous entrées aléatoires. Expansions, théorème de l'échantillonnage. Éléments de la théorie de l'estimation. Principe d'orthogonalité. Filtres optimum de Wiener.

Préalable: 414 Mathématiques spécialisées.

471 Théorie des systèmes de communications digitales 4 crédits

Description des milieux de propagation et des interférences.

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

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

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

Performance de systèmes binaires et n-aires.

Effets du fading.

Systèmes particuliers. Spectre de séquences corrélées. Systèmes duobinaires, diphasé. Spectre FSK.

Systèmes pseudocohérents. Système différentiel.

Procédé de synchronisation. Influence des erreurs de synchronisation.

Systèmes à adresse. Système PN, synthèse de séquences pseudo-aléatoires.

Systèmes FT. Delay-lock loop.

Principes de diversité.

Principes de ranging.

Éléments de théorie de l'information et du codage.

Préalable: 441 Communications.

472 Théorie de la détection et de l'estimation 4 crédits

Théorie classique. Détection et estimation dans du bruit gaussien blanc et non blanc.

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

Préalable: 470 Théorie des phénomènes aléatoires.

474 Processus de Markov

3 crédits

Processus aléatoires dérivés du processus de Poisson. Processus de points, processus de renouvellement. Processus des naissances et décès, formules d'Erlang. Introduction à la recherche opérationnelle avec applications de la théorie des queues au calcul des mémoires tampons. Théorie des graphes fortement connexes.

Chaînes de Markov, états stationnaires, propriétés asymptotiques. Théorème ergodique. Spectre des matrices stochastiques.

Notions de fonctions de chaîne de Markov, application aux canaux avec mémoire, et à l'étude statistique de l'information digitale.

Processus de Markov, équations de Chapman-Kolmogoroff, applications.

Préalable: 470 Théorie des phénomènes aléatoires.

476 Compression des données

4 crédits

Ce cours introduit le problème de la réduction du "volume" d'un message à transmettre pour une fidélité de transmission choisie.

Le cours comprend les aspects théoriques suivants:

- réduction de redondance; entropie d'une séquence; encodage: codes uniquement décodables; inégalité de Kraft; code compact de Huffman;
- synchronisation des codes; codes autosynchronisables; codes sans virgules; codes à chemins invariants; codes à préfixes; codes à virgules;
- codage avec prédicteur; critère de Wiener, prédicteur linéaire optimum; critère de la théorie de l'information; notion de moyenne de distributions ordonnées;
- méthodes analytiques pour le calcul des compresseurs; taux de compression; dégradation du signal; effet des erreurs du canal;
- théorie du taux de distorsion par rapport à un critère de fidélité; fonction $R(D)$, propriétés, théorème de l'encodage des sources; cas des sources continues; extension aux sources avec mémoire; exemples d'utilisation.

Le cours comporte également l'introduction aux domaines de recherches suivants:

- transmission de documents (fac-similés);
- codage entre trame pour visiophone; transmission de la différence entre image;
- utilisation du codage à prédiction en télévision et téléphonie;
- compression sur transformation; étude comparée des transformations de Karhunen-Loeve, Fourier et Hadamar dans le cas de signaux vocaux ainsi que visuels;
- application des fonctions de Walsh à la compression;
- analyse et synthèse de la parole par filtre de Wiener.

477 Systèmes de communications informatiques**3 crédits**

Perspectives d'avenir. Description de l'architecture du réseau et comparaison technique des systèmes de transmission et commutation actuels et futurs qu'empruntent les communications informatiques. Description et comparaison des services et équipements terminaux d'entrée et de sortie de données. Caractéristiques des voies de transmission et leurs contraintes. Utilisation des codes pour les contrer. Description et comparaison des différents modems pour voies analogiques. Problèmes de jonction et compatibilité avec terminaux. Configuration des systèmes d'ordinateurs. Revue des systèmes en existence et de leur fonctionnement et perspective d'évolution. Description et étude des réseaux numériques de transmission de données. Relations Société - Communications - Informatique.

478 Reconnaissance des formes**3 crédits**

Ce cours introduit les méthodes mathématiques générales permettant de faire un usage intelligent des caractéristiques observées dans l'identification d'une forme, que celle-ci soit une onde (détection), un son ou une forme graphique: chiffres, image, etc.

Le cours comprend les aspects suivants:

- espaces des paramètres; espace de classification;
- extraction des caractéristiques; rotation; transformations linéaires, non linéaires;
- classification sans connaissance des distributions; fonction de discrimination; fonction de Fisher; algorithme linéaire d'apprentissage; méthode de la fonction de potentiel;
- classification statistique; technique classique; classification paramétrique, non paramétrique;
- apprentissage sans maître; identification des groupements; apprentissage sans distribution; statistique;
- apprentissage séquentiel; rapport de vraisemblance; apprentissage séquentiel Bayésien supervisé, non supervisé.

Préalable: 470 Théorie des phénomènes aléatoires.

500 Mécanique technique I**3 crédits**

Étude générale des contraintes et déformations: représentation tensorielle; équations d'équilibre et de compatibilité; conditions aux frontières. Loi de Hooke généralisée et limitations; notions de plasticité; visco-élasticité et rhéologie. Notions de contraintes thermiques.

Bref aperçu des principales méthodes utilisées pour l'analyse expérimentale des contraintes. Méthodes énergétiques et applications. Déformations axisymétriques: cylindres épais, disques et anneaux en rotation, ajustements forcés. Flexion des barres courbes épaisses et des plaques. Torsion des arbres de section non circulaire.

Exemples de détermination du facteur de concentration des contraintes. Contraintes de contact; problème de Hertz.

Préalable: 245 Résistance des matériaux.

502 Mécanique technique II

3 crédits

Le but de ce cours est d'apporter des connaissances utiles et pratiques pour le design des pièces mécaniques dans le domaine de la fatigue et de la rupture des métaux et autres matériaux courants.

Critères de rupture et d'écoulement plastique, phénomène de la fatigue et de la rupture des matériaux pour divers types de charges, statiques et dynamiques, d'impact, finis de surfaces, etc. . . Dimensionnement pour une vie limitée et illimitée. Influence des champs de concentrations de contraintes, du fluage, des gradients de température, contraintes résiduelles, de la corrosion, etc. sur la vie et la résistance des pièces. Facteurs de sécurité.

Co-requis: 500 Mécanique technique I.

504 Métallurgie (3, 2, 4)

3 crédits

Notions de sidérurgie: élaboration de la fonte et de l'acier; classification et comparaison des propriétés.

Travail mécanique: travail à froid, travail à chaud, contraintes internes. Recuit: phases, sortes et but.

Alliages fer-carbone: diagramme d'équilibre Fe-C; caractéristiques des grains des aciers; traitement et utilisation des aciers doux; aciers travaillés à froid; carburation, décarburation, traitements chimiques de surface des aciers.

Traitements thermiques des aciers: formation de l'austénite; courbes TTT; formation de la martensite et revenu; trempabilité; essai Jominy; propriétés des agrégats ferrite-carbure; cycles modernes de trempe, applications.

Les aciers alliés: effets de l'addition d'un élément d'alliage; étude de trois aciers typiques; aciers super-résistants; aciers à outils; rôle des éléments, diagrammes d'équilibre, courbes TTT et revenu.

Les fontes: étude de la graphitisation; influence de la vitesse de solidification; influence des éléments constituants; fontes malléables; fontes modulaires; étude comparative des propriétés.

Les alliages d'aluminium: théorie du durcissement structural; diagrammes d'équilibre des alliages les plus connus; alliages de fonderie; alliages corroyés; étude comparative des propriétés.

Les aciers inoxydables: diagrammes de Guillet et de Maurer; aciers au Cr. et au Ni-Cr; traitements thermiques; propriétés mécaniques; propriétés anticorrosives.

Les alliages cuivreux: propriétés et caractéristiques générales du cuivre; principaux alliages cuivreux, bronzes, laitons, etc.; traitement thermique; mise en forme.

La métallurgie des poudres: modes de préparation des poudres; fabrication, propriétés et applications diverses des pièces frittées.

Corrosion et oxydation: types de corrosion; courbes intensité-potentiel; protection anodique et cathodique; corrosion intergranulaire, application aux alliages d'aluminium et aux aciers inoxydables.

Le cours est complété par sept séances de laboratoire portant sur les sujets suivants: recuit; recristallisation; micrographies des aciers; mi-

crographies des fontes; traitements thermiques des aciers; durcissement des alliages d'aluminium; polissage électrolytique.

Volume recommandé: BRICK, GORDON, PHILLIPS, Structure and Properties of Alloys.

Préalable: 240 Sciences des matériaux.

505 Éléments de fabrication (2, 4, 3)

3 crédits

Étude fonctionnelle des machines-outils. Métrologie, méthodes et instruments de contrôle. Étude de la relation précision-productivité, tolérances, interchangeabilité. Méthodes de production en série: gabariage, montages d'usinage, machines spéciales, contrôle numérique des machines-outils.

Introduction à la pratique industrielle: discussion des différentes étapes de la réalisation d'une pièce mécanique, du projet à la fabrication. Rôle de la créativité, notions de fiabilité, importance du dessin d'exécution comme moyen de communication de l'ingénieur.

Application: l'étudiant doit faire la synthèse de la matière du cours par la solution complète d'un problème de design en tenant compte des contraintes de la fabrication.

Préalables: 215 Techniques graphiques.
240 Sciences des matériaux.

507 Mécanique de fabrication (3, 3, 3)

3 crédits

Étude des principes de fonderie et des différents procédés de moulage et de coulée.

Étude des procédés de travail plastique des métaux, à chaud et à froid: forgeage au marteau et à la presse, laminage, extrudage, filage, étirage et fluotournage, pratique des travaux à la presse, procédés de formage à haute énergie.

Notions d'usinage: outils et machines-outils, usinage sans copeau, conditions économiques de l'usinage.

Étude des différents procédés de soudage, métallographie des soudures. Contrôle de la production: méthodes et instruments de contrôle de la qualité, standardisation, métrologie: jeux et tolérances, système de dimensionnement statistique.

Préalable: 504 Métallurgie.

512 Théorie des machines (3, 3, 3)

3 crédits

Mécanismes. Mouvement en plan, hélicoïdal, sphérique. Inversion. Cames. Dessin analytique des cames. Cames radiales à galet ou à rouleaux. Angle de pression. Contour spécifié. Engrenages droits standards et non standards. Engrenages coniques. Trains d'engrenages ordinaires et planétaires. Introduction à la synthèse des mécanismes. Méthodes de Rosenauer et Freudenstein. Solution graphique des vitesses et accélérations absolues et relatives.

Méthodes spéciales d'analyse cinématique-théorème de Kennedy, point auxiliaire, construction à 3 lignes. Analyse des forces dans la machine. Force et torque d'inertie primaire et secondaire. Distribution des forces d'inertie. Masses équivalentes. Forces statiques dans les machi-

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

Volumes recommandés: HOLOWENKO, Dynamics of Machinery;
SHIGLY, Dynamic Analysis of Machines.

Préalable: 225 Dynamique.

514 Éléments de machines (3, 3, 3)

3 crédits

Introduction: rôle des matériaux utilisés dans l'industrie; obtention d'un design - design classique, méthode analytique et méthode synthétique, design optimum.

Assemblage des éléments de machines: assemblages temporaires, par boulons, clavetage, accouplements; assemblages permanents: rivetage, soudage.

Éléments de transmission de puissance: arbres, courroies, embrayage. Surfaces de contact: introduction de la dynamique des contacts; engrenages, cames, paliers à rouleaux et à billes.

Ressorts: hélicoïdaux, barres de torsion.

Volume recommandé: FAIRES, Design of Machine Elements.

Préalables: 502 Mécanique technique II.
512 Théorie des machines.

516 Compléments de dynamique (3, 3, 3)

3 crédits

Cinématique de la particule: rappel des différents systèmes de coordonnées - cartésiens, intrinsèques, cylindriques, sphériques; transformation entre les différents systèmes. Dynamique d'une particule: forces centrales, orbites. Dynamique des systèmes de particules: quantité de mouvement, moment de la quantité de mouvement; systèmes à masse variable, collisions. Corps rigides: angles d'Euler; propriétés inertielles, ellipsoïde d'inertie; équations d'Euler.

Équations de Lagrange: généralités, liaisons, degré de liberté, coordonnées généralisées; travail et énergie cinétique; déplacements virtuels, travail virtuel; cas de la particule; systèmes conservateurs; systèmes dissipateurs: plusieurs particules; corps rigides.

Éléments de vibrations mécaniques: systèmes discrets à un ou plusieurs degrés de liberté.

Volume recommandé: MERIAM, Dynamics.

Préalables: 111 Équations différentielles.
225 Dynamique.

518 Contrôle des fabrications (3, 3, 3)

3 crédits

Variabilité d'une fabrication. Contrôles par mesures et par calibres. Contrôles par attributs. Cartes de contrôle. Plans d'échantillonnage et courbes d'efficacité. Méthodes des démerits. Contrôle de réception avec distribution des lots de type inconnu ou de type connu. Contrôle progressif.

Volume recommandé: DUNCAN, Quality Control and Industrial Statistics.

Préalable: 125 Probabilités et statistiques.

520 Conversion d'énergie (3, 3, 3)**3 crédits**

Sources d'énergie et classification de la conversion d'énergie; conversion directe ou conversion en énergie thermique.

Aspects thermodynamiques: énergie libre, enthalpie libre, énergie disponible d'un cycle, énergie disponible d'un système, travail utile.

Gaz réels: constantes critiques; pression, température et volume réduits; facteur de compressibilité généralisé, graphique, équation d'état de Van der Waals; enthalpie, fugacité et entropie des gaz réels, graphiques. Vapeurs: saturation, surchauffe, tables, diagramme de Mollier.

Mélanges de gaz et vapeur: règles d'Amagat et Dalton; énergie interne, enthalpie et entropie d'un mélange gaz-vapeur; rapport d'humidité, humidité relative, saturation adiabatique, point de rosée, diagramme psychrométrique.

Combustion: propriétés des combustibles, pouvoir calorifique, stœchiométrie.

Cycles à vapeur: cycle Rankine, régénération et surchauffe, rendement du cycle; l'équipement - générateurs de vapeur, surchauffeurs, économiseurs, turbines, pompes, condenseurs.

Cycles à combustion interne: cycles pour les moteurs Otto Diesel et les turbines à gaz; rendement.

Cycles renversés: réfrigération, pompes thermiques, coefficient de performance.

Conversion hydro-mécanique.

Transfert d'énergie dans les turbomachines: équation d'Euler, réaction, triangles de vitesse, règles de similitude.

Considérations écologiques.

Le cours est complété par trois séances de laboratoire portant sur les sujets suivants: chaudière à vapeur, appareil de réfrigération, tour de refroidissement.

Volume recommandé: VAN WYLEN & SONNTAG, Fundamentals of Classical Thermodynamics.

Volumes de références: LAY, Thermodynamics; CHANG, Energy Conversion.

Préalable: 230 Thermodynamique.

522 Écoulements fluides (3, 3, 3)**3 crédits**

Propriétés de transport et mécanismes moléculaires d'échange: viscosité et loi de Newton; conductivité et loi de Fourier; diffusivité et loi de Fick. Écoulement laminaire, visqueux: entre plaques planes parallèles, dans les conduites circulaires. Couche limite laminaire sur la plaque plane. Équations de Navier-Stokes pour l'écoulement laminaire. Écoulement visqueux, turbulent dans les conduites, les valves et les raccords, les contractions, etc. . .

Couche limite turbulente sur la plaque plane; profils de vitesse. Traînée et coefficient de traînée. Propagation des ondes dans un milieu élastique. Écoulement isentropique et adiabatique avec changement de section. Ondes de choc. Lignes de Fanno et Rayleigh.

Écoulements à section constante: adiabatique avec friction; sans friction et avec transfert de chaleur; isotherme.

Volumes recommandés: WELTY, WICKS, WILSON, Fundamentals of Momentum, Heat & Mass Transfer; STREETER, Fluid Mechanics.

Préalables: 230 Thermodynamique.
250 Mécanique des fluides.

524 Transmission de chaleur (3, 3, 3)

3 crédits

Différents modes de transmission de chaleur.

Conduction: régime permanent; équation de Fourier; conductivité thermique variable; corps en série; épaisseur optimum d'un calorifuge; surfaces auxiliaires et ailettes; régime transitoire; méthodes graphiques et numériques.

Radiation: lois fondamentales; corps noirs; corps réels; facteur de forme; surface réfractaire; radiation en milieu gazeux.

Convection: introduction au transfert de masse; analyse dimensionnelle; principales théories de la convection en régime laminaire et turbulent; convection naturelle; convection forcée; échangeurs de chaleur; ébullition; condensation.

Volume recommandé: WELTY, WICKS, WILSON, Fundamentals of Momentum, Heat & Mass Transfer.

Préalables: 230 Thermodynamique.
250 Mécanique des fluides.

530 Recherche opérationnelle

3 crédits

Le cours familiarisera le futur cadre aux modèles et méthodes d'analyse et de synthèse des phénomènes d'organisation.

Ce cours, accessible à tous les étudiants en génie, présente la théorie des graphes, la programmation dynamique, l'étude des files d'attente, la méthode de simulation de Monte-Carlo.

Préalable: 125 Probabilités et statistiques.

531 Planning de la production

3 crédits

Ce cours, destiné à tous les étudiants en génie, permet de solutionner les problèmes de production et de distribution en utilisant les techniques d'optimisation de la recherche opérationnelle.

Le cours traite de la prévision des ventes, la gestion des stocks, la planification de la production, l'ordonnancement des opérations et le balancement d'une chaîne de production. On y abordera aussi les problèmes de manutention.

Préalable: 125 Probabilités et statistiques.

532 Étude du travail

3 crédits

Le cours a pour but de fournir au futur ingénieur intéressé à la gestion de la production, les connaissances requises concernant la mesure et le contrôle de la productivité.

Débutant par la physiologie du travail, le cours présente ensuite l'étude des méthodes, des temps et des mouvements, l'utilisation des temps prédéterminés. On révisera aussi les plans de rémunération pour récompenser le travail et inciter le travailleur à une plus grande productivité ou à une productivité de meilleure qualité.

Préalable: 125 Probabilités et statistiques.

533 Fiabilité et maintenance

3 crédits

Le cours a pour but d'appliquer des méthodes quantitatives à la solution des problèmes de l'entretien et du renouvellement des équipements et de la machinerie.

De la définition et de la détermination de la fiabilité d'une pièce ou d'un ensemble de pièces, le cours enchaîne ensuite avec la détermination du taux de maintenance nécessaire, la planification de l'entretien systématique et l'évaluation de son coût. On y traitera des modèles de remplacement des équipements, de la machinerie et aussi des mesures à prendre pour assurer la sécurité du travailleur.

Préalable: 125 Probabilités et statistiques.

540 Vibrations mécaniques

3 crédits

Le cours tend à sensibiliser l'étudiant à l'importance des effets dynamiques sur le comportement des structures mécaniques et à leur influence sur le milieu, par exemple les bruits générés.

Ce cours, basé sur les concepts généraux acquis à l'intérieur du cours "Compléments de dynamique", amène l'étudiant à poser le modèle mathématique adéquat, à en rechercher la solution pour ensuite vérifier le résultat à partir d'essais expérimentaux sur le système physique. On progresse d'un modèle très simplifié vers des modèles plus élaborés en développant les techniques appropriées, notamment celles qui favorisent l'utilisation des calculatrices analogiques et digitales.

Préalable: 516 Compléments de dynamique.

541 Méthodes de conception

3 crédits

Les techniques modernes de calcul et de mesures permettent à l'ingénieur de réaliser ses projets par de nouvelles méthodes plus scientifiques. Ces méthodes sont utilisées de plus en plus dans l'industrie de pointe et les bureaux d'études.

Ce cours traite tout d'abord des méthodes d'optimisation des éléments et des systèmes mécaniques qui doivent satisfaire à certaines conditions physiques. Des méthodes de calcul sont ensuite présentées permettant l'évaluation de la fiabilité des éléments et des systèmes lorsque les conditions imposées relèvent de la statistique. Enfin, des algorithmes sont développés pour obtenir des solutions à l'aide de l'ordinateur.

Préalables: 514 Éléments de machines.

516 Compléments de dynamique.

543 Corrosion**2 crédits**

Le cours permettra à l'ingénieur de faire un choix judicieux de matériaux en fonction de leur environnement.

Après un exposé des différentes théories de la corrosion, diverses méthodes de protection contre la corrosion et la dégradation des matériaux sont envisagées.

Préalables: 135 Chimie physique.
240 Science des matériaux.

544. Coupe des métaux**3 crédits**

Le cours fournira à l'ingénieur responsable de la production la possibilité d'améliorer le rendement du système machine-outil-pièce.

L'exposé des différentes théories de la coupe des métaux permet d'évaluer les efforts, la puissance, la température de coupe et la durée de l'outil. Des notions de design d'outillage complètent le cours.

Préalable: 500 Mécanique technique I.
Co-requis: 507 Mécanique de fabrication.

545 Projets (0, 6, 3)**3 crédits**

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.

Seuls les étudiants qui en seront à la dernière ou avant-dernière session de leur programme pourront être acceptés dans ce cours et leur nombre sera limité selon la disponibilité des professeurs qui agiront comme directeurs de projet.

546 Étude de cas en fabrication**3 crédits**

Le cours vise à familiariser l'étudiant aux différentes disciplines de la mécanique de fabrication, sans l'obliger à suivre le cours spécialisé offert dans chaque discipline.

Les solutions apportées par l'industrie à des problèmes concrets en usinage, formage, fonderie, soudage, traitement thermique, etc., sont analysées. Des spécialistes de l'industrie sont appelés à participer au cours.

Préalable: 507 Mécanique de fabrication.

547 Mécanique expérimentale**3 crédits**

Le cours a pour but de familiariser l'étudiant aux méthodes expérimentales et aux techniques de mesure utilisées dans l'industrie mécanique. Le cours traite principalement de la mesure des déplacements et des déformations dans les solides par des méthodes optiques, électriques et mécaniques.

Il présente également des techniques de mesure des caractéristiques statiques et dynamiques des matériaux.

Préalable: 500 Mécanique technique I.

548 Travail plastique des métaux

3 crédits

Le cours vise à donner les bases nécessaires à la compréhension et à l'analyse des procédés de fabrication par déformation plastique.

À partir de notions fondamentales sur le comportement réel et idéalisé des métaux, sur la condition de plasticité et sur la loi de comportement, des solutions sont étudiées dans des cas tels que l'extrusion, l'éti-rage, le laminage, etc.

Préalable: 500 Mécanique technique I.

549 Problèmes de fonderie

3 crédits

Le cours vise à donner les connaissances nécessaires pour améliorer la qualité des pièces de fonderie.

L'analyse des problèmes de fonderie fait appel à des notions fondamentales de chimie-physique, métallurgie, transmission de chaleur et écoulement fluide. Ces notions sont ensuite appliquées à la réalisation de pièces de fonderie.

Préalable: 507 Mécanique de fabrication.

550 Moteurs à combustion interne

3 crédits

Le cours a pour but de présenter les principes de fonctionnement, de construction et de sélection des moteurs à combustion interne, et sensibiliser le futur ingénieur aux problèmes de la pollution. Le cours couvre les notions de base sur les cycles réels et offre une description générale de la carburation, injection, etc.

Préalable: 522 Écoulements fluides.

551 Machines-outils

3 crédits

Le cours permet à l'étudiant d'effectuer une étude approfondie d'un produit mécanique des plus perfectionnés.

Après une analyse des différents éléments des machines-outils, une étude du comportement dynamique est entreprise en vue de définir les conditions d'utilisation. Un projet sommaire complète ce cours.

Préalable: 514 Éléments de machines.

552 Turbomachines

3 crédits

Le cours a pour but de présenter les principes de fonctionnement, de construction et de sélection des turbomachines.

Le cours approfondit la théorie d'Euler et couvre en détail les interactions fluide-rotor. Il offre également une description générale de diffé-

rentes ondes de turbomachines, turbines, pompes, compresseurs et de leurs performances, afin de permettre à l'ingénieur d'effectuer un choix judicieux.

Préalable: 522 Écoulements fluides.

553 Commande automatique (3, 3, 3)

3 crédits

Ce cours s'adresse aux étudiants désirant approfondir leurs connaissances en analyse des systèmes. Dans une première partie, il propose une étude d'asservissements continus et débouche sur la synthèse de systèmes en régulation pneumatique.

Dans la 2e partie, on s'intéresse au traitement des commandes logiques avec, comme application, la réalisation de systèmes séquentiels et combinatoires.

Préalable: 255 Analyse des systèmes.

554 Chauffage et climatisation

3 crédits

Le cours a pour but de permettre à l'étudiant de concevoir des systèmes et d'en choisir les composants, en tenant compte de la qualité de l'environnement.

Les caractéristiques du milieu à traiter étant déterminées, les notions acquises en thermodynamique et transmission de chaleur sont ensuite utilisées dans le calcul des charges thermiques d'un local. Une étude des dispositifs de traitement de l'air, des systèmes de chauffage et de ventilation, permet la réalisation d'un projet complet.

Préalable: 524 Transmission de chaleur.

555 Énergétique

3 crédits

Le cours a pour but de sensibiliser l'étudiant aux besoins en énergie de l'homme en tenant compte des implications écologiques qu'ont les différents modes de transformation utilisés.

Le cours fait le bilan des besoins et ressources en énergie. On étudie ensuite les possibilités, limites et effets sur l'environnement des énergies nucléaire, chimique, solaire, éolienne, etc.

Préalable: 520 Conversion d'énergie.

556 Mesures en aérothermique

3 crédits

Le cours a pour but de familiariser l'étudiant à des méthodes de mesure utilisées dans l'industrie.

Le cours comporte des séances hebdomadaires de travaux pratiques portant sur la mesure des températures, pressions, vitesses et débits de fluides. Les techniques de mesure étudiées sont appliquées à différents cas en laboratoire.

Préalables: 125 Probabilités et statistiques.

524 Transmission de chaleur.

560 Séminaires et colloques**1 crédit**

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.

561 Travail plastique des métaux**3 crédits**

Comportement réel et idéalisé des métaux. Critères d'effondrement. Relation contraintes-déformations. Solutions approximatives pour les cas de symétrie axiale. Cas plan de déformation. Calcul des charges limites. Applications aux problèmes de l'extrusion, de l'étrirage, du laminage, de la forge, etc. . .

(Ce cours est orienté vers les applications pratiques de la plasticité.)

Préalables: 500 Mécanique technique I.

507 Mécanique de fabrication.

562 Techniques d'analyse et de calcul**3 crédits**

Quatre sujets parmi les sujets suivants peuvent être choisis pour constituer le programme d'un semestre.

Solutions numériques et approchées des équations différentielles.

Solutions approchées sous forme de séries de fonctions orthogonales ou non; méthodes numériques, des différences des éléments finis, itératives; erreur de troncation, stabilité.

Équations aux dérivées partielles. Équations hyperboliques, paraboliques, elliptiques; équation de la chaleur, équation d'onde; problème de Sturm-Liouville; méthodes numériques.

Calcul variationnel; condition nécessaire et suffisante caractérisant un extremum; point stationnaire de fonctions, d'intégrales avec ou sans équation de contrainte; principe de Pontryagin et programmation dynamique.

Analyse tensorielle. Coordonnées généralisées, tenseur métrique, transformation d'expressions différentielles.

Méthodes analytiques et numériques d'optimisation. Méthodes directes, gradient, "steepest ascent, penalty function", multiplicateur de Lagrange, équations de contraintes.

Calcul opérationnel.

Préalable: 271 Méthodes numériques et analogiques.

563 Mécanique des machines-outils**2 crédits**

Classification: commande, chaînes cinématiques, bâti. Choix des vitesses et avances: machines-outils générale et spéciale, automatique, transfert, à commande numérique. Étude de la stabilité des machines. Essais statique, pratique et dynamique. Projet sommaire d'étude d'un élément.

Préalable: 551 Machines-outils.

564 Dynamique**4 crédits**

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 liaisons: équations de liaison. Coordonnées et forces généralisées. Équations d'équilibre en coordonnées généralisées. Équations de Lagrange. Principe d'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.

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

Préalable: 540 Vibrations mécaniques.

565 Cinématique**2 crédits**

Études géométriques et analytiques des déplacements et mouvements. Composition et résolution. Éléments de géométrie infinitésimale.

Étude des surfaces hélicoïdales. Les enveloppes: caractéristiques d'une surface dans un mouvement donné. Application aux surfaces usinées, détermination des formes des outils: fraisage hélicoïdal, vis sans fin, engrenages etc...

Préalables: 507 Mécanique de fabrication.

512 Théorie des machines.

566 Plasticité appliquée**3 crédits**

Conditions de plasticité; relation générale contrainte-déformation: loi de Prandtl-Reuss et Levy-Von Mises. Le potentiel plastique. Théorème de charges limites. Méthodes des caractéristiques pour solution des problèmes, plans de déformations, solutions numériques. Problèmes bidimensionnels en régimes permanents et transitoires.

La plasticité anisotropique.

(Ce cours est orienté vers les aspects fondamentaux de la plasticité.)

Préalable: 271 Méthodes numériques et analogiques.

567 Analyse de problème de fonderie**2 crédits**

Solidification des métaux: contraction et contraintes thermiques.

Solidification des métaux purs et alliages. Temps de solidification. Écoulement de la phase liquide dans le moule. Taux de coulée. Fusion: équilibre gaz-liquide, équilibre laitier-liquide. Préparation du moule, propriété du sable. Essais de la pièce coulée.

569 Application d'analyse matricielle II**3 crédits**

Introduction au principe de la discrétisation des systèmes continus, matrice de transfert; dérivation des matrices de transfert et méthodes numériques; assemblage de systèmes complexes. Méthode des éléments

finis; théorèmes de l'énergie, équations de l'élasticité, raideur. Méthode des déplacements, flexibilité, méthode des forces, matrices de masse et d'inertie. Application de la méthode des éléments finis dans plusieurs problèmes linéaires ou non linéaires.

Préalable: 271 Méthodes numériques et analogiques.

570 Mécanique des milieux déformables

3 crédits

Introduction aux mathématiques des transformations linéaires: calcul différentiel des fonctions vectorielles; invariants et fonctions tensorielles isotropes.

Étude générale de la cinématique des corps continus déformables; taux de déformation et de rotation; principes physiques de la mécanique des milieux continus. Conservation de la masse, loi d'Euler, conservation de l'énergie, entropie.

Principes relatifs aux équations de comportement des matériaux.

Matériaux simples, corps classiques, thermo-élasticité; fluides non newtoniens, visco-élastiques. Élasticité du caoutchouc.

Préalable: 500 Mécanique technique I.

Co-requis: 271 Méthodes numériques et analogiques.

571 Étude spécialisée

3 crédits

Enseignement touchant un secteur d'intérêt particulier dans un domaine de spécialisation choisie.

572 Rhéologie

3 crédits

Objectif: présenter une série d'exposés sur divers aspects importants de la Rhéologie, pouvant inclure, suivant les besoins des étudiants, de courts exposés de la théorie classique de l'élasticité et de la plasticité.

Équations de comportement des solides dans l'état élastique, plastique, visco-élastique. Étude des modèles et de leurs limitations inhérentes.

Comportement des corps visco-élastiques linéaires soumis à divers modes de sollicitations quasi statiques et dynamiques. Propagation d'ondes dans les corps visco-élastiques.

Rhéologie des caoutchoucs et polymères à longue chaîne moléculaire. Résultats théoriques de la mécanique statistique. Descriptions des propriétés physiques de ces corps, et équations de comportement.

Fluage des métaux. Étude des différents modes de déformation et des lois mathématiques tirées des courbes de fluage.

Rhéologie des liquides non newtoniens. Équations de comportement basées sur les tenseurs de vitesse de déformation, leurs invariants, l'énergie de déformation, etc. . . Exemples de types simples de sollicitation et d'écoulement. Différentiel de contrainte normale dans les liquides.

Co-requis: 271 Méthodes numériques et analogiques.

574 Vibration II

4 crédits

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 et Galerkin et de Myklestad; emploi du calcul matriciel.

Préalables: 540 Vibrations mécaniques.

271 Méthodes numériques et analogiques.

575 Mathématiques appliquées

3 crédits

Introduction à l'algèbre matricielle; opération algébrique, ordre et rang de matrice, matrice réelle et complexe.

Transformations: définition, équations linéaires, différents types de tenseurs, matrices équivalentes, matrices de notation, notation indicelle.

Espace des vecteurs, transformation linéaire, définition des espaces à n -dimensions, dépendance linéaire des vecteurs, orthogonalisation des espaces de vecteurs, espaces de fonction, vecteurs de l'espace dual.

Problème de valeurs propres; équation de vecteurs propres, le polynôme $p(A)$, détermination de valeurs propres et vecteurs propres, de problème général des valeurs propres, la matrice modale, la matrice spectrale, la forme quadratique.

Fonctions des matrices; polynome de matrices, théorème de Cayley-Hamilton, la fonction expérimentielle.

Équations différentielles matricielles; équations de premier ordre, équation homogène et non homogène, solutions numériques. Applications; analyse de systèmes, problèmes de stabilité et problèmes de probabilités.

578 Vibrations III

4 crédits

Étude de processus aléatoires, 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. Application de la mécanique non linéaires aux vibrations.

Préalables: 461 Systèmes non linéaires.

574 Vibrations II.

580 Écoulements dans les organes de commande

4 crédits

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. Rattachement 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.

Préalable: 526 Commande automatique.

581 Thermodynamique avancée**3 crédits**

Relations thermodynamiques: relation cyclique pour un fluide homogène, coefficients calorimétriques d'un fluide pur, dérivés en utilisant la première loi; coefficients élastiques et de compressibilité; fonctions potentielles thermodynamiques; relations de Maxwell, relations différentielles pour les coefficients calorimétriques, l'enthalpie, l'énergie interne et l'entropie.

Mécanique statistique: état macroscopique, microscopique et probabilité; interprétation statistique de l'entropie; troisième loi de la thermodynamique, coefficients calorimétriques au zéro absolu, autres applications; statistique de Maxwell-Boltzmann, Bose-Einstein et Fermi-Dirac; équilibre thermodynamique.

Théorie cinétique: coefficients calorimétriques et équipartition de l'énergie, distribution des vitesses et énergie cinétique; vitesse moyenne, vitesse quadratique moyenne, vitesse la plus probable; viscosité, conductibilité et diffusion d'un gaz.

Thermodynamique des phénomènes irréversibles: production d'entropie, lois phénoménologiques.

Thermodynamique de systèmes spéciaux: matériaux ferromagnétiques, transformation et cycles thermomagnétiques; radiation, loi de Stefan-Boltzmann, loi de Planck.

Préalable: 510 Conversion d'énergie.

Co-requis: 271 Méthodes numériques et analogiques.

582 Transmission de chaleur avancée**3 crédits**

Conduction: loi générale de la conduction, conduction en régime non permanent. Régime transitoire, choc thermique, régime périodique, résolution numérique.

Convection forcée en régime laminaire: couche limite, analyse de Kármán et Palhausen, analogie de Reynolds, condition de Poiseuille et Couette, tube cylindrique.

Convection forcée en régime turbulent: mécanisme, équations de continuité, du mouvement et de l'énergie. Diffusivité turbulente, longueur de mélange, nombre de Stanton sur plaque plane et dans un tube cylindrique.

Convection naturelle: similitude, transition, critère de transition, convection mixte.

Moyens d'essais et instrumentation: température, pression, vitesse.

Préalable: 524 Transmission de chaleur.

583 Aérodynamique**3 crédits**

Équations fondamentales pour un fluide compressible, non visqueux: continuité, Fuller, énergie. Coordonnées naturelles. Théorème de Crocco. Circulation et rotation. Transformations conformes.

Équations acoustiques. Ondes sonores; vitesse du son; ondes isentropiques; choc normal et choc oblique; choc de Mach; expansion; fonction de Prandte-Meyer; réflexion et intersection de chocs obliques; théorie des profils en deux dimensions.

Règles de similitude pour les écoulements permanents subsoniques, transsoniques, supersoniques et hypersoniques.

Aile en écoulement incompressible; polaire Eiffel; centre de poussée; phénomènes physiques aux faibles nombres de Mach; étude de la traînée de profil et du coefficient de profil maximum; aile en écoulement subsonique compressible et en écoulement supersonique.

Théorie des hélices et des turbines éoliennes; fonctionnement aérodynamique; coefficients caractéristiques; théorie de Fronde; champ autour d'une hélice; résultats généraux; influence des paramètres.

Effets de la viscosité et de la conductivité thermique.

Préalable: 522 Écoulements fluides.

584 Compléments de mécanique des fluides 3 crédits

Forme générale des équations fondamentales; cas particulier du fluide incompressible à propriété constantes. Principe de similitude; transfert de la vorticité. Solutions exactes en régime permanent. Solutions exactes en régime transitoire.

Étude du phénomène des vagues pour un fluide incompressible; théorie des petites amplitudes; vagues dans des domaines de petite profondeur. Théorie des écoulements lents.

Théorie de la couche limite laminaire; solutions similaires des équations de la couche limite. Contrôle de la couche limite. Écoulement turbulent.

Préalable: 522 Écoulements fluides.

Co-requis: 271 Méthodes numériques et analogiques.

601 Phénomènes d'échanges I (3, 3, 3) 3 crédits

Loi de Newton: définition de la viscosité; unités. Loi de Fourier: conductivité thermique; unités. Loi de Fick: diffusivité; unités. Comparaison des trois transferts. Ordre de grandeur des propriétés de transport des fluides usuels.

Écoulement laminaire: profil de vitesse; loi de Poiseuille. Conduction thermique: profil de température. Diffusion massique: profil de concentration. Problèmes simples. Notions de convection naturelle et forcée. Équation de continuité, de conservation d'énergie et de masse. Équation de Navier-Stokes. Hypothèses de simplification des équations de transfert. Systèmes en coordonnées cylindriques et sphériques; analyse dimensionnelle.

Systèmes modelés par des équations différentielles partielles: formulation mathématique de situations données; notion de couche limite. Conduction à l'état de régime: solution par séparation de variables, par analogie et par analyse numérique. Surfaces à ailettes. Conduction à l'état transitoire: solution par méthodes analytiques, numériques et graphiques (Schmidt). Problèmes de conduction avec convection de frontières.

Le cours comporte les travaux de laboratoire suivants: 1) mesure de la viscosité de liquides newtoniens et rhéogramme d'un liquide non new-

tonien; 2) mesure de la conductivité thermique d'un solide; 3) mesure de la diffusivité d'un gaz; 4) profil de température dans un solide; 5) profil de concentration dans un film stagnant.

Préalables: 111 Équations différentielles.
230 Thermodynamique.

602 Phénomènes d'échanges II (3, 3, 3)

3 crédits

Écoulement turbulent: profil de vitesse, équation de Blasius; profil de température; profil de concentration; modifications aux équations de changement.

Écoulement compressible mono-dimensionnel.

Définitions: facteur de friction; coefficients de transmission de chaleur et de transfert de masse.

Radiation: lois fondamentales de Stefan, Wien, Lambert; surfaces idéales; facteurs de forme; surfaces réelles et réfractaires; radiation des gaz; transfert simultané, conduction, convection, radiation.

Calcul des échangeurs de chaleur: méthode de LMTD; méthode NTU. Le cours comporte les travaux de laboratoire suivants: 1) mesure du coefficient de transmission de chaleur pour la convection naturelle et forcée; 2) étude de la mise en régime thermique d'un volume liquide; 3) mesure du coefficient de transfert de masse dans une colonne à paroi mouillée; 4) mesure du coefficient de transfert de masse dans un extracteur à gouttes.

Préalable: 601 Phénomènes d'échanges I.

603 Opérations unitaires I (3, 3, 3)

3 crédits

Principes généraux: état stationnaire, équilibre et force motrice. Définition de phase, relations d'équilibre entre deux phases. Diagrammes température-composition et diagrammes d'équilibre. Diagrammes enthalpie-composition et diagrammes ternaires. Leurs représentations. Analyse globale des opérations unitaires en tant que mélange et séparation de phases avec transfert d'un composant entre les phases. Définition de plateau théorique. Bilans massiques et d'énergie pour un plateau théorique.

Séparation dans les colonnes à plateaux:

- étude des opérations en contrecourant: bilans et calculs pour les systèmes vapeur-liquide, liquide-liquide, gaz-solide, liquide-solide;
- variables opérationnelles et leur influence sur les séparations;
- étude des opérations en contrecourant avec reflux: bilans et calculs. Notion de "flux-net". Notion de reflux minimum, total et partiel. Courants intermédiaires: mode de calcul;
- calculs simplifiés dans les colonnes à plateaux. Définition de ligne d'opération et son calcul dans les cas d'opérations en contrecourant simple et avec reflux. Méthode de McCabe - Thiele. Variables opérationnelles. Courants intermédiaires. Interdépendance de la ligne d'opération et le "flux net";

- efficacité d'un plateau réel. Définitions. Influence de l'efficacité sur le calcul du nombre de plateaux;
- distillation différentielle et distillation en discontinu. Bilans et calculs;
- distillation azéotrope et distillation extractive. Calculs;
- systèmes à multicomposants.

Le cours comporte des travaux pratiques portant sur les sujets suivants: diagrammes d'équilibre pour un système ternaire, extraction liquide-liquide dans un mélangeur-décanteur et dans une colonne pulsée.

Préalables: 135 Chimie physique.
601 Phénomènes d'échanges I.

604 Opérations unitaires II (3, 3, 3) 3 crédits

Nombres sans dimension: définition, signification et utilité.

Transfert de masse à travers une interphase. Coefficients de transfert: théorie du double film, du film contrôlant et du coefficient global.

Opérations unitaires en colonnes garnies: distillation, absorption et adsorption. Équations de dessin. Corrélations pour les coefficients de transfert en phase liquide et en phase gazeuse. Notion d'unité de transfert et hauteur d'une unité de transfert. Méthodes de calcul de la hauteur d'une colonne.

Transfert simultané de masse et de chaleur: humidification, déshumidification et séchage. Évaporation et cristallisation.

Transfert d'impulse et ses applications: agitation, séparation de phases basée sur la mécanique des fluides: filtration, centrifugation et sédimentation.

Le cours comporte des travaux de laboratoire portant sur les sujets suivants: distillation, absorption, évaporation, humidification et filtration.

Préalables: 602 Phénomènes d'échanges II.
603 Opérations unitaires I.

605 Thermodynamique chimique (3, 3, 3) 3 crédits

Revue de la première loi de la thermodynamique. Relations P-V-T. Effets thermiques. Deuxième loi de la thermodynamique. Propriétés thermodynamiques des fluides.

Équilibre des phases. Critères d'équilibre. Concept de fugacité. Calcul des fugacités dans les mélanges gazeux: loi de Lewis, équation du viriel et extension aux mélanges.

Calcul des fugacités dans les mélanges liquides: solutions idéales; activité et coefficient d'activité; pression partielle à partir des données expérimentales; équations de Gibbs-Duhem. Équilibres vapeur-liquide, liquide-liquide, vapeur-solide et liquide-solide.

Équilibres chimiques: revue des critères d'équilibre; influence de la température et de la pression sur la constante d'équilibre; évaluation en phase gazeuse; réaction en phase liquide; réaction hétérogène.

Préalable: 135 Chimie physique.

607. Calcul des réacteurs (3, 3, 3)**3 crédits**

Réacteurs à opération continue, discontinue et semi-continue. Caractéristiques extrêmes de mélange: milieu réactif parfaitement agité ou s'écoulant en régime piston.

Modèles mathématiques des réacteurs de type réservoir et tubulaire.

Opération en phase liquide et gazeuse. Opération adiabatique et isotherme. Transmission de chaleur.

Calcul et conception de réacteurs pour des écoulements non-idéaux. Modèles paramétriques et statistiques des réacteurs réels.

Calcul et conception de réacteurs pour des milieux réactifs hétérogènes. Réacteurs catalytiques.

Préalable: 616 Cinétique.

609 Design (3, 0, 6)**3 crédits**

Considérations générales du développement des projets. Diagramme d'écoulement, bilans de matière et d'énergie. Dimension des appareils — colonnes à plateaux et garnies, échangeurs de chaleur, réacteurs etc... Design optimum. Réalisations techniques et économiques du procédé choisi par l'étudiant.

Préalables: 604 Opérations unitaires II.

607 Calcul des réacteurs.

617 Rentabilité des procédés.

610 Contrôle**3 crédits**

Ce cours vise à présenter les principes fondamentaux de la contre-réaction et des techniques classiques de la régulation, et aussi les techniques industrielles d'identification.

Le contenu porte sur la présentation des différents modes de contrôle, des différents types de contrôleur, des techniques de stabilité et de design. Le cours comprend des calculs reliés à des systèmes industriels.

Préalable: 255 Analyse de systèmes.

611 Écologie, pollution et simulation**3 crédits**

Ce cours introduit dans le domaine de l'écologie les techniques modernes de modelage et de simulation digitale et analogique. Dynamique de divers types de population dans un milieu à ressources limitées. Source de pollution ponctuelle et linéaire et dispersion des fumées et des gaz. Dynamique de pollution dans les bassins et cours d'eau.

Modelage et prédiction des profils de pollution.

Pollution thermique. Réaction avec le milieu et ré-aération naturelle.

Fonte des neiges contaminées. Propagation des huiles accidentellement répandues à la surface des mers.

Modelage d'écosystèmes. Schéma du comportement dynamique et modèles compartimentés. Utilisation des langages de simulation CSMP et DYNAMO.

Des projets et séances de laboratoire supportent la matière vue au cours.

Préalables: 205 Calcul numérique et programmation.

255 Analyse des systèmes.

613 Traitement des eaux**3 crédits**

Le traitement des eaux usées est d'une très grande importance et le cours est destiné aux étudiants intéressés au domaine de l'environnement.

Le cours couvre les critères définissant la qualité de l'eau comme les demandes en oxygène, les solides en suspension et il porte aussi sur les traitements primaire et secondaire appliqués aux eaux usées.

Préalable: 135 Chimie physique.

614 Pollution de l'air**3 crédits**

Ce cours combine les opérations unitaires en génie chimique et les méthodes de catalyse hétérogène dans le traitement des effluents gazeux. Deux problèmes tout à fait différents sont présents dans la pollution de l'air: les impuretés gazeuses et les particules solides en suspension. Les premières requièrent les méthodes de traitement basées sur le transfert de masse ou transformation par réaction catalytique. Quant à la séparation des matériaux en suspension, on utilise des mécanismes gravitationnels, inertiels, électrostatiques, acoustiques ou physico-chimiques.

Une étude détaillée des principes fondamentaux de chaque opération sera suivie du développement des modèles mathématiques à base des équations de transfert, afin d'évaluer la performance des unités opérationnelles.

Dans le cours on considère aussi les méthodes d'analyse des effluents gazeux pour déterminer leur contenu en impuretés et en particules solides dispersées.

On peut prévoir des laboratoires en absorption et en adsorption et avec des cyclones.

Préalables: 603 Opérations unitaires I.

616 Cinétique.

615 Simulation des procédés industriels**3 crédits****Régime permanent**

Introduction à l'approche modulaire. Représentation digitale compacte des diagrammes d'écoulement et d'information. Matrice du procédé, matrice écoulement et matrice équipement.

Identification des séquences de calcul à l'aide des matrices de connexion, matrice adjacente et matrice des cycles. Circuits sériels et de recyclage.

Promoteur de convergence. Approche séquentielle et simultanée. Programme exécutif GEMCS de type PACER. Blocs modulaires et modèles des unités industrielles. Simulation digitale de procédés industriels.

Régime transitoire

Approche mathématique. Programmes exécutifs DYNYSYS et DYFLOW. Intégration numérique et codes d'utilisation. Applicabilité. Blocs modulaires différentiels, algébriques et avec délais purs. Éléments de contrôle. Perturbations.

Exemples illustratifs de simulation dynamique de procédés existants.

Des projets de groupe et individuels supportent la matière vue au cours.

Préalables: 205 Calcul numérique et programmation.

255 Analyse des systèmes.

616 Cinétique (2, 2, 2)**2 crédits**

Définition du taux de réaction et de la conversion.

Types de réaction: homogène et hétérogène; simultanée, consécutive et parallèle; endothermique et exothermique.

Constantes de réaction et relation d'Arrhénius. Mécanismes de réaction. Détermination expérimentale des mécanismes de réaction et des vitesses de réaction.

Préalable: 605 Thermodynamique chimique.

617 Rentabilité des procédés (2, 0, 4)**2 crédits**

Estimation des coûts des constituants d'une usine: capital fixe, fonds de roulement, coût total d'investissement, coût de production.

Indices des coûts. Intérêts composés. Valeur présente. Annuités et perpétuités. Impôts et assurances. Profitabilité d'un projet — retour sur investissement par la méthode D.C.F. etc. . . Optimisation des procédés — équations des coûts variables. Choix entre les alternatives, coût différentiel.

Préalable: aucun.

650 Chimie analytique (2, 3, 4)**3 crédits**

Théorie des réactions d'équilibre acide-base et d'oxydo-réduction.

Titrimétrie par précipitation, formation de complexes.

But, importance et choix des méthodes analytiques.

Ce cours comporte des séances hebdomadaires de laboratoire.

Volume recommandé: FISHER & PETERS, Quantitative Chemical Analysis.

Préalable: aucun.

651 Chimie instrumentale (2, 3, 4)**3 crédits**

Science de l'instrumentation.

Méthodes optométriques: photométrie par absorption; photométrie par diffusion; réfractométrie, polarimétrie.

Méthodes électrométriques: chromatographie en phase gazeuse; polarographie; ampérométrie; conductométrie.

Ce cours comporte des séances hebdomadaires de laboratoire.

Volumes recommandés: H. A. STROBEL, Les méthodes physiques en chimie; H. H. WILLARD & AL, Instrumental Methods of Analysis.

Préalable: 650 Chimie analytique.

653 Chimie organique II (2, 3, 4)**3 crédits**

Réactions en chimie organique. Introduction aux mécanismes de substitution, addition et élimination. Conformation des molécules.

Ce cours comporte des séances de laboratoire aux deux semaines.

Volume recommandé: J. D. ROBERTS et M. CASERIO, Chimie organique moderne.

Préalable: 654 Chimie organique I.

654 Chimie organique I (2, 0, 4) 2 crédits

Structure, identification et nomenclature des substances organiques.

Liaison dans les molécules organiques, orbitales, atomiques; hybridation des orbitales de liaison.

Étude des fonctions principales de la chimie organique.

Effets électroniques, résonance et isométrie.

Volume recommandé: J. D. ROBERTS et M. CASERIO, Chimie organique moderne.

Préalable: aucun.

660 Traitement des eaux polluées 3 crédits

Identification des sources ainsi que des types de déchets industriels contribuant à la pollution des eaux, étude des opérations unitaires des principales méthodes employées pour le traitement des eaux polluées. Méthodes standards de traitement, les procédés de traitement avancé et en voie de développement.

Préalable: 604 Opérations unitaires II.

670 Dynamique des processus continus 3 crédits

Identification expérimentale de processus chimiques par les méthodes de l'impulsion et de l'échelon. Régression non-linéaire par la méthode de Lawand Bailey. Méthode des moments. Stabilité des réacteurs avec réactions exothermiques. Étude des réacteurs type réservoir et tubulaire. Critères de conception. Système à paramètres distribués et contrôle. Condition d'oscillation. Contrôle à action anticipé. Description et analyse de ses caractéristiques. Discussion de son utilisation.

Préalable: 610 Contrôle.

672 Simulation des procédés industriels 3 crédits

Cours comportant la même description que le cours à option 615 mais supporté pour les participants inscrits à un programme de 2e ou 3e cycle par des travaux complémentaires ou projets d'envergure faisant souvent appel à la littérature scientifique courante.

Les participants de ce cours ne devront pas avoir été déjà inscrits au cours 615 ni en avoir reçu les crédits.

Préalables: mêmes que ceux du cours 615 ou l'équivalent.

673 Écologie, pollution et simulation 3 crédits

Cours comportant la même description que le cours à option 611 mais supporté pour les participants inscrits à un programme de 2e ou 3e cycle par des travaux complémentaires ou projets d'envergure faisant souvent appel à la littérature scientifique courante.

Les participants de ce cours ne devront pas avoir été déjà inscrits au cours 611 ni en avoir reçu les crédits.

Préalable: 255 Analyse de systèmes.

674 Pollution de l'air

3 crédits

Cours comportant la même description que le cours à option 614 mais supporté pour les participants inscrits à un programme de 2e ou 3e cycle par des travaux complémentaires ou projets d'envergure faisant souvent appel à la littérature scientifique courante.

Les participants de ce cours ne devront pas avoir été déjà inscrits au cours 614 ni en avoir reçu les crédits.

Préalable: 135 Chimie physique.

675 Planification statistique des essais

3 crédits

1) Revue des quantités statistiques: distribution, mesures centrales, mesures de dispersion, limites de confiance. Régression. Relation fonctionnelle. Analyse de la variance. Introduction à la planification des expériences industrielles. "Designs" simples: factoriel, carré latin. Applications. 2) Cette deuxième partie est donnée par un professeur invité possédant expérience industrielle dans le domaine et porte sur l'application des méthodes de design statistique à des problèmes d'actualité.

Préalable: 125 Probabilités et statistiques.

695 Adsorption et catalyse hétérogène

3 crédits

Caractérisation des systèmes réactifs. Phénomènes d'adsorption: énergie, isothermes et taux. Caractérisation des catalyseurs. Catalyse et étude des réseaux réactifs. Diffusion et réaction dans les catalyseurs poreux. Analyse des données expérimentales de la cinétique et discussion de réactions catalytiques industrielles importantes.

Préalable: 607 Calcul des réacteurs.

693 Fluidisation

3 crédits

Introduction historique. Exemple d'application industrielle. Caractérisation des petites particules. Écoulement autour des petites particules. Rhéologie des poudres.

Écoulement des poudres non fluidisées. Étude de l'écoulement dans les silos. Techniques de dessin des silos. Écoulement dans les couches fixes nécessaire à la compréhension de la fluidisation particulaire.

Fluidisation particulaire et fluidisation agrégative.

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

Transport pneumatique en phase diluée et en phase dense. Application au dessin des unités fluidisées. Transport horizontal. Transport vertical. Application à l'entraînement dans les lits fluidisés. Récupération des particules, théorie et pratiques des cyclones. Transfert de chaleur dans les lits fluidisés.

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

Préalables: 250 Mécanique des fluides.

602 Phénomènes d'échanges II.

810 Principes d'administration**(ADM 1003) 3 crédits**

Préambule: origine de la notion d'organisation dans les entreprises; évolution chronologique de la théorie administrative; analyse des tendances actuelles dans le domaine de l'administration; étude des aspects fonctionnels de l'entreprise.

Planification: objectifs et points de repère: politiques administratives à court et à long terme; principaux handicaps à la planification.

Organisation: étude des structures administratives; organigrammes; départementalisation; relations entre le personnel des fonctions-conseil (staff) et des fonctions hiérarchiques (line). Les comités et leur utilité. Composition du conseil d'administration d'une entreprise.

Direction: problèmes de communication et conflits d'objectifs; réseaux de communication efficaces; importance du leadership dans l'entreprise.

Contrôle: établissement de standards; atténuation des déviations; techniques récentes de contrôle; Méthode ZD, procédé PERT et autres.

Préalable: aucun.

815 Économie de l'entreprise**3 crédits**

Le but de ce cours est d'initier les étudiants au processus décisionnel relatif à la gestion économique de l'entreprise. L'accent est mis sur les moyens analytiques et leur rôle dans la prise de décision. À ces fins, plusieurs sujets sont traités: profits, coûts, production, analyse de la demande, budget d'investissement, modèle économétrique de l'entreprise et modèle de précision.

Préalable: aucun.

820 Comptabilité de gestion**3 crédits**

L'utilité des états financiers. Étude des postulats et principes comptables. Définition des actifs, passifs et avoir. Équation comptable. Étude des postes de bilan, de l'état de revenus et dépenses et de bénéfices réinvestis. Utilisation de l'information comptable dans l'élaboration des décisions: analyse de profitogramme en fonction des éléments de la structure des coûts. Utilité de prix de revient dans la prise de décision. Préparation de rapports à la direction.

Préalable: aucun.

825 Marketing**3 crédits**

Ce cours vise à: sensibiliser l'étudiant au rôle du marketing; démontrer l'utilité des différentes constituantes du marketing mix; démontrer l'interdépendance des diverses variables de la distribution; sensibiliser l'étudiant aux techniques d'analyse du système de distribution physique. Les sujets traités à l'intérieur du cours sont explicités à l'aide de projections de films, d'études de cas pratiques et d'analyses d'exemples appropriés.

Préalable: aucun.

900 Technologie et civilisation (1, 2, 6)**3 crédits**

Cours d'humanités visant à donner à l'étudiant conscience du rôle historique de la technologie dans l'évolution des sociétés occidentales, à

le sensibiliser aux dangers qui menacent la société par suite de l'usage irrationnel de la technologie et à lui faire entrevoir les espoirs de solutions à ces problèmes.

Histoire parallèle des civilisations occidentales et de la technologie, avec appui sur l'époque écoulée depuis les débuts de l'ère industrielle.

Étude des problèmes technologiques de la société contemporaine: pollution, développement urbain, sécurité routière, automation, armement, nutrition et développement des pays du tiers-monde.

Ce cours comporte la préparation de travaux individuels et des discussions de groupes sous forme de séminaires.

Préalable: aucun.

910 Macro-économie (3, 0, 6)

3 crédits

Introduction. Concepts économiques fondamentaux. Problèmes fondamentaux de toute société économique. Fonctionnement d'un système "mixte" d'initiative capitaliste. L'offre et la demande schématisées.

Revenu national. Éléments de comptabilité à l'usage des économistes. Revenu national et produit national. Épargne, consommation et investissement. La théorie de la détermination du revenu. Cycles et prévisions économiques. Prix et monnaie. Les bases du système bancaire et de la création des dépôts. Politique monétaire des banques centrales - synthèse de l'analyse monétaire et de l'analyse du revenu national. Politique financière et plein emploi sans inflation.

Relations économiques internationales. La balance des paiements internationaux. Commerce international et théorie des avantages comparés. Protection douanière ou libre échange: le point de vue de l'économiste. Problèmes courants d'économie internationale.

Problèmes économiques récents. Problèmes de croissance et de développement économique. Problèmes de croissance et de stabilité des prix dans une économie avancée.

Volume recommandé: SAMUELSON, Economics.

Préalable: aucun.

912 Micro-économie (3, 0, 6)

3 crédits

Composition de la production nationale et la formation de ses prix: détermination des prix par l'offre et la demande. La théorie de la demande et de l'utilité. Coût et offre - l'offre et la demande agricoles. Équilibre de la firme: dépenses et recettes. Types et cas de concurrence imparfaite. Répartition du revenu: formation des prix des facteurs de production. Théorie de la production et des produits marginaux. Formation des prix des facteurs de production. Salaires concurrentiels et marchandages collectifs. Intérêt et capital. Profits et stimulants.

Systèmes économiques alternatifs: capitalisme, dirigisme, socialisme, communisme marxiste.

Volume recommandé: SAMUELSON, Economics.

Préalable: aucun.

921 Sciences humaines I**3 crédits**

Le but de ce cours est de mettre l'étudiant en contact avec les problèmes humains liés à l'exercice de sa future profession d'ingénieur. L'étudiant choisit un sujet en sciences humaines, suggéré ou approuvé par les responsables du cours, et en fait une étude (individuelle ou en groupe) sous la direction du chef de projet. En très grande majorité, ces derniers sont des professeurs appartenant à d'autres facultés, assurant ainsi l'encadrement pluridisciplinaire souhaité.

922 Sciences humaines II**3 crédits**

Voir Sciences humaines I.

931 Histoire de la méthodologie scientifique**3 crédits**

Naissance de la science dans une société aristocratique. Scission entre l'expérimental et le théorique. Perfection de la géométrie, de la logique, de l'astronomie. . .

Les invasions. Magie, alchimie, religions. La scolastique.

Dans une société qui se bouleverse, l'expérimental retrouve ses droits. Les ingénieurs de la Renaissance et la science. Kepler, Galilée et Newton. Vue d'ensemble et apport des mathématiques.

Le positivisme: Auguste Comte. L'influence de la technologie. L'art de la mesure. L'historicisme et la naissance des sciences humaines.

Crises du début XXe siècle. Solutions de ces crises: Cantor, Russel, Einstein. Le positivisme logique et l'opérationalisme. La méthodologie en sciences de l'homme: G.-G. Granger.

933 Histoire économique du Canada, 1850-1940**3 crédits**

Objectifs. Les institutions et les structures économiques canadiennes se sont élaborées lentement et parfois péniblement. Nous allons tenter de retracer leur naissance et leur évolution et de dégager les mécanismes fondamentaux qui expliquent leur nature actuelle. L'étude de ces mécanismes permettra, d'une part, de mieux comprendre les caractéristiques présentes de ces institutions et structures et, d'autre part, de les situer dans une perspective à la fois de changement et de continuité.

Introduction. L'histoire, l'histoire économique et l'histoire économique canadienne; les lignes de forces de l'économie canadienne d'avant 1850. L'entrée du Canada dans l'ère industrielle, 1850-1920. Conjoncture et développement général de l'économie; population, immigration et colonisation; les politiques économiques et commerciales; les transports; les institutions financières; les grands secteurs d'activité économique; l'apport étranger dans le développement économique; la première guerre mondiale.

Vers une maturation de l'économie canadienne, 1920-40. Les transformations et l'expansion des années 1920-1929; l'économie canadienne en crise 1930-1940.

Conclusion. Deux problèmes permanents de l'économie canadienne: les écarts régionaux et le contrôle étranger de l'économie.

935 Aménagement régional**3 crédits**

Interrelation des activités humaines, économiques et sociales et de l'environnement dans l'espace régional.

Les lois qui régissent les localisations, la formation des réseaux de localités, les flux et les répercussions spatiales de l'utilisation des ressources et de la pollution sur le peuplement.

Les méthodes d'intervention dans les processus régionaux et leur application en régime planifié et en économie libérale.

Préalable: aucun.

936 Introduction à l'économie régionale**3 crédits**

Introduction: problèmes fondamentaux de chaque société économique. Fonctionnement de l'économie mixte. Offre et demande. Production; aspect technologique et économique. Production. Distribution du revenu parmi les facteurs de production. Localisation d'un producteur individuel dans une région. Structure régionale. La localisation industrielle. Utilisation du sol. Activité économique dans une région. Revenu régional. La croissance économique d'une région.

941 Société industrielle**3 crédits**

Réflexion sur les composantes socioculturelles de la société technologique et prospective sur la société de demain.

Partie explicative historique portant sur le développement de la société industrielle.

Société actuelle et future: étude de certains mouvements de contre-culture (hippies, la commune, contestations, attitude face au travail, politiques sociales, etc. . .).

Travail pratique sur un problème contemporain: étude d'un phénomène social choisi par l'étudiant (ou équipe).

945 Psychosociologie de l'organisation**3 crédits**

L'objectif essentiel de ce cours est que l'étudiant puisse acquérir un savoir de plus en plus personnalisé et une souplesse intellectuelle lui permettant de comprendre les phénomènes psycho-sociaux les plus importants dans la vie d'une organisation.

Thèmes: qu'est-ce qu'une organisation?; trois conceptions du management: O.S.T., Human Relations, organisation comme système social; autorité, contrôle organisationnel, la participation, le changement et sa conduite, niveaux de conflits, quelques phénomènes "pathologiques" (dépendance affective, agression, aliénation industrielle. . .).

CIV 2513* Géochimie des phénomènes de surface**3 unités**

Étude de l'application des lois de base de la chimie aux phénomènes géologiques prenant place dans les sols et autres surfaces immédiates.

Études des équilibres, des systèmes acides-bases, de l'intempérisme, de la chimie structurale des composés inorganiques naturels des argiles et des sols.

* Cours dispensé dans le cadre du programme de baccalauréat ès arts, option géographie physique.

CIV 2523* Géologie structurale 3 unités

Cours d'introduction sur les principes de base de la géologie structurale. Théorie des contraintes de formation et rupture. Plissements et faillage. Eléments de tectonique. Étude de bandes orogéniques principales. Exemple de diastrophisme moderne. Carte structurale et sections - projections géométriques.

CIV 2531* Minéralogie - Pétrologie 1 unité

Cours - laboratoire en minéralogie incluant de la cristallographie, de la minéralogie physique et chimique et de l'identification. Identification des principaux types de roches.

CIV 2543* Géophysique appliquée 3 unités

Cours et essais sur le terrain en vue de familiariser l'étudiant avec les méthodes de résistivité et de sismologie par réfraction. Résistivité: méthode des équipotentiels, arrangement de Wenner - profilage et sondage.

Méthode d'interprétation. Sismologie: interface simple et en pente. Ces de couches multiples. Détermination des structures. Corrections.

CIV 3603* Géotechnique 3 unités

Ce cours a pour but d'initier les étudiants aux théories et techniques de base en mécanique des sols de façon à leur permettre une possibilité d'appréciation générale et semi-quantitative des attributs d'une région au point de vue fondations. De ce fait, le cours vise à l'éventuelle formulation d'une carte morphologique plus complète et partant plus utile.

Cours. Caractère des sols - Porosité, perméabilité, retrait, densité, cisaillement, angle de frottement, pénétrométrie. - Réactivité des sols - Stabilité des pentes, capacité portante, tassement et consolidation, théorie des essais en place.

Laboratoires. Identification des sols, analyse des argiles, analyse pétrographique. Sédimentométrie - granulométrie. Perméabilité - densité - porosité. Limite d'Atterberg - liquidité, plasticité, retrait. Cisaillement - angle de frottement, capacité portante. Consolidation - oedométrie.

* Cours dispensé dans le cadre du programme de baccalauréat ès arts, option géographique physique.