

UNIVERSITÉ
DE
SHERBROOKE

FACULTÉ
DES
SCIENCES
APPLIQUÉES
72-73

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

**BUREAU DU REGISTRAIRE
UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE
SHERBROOKE, QUÉ.**

Les renseignements publiés dans ce document étaient à jour en date du 1er juin 1972.
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	27
RÈGLEMENTS PARTICULIERS AU DOCTORAT	28
PROGRAMMES	
a) BACCALAURÉAT	
SYSTEME COOPÉRATIF	31
TABLEAU DE L'AGENCEMENT DES SESSIONS	33
STRUCTURE DU PROGRAMME	34
TRONC COMMUN	35
SPÉCIALITÉS:	
GÉNIE CIVIL	37
GÉNIE ÉLECTRIQUE	40
GÉNIE MÉCANIQUE	43
GÉNIE CHIMIQUE	47
SCIENCES HUMAINES	49
COURS À OPTIONS	49
b) MAÎTRISE ET DOCTORAT	51
GÉNIE CIVIL	51
GÉNIE ÉLECTRIQUE	53
GÉNIE MÉCANIQUE	54
GÉNIE CHIMIQUE	55
GÉNIE MÉDICAL	56
DESCRIPTION DES COURS	57

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

		1	2	3	4	5
FÉV.	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	6	7	8	9	10	11
	12	13	14	15	16	17
	18	19	20	21	22	23
	24	25	26	27	28	29

		1	2	3	4
MARS	.....	.....	.....	.....	.....
	5	6	7	8	9
	10	11	12	13	14
	15	16	17	18	19
	20	21	22	23	24
	25	26	27	28	29
	30	31	.....	.....	.....

		1
AVRIL	.....	.....
	2	3
	4	5
	6	7
	8	9
	10	11
	12	13
	14	15
	16	17
	18	19
	20	21
	22	23
	24	25
	26	27
	28	29
	30	31

	1	2	3	4	5	6
MAI	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	7	8	9	10	11	12
	13	14	15	16	17	18
	19	20	21	22	23	24
	25	26	27	28	29	30
	31	.....	.....	.....	.....	.....

		1	2	3
JUIN	.....	.....	.....	.....
	4	5	6	7
	8	9	10	11
	12	13	14	15
	16	17	18	19
	20	21	22	23
	24	25	26	27
	28	29	30	.....

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

		1	2	3	4	5
AOÛT	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	6	7	8	9	10	11
	12	13	14	15	16	17
	18	19	20	21	22	23
	24	25	26	27	28	29
	30	31	.....	.....	.....	.....

		1	2
SEPT.	.....	.....	.....
	3	4	5
	6	7	8
	9	10	11
	12	13	14
	15	16	17
	18	19	20
	21	22	23
	24	25	26
	27	28	29
	30	31	.....

	1	2	3	4	5	6	7
OCT.	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	8	9	10	11	12	13	14
	15	16	17	18	19	20	21
	22	23	24	25	26	27	28
	29	30	31	.....	.....	.....	.....

		1	2	3	4
NOV.	.....	.....	.....	.....	.....
	5	6	7	8	9
	10	11	12	13	14
	15	16	17	18	19
	20	21	22	23	24
	25	26	27	28	29
	30	31	.....	.....	.....

		1	2
DÉC.	.....	.....	.....
	3	4	5
	6	7	8
	9	10	11
	12	13	14
	15	16	17
	18	19	20
	21	22	23
	24	25	26
	27	28	29
	30	31	.....

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

		1	2	3
FÉV.	.....	.....	.....	.....
	4	5	6	7
	8	9	10	11
	12	13	14	15
	16	17	18	19
	20	21	22	23
	24	25	26	27
	28	29	30	31

		1	2	3
MARS	.....	.....	.....	.....
	4	5	6	7
	8	9	10	11
	12	13	14	15
	16	17	18	19
	20	21	22	23
	24	25	26	27
	28	29	30	31

	1	2	3	4	5	6	7
AVRIL	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	8	9	10	11	12	13	14
	15	16	17	18	19	20	21
	22	23	24	25	26	27	28
	29	30	31	.....	.....	.....	.....

		1	2	3	4	5
MAI	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	6	7	8	9	10	11
	12	13	14	15	16	17
	18	19	20	21	22	23
	24	25	26	27	28	29
	30	31	.....	.....	.....	.....

		1	2
JUIN	.....	.....	.....
	3	4	5
	6	7	8
	9	10	11
	12	13	14
	15	16	17
	18	19	20
	21	22	23
	24	25	26
	27	28	29
	30	31	.....

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

		1	2	3	4
AOÛT	.....	.....	.....	.....	.....
	5	6	7	8	9
	10	11	12	13	14
	15	16	17	18	19
	20	21	22	23	24
	25	26	27	28	29
	30	31	.....	.....	.....

		1	2	3	4	5	6	7	8
SEPT.	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	18	19	20	21	22	23	24	25	26
	27	28	29	30	31	.....	.....	.....	.....

		1	2	3	4	5	6
OCT.	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	7	8	9	10	11	12	13
	14	15	16	17	18	19	20
	21	22	23	24	25	26	27
	28	29	30	31	.....	.....	.....

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NOV.	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	.....

		1	2	3	4	5	6	7	8
DÉC.	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	18	19	20	21	22	23	24	25	26
	27	28	29	30	31	.....	.....	.....	.....

CALENDRIER 1972-1973

Trimestre d'automne

MARDI 5 SEPTEMBRE 1972

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

MERCREDI 6 SEPTEMBRE 1972

Début des cours.

JEUDI 7 SEPTEMBRE 1972

Rencontre en groupe avec les étudiants de retour de stage.

VENDREDI 8 SEPTEMBRE 1972

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

LUNDI 18 SEPTEMBRE 1972

Début des entrevues coordinateur-étudiant.

JEUDI 28 SEPTEMBRE 1972

Date limite: envoi des descriptions de stages par les entreprises.

LUNDI 9 OCTOBRE 1972

Action de grâces. Congé universitaire.

LUNDI 16 OCTOBRE 1972

Début de l'affichage des descriptions de stages.

MARDI 24 OCTOBRE 1972

Fin de l'affichage des descriptions de stages.

MERCREDI 25 OCTOBRE 1972

Dossiers des étudiants transmis aux entreprises.

MERCREDI 1^{er} NOVEMBRE 1972

Date limite pour la réception, au bureau du registraire, des demandes d'admission pour le trimestre d'hiver 1973.

MERCREDI 8 NOVEMBRE 1972

Début des entrevues par les représentants des entreprises.

VENDREDI 17 NOVEMBRE 1972

Fin des entrevues par les représentants des entreprises.

JEUDI 23 NOVEMBRE 1972

Affichage des listes de placement des étudiants.

VENDREDI 1er DÉCEMBRE 1972

Relevé des stagiaires transmis aux entreprises.

VENDREDI 8 DÉCEMBRE 1972

Fin des cours du trimestre d'automne.

LUNDI 11 DÉCEMBRE 1972

Début des examens.

VENDREDI 22 DÉCEMBRE 1972

Dernier jour d'examens; fin du trimestre d'automne et des stages pratiques.

Trimestre d'hiver

MERCREDI 3 JANVIER 1973

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

JEUDI 4 JANVIER 1973

Rencontre en groupe avec les étudiants de retour de stage.

VENDREDI 5 JANVIER 1973

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

LUNDI 15 JANVIER 1973

Début des entrevues coordonnateur-étudiant.

JEUDI 25 JANVIER 1973

Date limite: envoi des descriptions de stages par les entreprises.

LUNDI 12 FÉVRIER 1973

Début de l'affichage des descriptions de stages.

MARDI 20 FÉVRIER 1973

Fin de l'affichage des descriptions de stages.

MERCREDI 21 FÉVRIER 1973

Dossiers des étudiants transmis aux entreprises.

JEUDI 1er MARS 1973

Date limite pour la réception, au bureau du registraire, des demandes d'admission à temps complet pour le trimestre d'automne 1973.

MERCREDI 7 MARS 1973

Début des entrevues par les représentants des entreprises.

VENDREDI 16 MARS 1973

Fin des entrevues par les représentants des entreprises.

JEUDI 22 MARS 1973

Affichage des listes de placement des étudiants.

VENDREDI 30 MARS 1973

Relevé des stagiaires transmis aux entreprises.

VENDREDI 6 AVRIL 1973

Fin des cours du trimestre d'hiver.

LUNDI 9 AVRIL 1973

Début des examens.

JEUDI 19 AVRIL 1973

Dernier jour d'examens et fin du trimestre d'hiver.

VENDREDI 20 AVRIL 1973

Fin des stages pratiques.

Trimestre d'été

LUNDI 30 AVRIL 1973

Début des cours et des stages pratiques.

MERCREDI 2 MAI 1973

Rencontre en groupe avec les étudiants de retour de stage.

VENDREDI 4 MAI 1973

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

LUNDI 14 MAI 1973

Début des entrevues coordonnateur-étudiant.

VENDREDI 18 MAI 1973

Date limite: envoi des descriptions de stages par les entreprises.

LUNDI 21 MAI 1973

Jour férié. Congé universitaire.

LUNDI 28 MAI 1973

Début de l'affichage des descriptions de stages.

VENDREDI 1^{er} JUIN 1973

Fin de l'affichage des descriptions de stages.

MARDI 5 JUIN 1973

Dossiers des étudiants transmis aux entreprises.

JEUDI 14 JUIN 1973

Début des entrevues par les représentants des entreprises.

JEUDI 21 JUIN 1973

Fin des entrevues par les représentants des entreprises.

LUNDI 25 JUIN 1973

Fête du Canada français. Congé universitaire.

MERCREDI 27 JUIN 1973

Affichage des listes de placement des étudiants.

LUNDI 2 JUILLET 1973

Fête du Canada. Congé universitaire.

LUNDI 9 JUILLET 1973

Relevé des stagiaires transmis aux entreprises.

VENDREDI 27 JUILLET 1973

Fin des cours du trimestre d'été.

LUNDI 30 JUILLET 1973

Début des examens.

VENDREDI 10 AOÛT 1973

Dernier jour d'examens et fin du trimestre d'été.

VENDREDI 24 AOÛT 1973

Fin des stages pratiques.

MARDI 4 SEPTEMBRE 1973

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

MERCREDI 5 SEPTEMBRE 1973

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 d'une durée de 4 ans 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 post-grade 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 1er juin 1967 naît la Faculté des sciences appliquées, constituée de trois départements, le génie civil, le génie électrique et le génie mécanique; les 4 départements de sciences pures demeurent à l'intérieur de la Faculté des sciences.

En septembre 1968, la Faculté des sciences appliquées emménage dans un nouveau pavillon, d'une superficie de 190,000 pieds carrés; cet édifice fut inauguré officiellement le 6 juin 1969 par l'Honorable Paul Dozois, ministre des finances du Québec. 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 et par 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 décloisonnement 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 le nombre d'étudiants était de 685, dont 58 au niveau de la maîtrise et 17 au niveau du doctorat.

ADMINISTRATION DE LA FACULTÉ

Doyen: Pierre L. BOURGAULT

Vice-doyen et directeur des études: Claude HAMEL

**Secrétaire et coordonnateur des
enseignements généraux: Richard THIBAUT**

Directeur du Département de génie civil: Bernard GALLEZ

Directeur du Département de génie électrique: Adrien LEROUX

Directeur du Département de génie mécanique: Gilles FAUCHER

Directeur du Département de génie chimique: Bernard COUPAL

Secrétaire administratif: André ROUSSEL

Secrétaire administratif (secteur académique): Jacques CARBONNEAU

Comité des études de maîtrise et de doctorat:

Gaston AUBÉ

Nicholas GALANIS

Claude HAMEL, président

Pierre LEMIEUX

Maurice RUEL

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

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

CORPS PROFESSORAL

DÉPARTEMENT DE GÉNIE CHIMIQUE

- BOURGAULT Pierre L., ing., professeur titulaire, doyen de la Faculté
B.A., B.S., Ph.D. (Ottawa)
- BROWN R. Peter, professeur adjoint, B.Sc. (Birmingham), Ph.D. (Birmingham)
- CHORNET Esteban, professeur adjoint, Ing. E.S.I.I. (Barcelone), Ph.D. (Lehigh)
- COUPAL Bernard, ing., professeur titulaire, directeur du Département,
B.A. (Montréal), B.Sc.A., M.Sc.A. (Poly), Ph.D. (Floride)
- JONES Peter J., professeur adjoint, B. Eng. (McGill), S.M. (M.I.T.)
- MARSAN André, ing., professeur agrégé, B.Sc.A. (Poly), Ph.D. (Birmingham)
- RUEL Maurice J., ing., professeur agrégé, B.Sc.A., M.Sc.A., D.Sc. (Laval)
- THÉRIEN Normand, ing., professeur adjoint, B.Sc.A., M.Sc.A. (Poly),
Ph.D. (McMaster)

DÉPARTEMENT DE GÉNIE CIVIL

- AITCIN Pierre-Claude, ing., professeur agrégé, Ing. E.N.S.E.I.H.T., L.Sc.,
Dr-Ing. (Toulouse)
- BRUNELLE Paul-Édouard, ing., professeur titulaire, B.Sc.A. (Montréal),
M.Sc.A. (Laval), Dr-Ing. (Toulouse)
- ELLYIN Fernand, ing., professeur agrégé, M.Sc. (Téhéran), Ph.D. (Waterloo)
- GALLEZ Bernard, ing., professeur agrégé, directeur du Département,
Ing. C.C. (Louvain), Ing. C.H.H., D.Sc.A. (Liège)
- GHARGHOURY Emmanuel, ing., professeur agrégé, Ing. E.N.P.C. (Paris)
- HAMEL Claude, ing., professeur agrégé, vice-doyen et directeur des études,
B.A. (Montréal), B.Sc.A. (Sherbrooke), M.Sc.A. (Laval)
- JOHNS Kenneth C., ing., professeur adjoint, B.Eng. (McGill), Ph.D. (London)
- LA FONTAINE Pierre, ing., professeur agrégé, B.Sc.A. (Sherbrooke),
M.S.E. (West Virginia)
- LAPOINTE Guy, professeur adjoint, B.A., B.Sc. (Montréal), M.Sc. (Manitoba)
- LEFEBVRE Guy, ing., professeur adjoint, B.Sc.A., M.Sc.A., D.Sc. (Laval)

- LEMIEUX Pierre, ing., professeur agrégé, B.A., B.Sc.A. (Sherbrooke),
S.M. (M.I.T.), Ph.D. (Waterloo)
- MITCI Constantin, ing., professeur agrégé, B.Sc., M.Sc., Ph.D. (Istanbul)
- MORIN Jean-Paul, ing., professeur agrégé, B.Sc.A. (Sherbrooke), M.Sc.A.
(Laval)
- MORIN Normand, ing., professeur agrégé, B.Sc.A. (Sherbrooke), D.I.C.,
M.Sc. (London), Ph.D. (M.I.T.)
- NEALE Kenneth, ing., professeur adjoint, B.Eng. (McGill), M.A.Sc., Ph.D.
Waterloo)
- PRANNO Guy, ing., professeur adjoint, B.A., B.Sc.A. (Montréal), D.I.C.
M.Sc. (London)

DÉPARTEMENT DE GÉNIE ÉLECTRIQUE

- ADOUL Jean-Pierre, auxiliaire d'enseignement, Ing. E.N.R.E.A., M.S.,
Ph.D. (Lehigh)
- AUBÉ Gaston, ing., professeur agrégé, B.Sc.A. (Laval), M.Sc.A. (Notre-
Dame), Ph.D. (I.I.T.)
- BÉLAND Bernard, ing., professeur agrégé, B.Sc.A. (Laval), D.Sc. (Laval)
- DE COUVREUR Gilbert, professeur agrégé, Ing. E.M. (Louvain), Ph.D.
(Iowa)
- DELISLE Jules, ing., professeur titulaire, B.A., L.Ph. (Ottawa), B.Sc.A.
(Laval), M.Sc.A. (E.N.S.A.), D. 3e cycle (sciences) (Paris)
- DELRIEU Alain, auxiliaire d'enseignement, Ing. E.N.A.C. (Toulouse),
M.Sc. (Univ. Calif., Davis)
- DESCHÊNES Pierre A., ing., professeur agrégé, B.A. (Montréal), B.Eng.
(McGill), M.Sc. (Ottawa), Dr-Ing. (Rennes)
- DUVAL François, chargé d'enseignement, B.A. (Laval), B.Eng. (McGill)
- GOULET Roger, ing., professeur adjoint, B.A., B.Sc.A., M.Sc.A. (Laval),
Ph.D. (Sherbrooke)
- GRONDIN Réjean, ing., chargé d'enseignement B.Sc.A. (Sherbrooke)
- KOCSIS Alexandre, ing., professeur agrégé, B.A. (Cluj), Dipl. Ing. (Bu-
dapest)
- LEROUX Adrien, ing., professeur agrégé, directeur du Département,
B.A. (Montréal), B.Sc.A. (Sherbrooke), M.Sc.A. (Laval)
- MICHAUD Trefflé, ing., professeur agrégé, Directeur des bibliothèques,
B.A. (Montréal), B.Sc.A. (Sherbrooke), B.Bibl., M.Sc.A. (Montréal)
- MORISSETTE Sarto, ing., professeur agrégé, B.A. (Sherbrooke), B.Eng.
(McGill), M.S. (I.I.T.)
- RICHARD Sylvio, ing., professeur agrégé, B.Sc.A. (Sherbrooke), M.Sc.A.
(McGill)

- STEPHENNE Hubert, ing., professeur adjoint, B.Sc.A. (Sherbrooke),
M.Sc.A. (Paris)
- THIBAUT Richard, ing., professeur agrégé, secrétaire de la Faculté et
coordonnateur des enseignements généraux, B.Sc.A. (Sherbrooke),
M.Sc.A. (E.N.S.A.), D. 3e cycle (sciences) (Paris)
- ST-JEAN Bernard, professeur adjoint, Ing. E.N.S.A. (Paris)
- VAN HOUTTE Noël, professeur adjoint, Ing. (Gand), S.M., E.A.A., Sc.D.
(M.I.T.)

**DÉPARTEMENT DE
GÉNIE MÉCANIQUE**

- ASHIKIAN Baruir, ing., professeur agrégé, Cert. Ing. Mec. (Bucharest),
M.Eng. (MGcill)
- BOUDREAU Lucien, ing., professeur agrégé, secrétaire du Département,
B.Sc.A., M.Sc.A. (Laval)
- BOULBES Jean-Claude, auxiliaire d'enseignement, Ing. E.N.S.A.M., M.S.
(Lehigh)
- BOURASSA Paul A., ing., professeur agrégé, B.A. (Montréal), B.Sc.A.
(Poly), M.Sc.A. (Laval)
- DUFOND Patrick, auxiliaire d'enseignement, Ing. E.N.S.C.M., M.S.
(G.I.T.)
- DUGAL Réal, t.p., chargé d'enseignement, T.D. (Rimouski)
- FAUCHER Gilles, ing., professeur agrégé, directeur du Département,
B.A., B.Sc.A., M.Sc.A. (Laval), Ph.D. (Toronto)
- GALANIS Nicholas, professeur adjoint, B.Sc.A. (Grèce), M.Sc., Ph.D.
(Cornell)
- GAUTHIER Louis-Marc, ing., professeur agrégé, B.A. (Montréal), B.Sc.A.
(Poly)
- GEORGE Yves, chargé d'enseignement, Ing. électrs-mec. (Univ. libre,
Bruxelles)
- HUBERT Lucien, ing., professeur agrégé, B.A. (Montréal), B.Sc.A. (Poly)
- LAUZIER Conrad, ing., chargé d'enseignement, B.Sc.A. (Sherbrooke)
- MASSOUD Mounir, professeur agrégé, B.Sc.A. (Le Caire), M.Sc., Ph.D.
(R.P.I.)
- MORCOS William, professeur agrégé, B.Sc.A. (Le Caire), D.Sc. (Paris)
- PAPINEAU Robert L., ing., professeur adjoint, B.Sc.A., M.Sc.A. (Sher-
brooke)
- PECKO Georges, ing., professeur adjoint, B.Sc. (Brno)

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

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

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

VOLLERIN Bernard, auxiliaire d'enseignement, Ing. I.N.S.A., D. 3e cycle
(Lyon)

RÈGLEMENTS PÉDAGOGIQUES

- I - 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 - Examens de reprise
 - 11 - Échecs
 - 12 - Moyenne cumulative
 - 13 - Pondération
 - 14 - Absences aux examens
 - 15 - Plagiat
 - 16 - Révisions
- II - Règlements particuliers au baccalauréat page 22
- 17 - Conditions d'admission
 - 18 - Temps complet
 - 19 - Périodes d'examens
 - 20 - Nombre d'examens
 - 21 - Matière
 - 22 - Examen oral
 - 23 - Échecs
 - 24 - Moyenne cumulative
 - 25 - Moyenne cumulative temporaire
 - Régime de promotion par session
- III - Règlements communs à la maîtrise et au doctorat page 25
- 26 - Calendrier
 - 27 - Programme de cours
 - 28 - Inscription
 - 29 - Mémoires et thèses
 - 30 - Diplôme

IV - Règlements particuliers à la maîtrise	page 27
31 - Admission	
32 - Programme	
33 - Durée	
34 - Mémoire	
35 - Diplôme	
V - Règlements particuliers au doctorat	page 28
36 - Admission	
37 - Programme	
38 - Durée	
39 - Examen général	
40 - Langues	
41 - Thèse	
42 - Diplôme	

I - 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 des 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 Un 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'étude 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 Un 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 Une session est, pour un étudiant, un trimestre durant lequel il est inscrit à l'Université.
- 1.8 Un programme est un ensemble de cours établi en vue d'une formation spécifique et conduisant à un diplôme décerné 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 autorisée si elle 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 autorisée, 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. EXAMENS DE REPRISE

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

11. ÉCHECS

- 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 constitué 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 ses composantes dans le calcul de la note finale est laissée à la discrétion du professeur. Celui-ci doit cependant communiquer aux étudiants, dès le début de la session, la pondération qu'il entend appliquer.

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 fixés 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. RÉVISIONS

- 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 la Trésorerie. 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 par 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 admis aux séances de révision.
- On ne remet jamais à l'étudiant sa copie d'examen.

II - 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:
- détenir un diplôme d'études collégiales (D.E.C.) décerné par un Collège de la province de Québec, et obtenu dans le champ de concentration des sciences physiques;

* Toute demande d'admission doit être soumise directement au Bureau du registraire de l'Université, auquel il faut aussi s'adresser pour obtenir les formulaires 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.

-- détenir un certificat ou diplôme d'études de niveau secondaire ou collégial, décerné par une institution canadienne ou étrangère et jugé équivalent 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.

18.2 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 décerner le diplôme.

18. TEMPS COMPLET

18.1 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.

19. PÉRIODES D'EXAMENS

19.1 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.

19.2 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.

20. NOMBRE D'EXAMENS

20.1 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.

20.2 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.

21. MATIÈRE

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

22. EXAMEN ORAL

22.1 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.

23. ÉCHECS

- 23.1 L'étudiant qui échoue un cours obligatoire une première fois doit refaire ce cours intégralement.
- 23.2 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.

24. MOYENNE CUMULATIVE

- 24.1 Une moyenne cumulative égale à 1.80 constitue la norme minimale de succès d'un étudiant.
- 24.2 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.
- 24.3 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.
- 24.4 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.

25. MOYENNE CUMULATIVE TEMPORAIRE

- 25.1 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.
- 25.2 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.

Promotion par session

Les étudiants des sessions 5A et 5B ne sont pas soumis au régime de promotion par cours et par moyenne cumulative, mais plutôt à l'ancien régime de promotion par session, qui comporte les règlements particuliers suivants:

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

- b) La moyenne générale d'un étudiant pour une session est toujours pondérée en fonction du nombre d'unités accordés à chaque matière au programme.
- c) Pour être promu, l'étudiant doit conserver une moyenne générale de 60% sur l'ensemble des matières de la session. Il n'est pas promu s'il a plus d'une matière dont la note est inférieure à 40%.

La promotion d'un étudiant qui a une seule matière dont la note est inférieure à 40% est laissée à la discrétion du Conseil de la faculté. Dans le cas d'un étudiant promu avec une ou plusieurs matières dont la note est inférieure à 50%, on inscrira au dossier de cet étudiant, en regard de ces notes, les lettres SN, signifiant "sous la norme".

Il n'y a aucun examen de reprise.

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

- d) Un étudiant qui reprend une session peut être exempté par la direction des études des matières (cours, travaux pratiques) dans lesquelles il a obtenu une note finale d'au moins 70%.
- e) Un étudiant ne peut prendre plus de onze sessions académiques (après l'ancienne classe de Sciences I) pour obtenir son diplôme.

Un étudiant ne peut reprendre la même session plus d'une fois.

III - RÈGLEMENTS COMMUNS À LA MAÎTRISE ET AU DOCTORAT

26. CALENDRIER

- 26.1 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 chacune, examens inclus.

27. PROGRAMME DE COURS

- 27.1 Le programme de chaque étudiant pour une session doit être soumis au Comité de maîtrise et de doctorat de la Faculté par les départements concernés au plus tard un mois après le début de la session.
- 27.2 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.
- 27.3 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 fi-

nals 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.

- 27.4 L'étudiant doit maintenir sur l'ensemble des cours de son programme une moyenne cumulative minimale de 2.75 pour obtenir le diplôme.
- 27.5 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.

28. INSCRIPTION

- 28.1 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.

29. MÉMOIRES ET THÈSES

- 29.1 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".
- 29.2 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.
- 29.3 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.

30. DIPLÔME

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

IV - RÈGLEMENTS PARTICULIERS À LA MAÎTRISE

31. ADMISSION

- 31.1 Est admissible aux études conduisant à la maîtrise ès sciences appliquées tout candidat qui détient 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.

32. PROGRAMME

- 32.1 La Faculté offre deux types différents de maîtrise ès sciences: une maîtrise dite de recherche et une maîtrise dite professionnelle.
- a) 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
 - b) 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.

33. DURÉE

- 33.1 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.
- 33.2 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.
- 33.3 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.

34. MÉMOIRE

- 34.1 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.
- 34.2 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.
- 34.3 Un mémoire refusé par le jury ne peut être soumis à nouveau plus d'une fois.

35. DIPLÔME

- 35.1 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 décerné au candidat qui a satisfait aux exigences de la Faculté.

V - RÈGLEMENTS PARTICULIERS AU DOCTORAT

36. ADMISSION

- 36.1 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.
- 36.2 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.
- 36.3 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.

37. PROGRAMME

- 37.1 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.

- 37.2 Chaque candidat au doctorat est conseillé et dirigé par un comité de 3 professeurs de l'Université, dont le directeur de recherche et un autre professeur du département du candidat. Les membres de ce comité de doctorat sont désignés par le directeur du département et nommés par le doyen.

38. DURÉE

- 38.1 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.
- 38.2 La période de résidence peut être prolongée pour les étudiants qui détiennent des postes de charges 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).
- 38.3 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.

39. EXAMEN GÉNÉRAL

- 39.1 A la fin de sa première année de candidature au doctorat, le candidat 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. Le jury de l'examen général est constitué d'au moins 3 membres, possiblement les mêmes que le comité de doctorat du candidat, désignés par le directeur du département et nommés par le doyen. L'examen oral, s'il a lieu, peut être ouvert à d'autres personnes sur l'invitation du jury. Un échec à cet examen entraîne la fin de la candidature.

40. LANGUES

- 40.1 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.

41. THÈSE

- 41.1 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.
- 41.2 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.
- 41.3 Une thèse refusée par le jury ne peut être soumise à nouveau plus d'une fois.

- 41.4 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.

42. DIPLÔME

- 42.1 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.

PROGRAMMES

BACCALAURÉAT

SYSTÈME COOPÉRATIF

La Faculté offre un programme de baccalauréat ès sciences appliquées dans 4 spécialités: génie civil, génie électrique, génie mécanique et génie chimique. Le principe de fonctionnement de ce programme 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 ce programme 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, le groupe I, et une période de stage pour l'autre moitié, le 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 stages. Par la suite, chaque session d'études alterne avec une période de stages, 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 stages, est 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.

A 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 les étudiants qui s'y sont inscrits avant septembre 1969, le programme de baccalauréat comporte 8 sessions d'études et 6 stages pratiques; le régime pédagogique est celui de la promotion par session. La durée du programme est de 5 ans.

Pour les étudiants qui s'y sont inscrits depuis septembre 1969, le programme de baccalauréat comporte un minimum de 7 sessions d'études et 5 stages pratiques; le régime pédagogique est celui de la promotion par cours. La durée du programme est d'environ 4 ans.

Pour ces deux régimes pédagogiques, l'agencement des sessions d'études et des stages pratiques est illustré par le tableau de la page suivante.

Bien que ce tableau n'indique pas, dans le cas d'un étudiant sous le régime de la promotion par cours, la possibilité d'obtenir un sixième stage dans l'industrie, cette possibilité existe si les motifs sur lesquels l'étudiant fonde sa demande sont jugés valables. Durant ce stage, l'étudiant est soumis aux mêmes règlements que lors de ses stages antérieurs.

SYSTÈME COOPÉRATIF - AGENCEMENT DES SESSIONS

Régime de promotion par session

Promotion	Groupe	1972		1973		1974			1975			1976		
		AUT.	HIV.	ETE	AUT.	HIV.	ETE	AUT.	HIV.	ETE	AUT.	HIV.	ETE	AUT.
14°	I	T-6	S-B											
	II	S-A	S-B											
15°	I	S-6	T-5	S-7	S-8									
	II	T-5	S-6	S-7	S-8									
16°	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						
17°	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			
18°	I	S-1	S-2	T-1	S-3	T-2	S-4	T-3	S-5	T-4	S-6	T-5	S-7	S-8
	II	S-1	T-1	S-2	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

Régime de promotion par cours

Légende : AUT. : Automne (septembre-décembre)

HIV. : Hiver (janvier-avril)

ETE : Été (mai-août)

S-1, S-2, S-3, ... : session d'études, régime de promotion par cours

SA, SB, ... : session d'études, régime de promotion par session

T-1, T-2, T-3, ... : stage pratique

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, électro-technique 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	—	—
		<u>60</u>		

* Pour fins de référence, chaque cours du nouveau programme de baccalauréat 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 du 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.

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
------------	-----------------------	----------

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
205	Calcul numérique et programmation	2
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
250	Mécanique des fluides	3*

Été

125	Probabilités et statistiques	3
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 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

* Hiver '73 seulement.

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. Noter qu'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	—	240
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	3	125	—
356	Génie sanitaire	2	250	—
		<u>36</u>		

Cours à option

306	Structures II	3	305	—
307	Charpentes de bois	3	305	—
308	Calcul plastique	3	306	—
309	Conception des structures	3	305	—
311	Technologie du béton	3	310	—
336	Planification du transport routier	3	335	—
341	Pratique de la mécanique des sols I	2	340	342
342	Pratique de la mécanique des sols II	3	340	341
343	Fondations profondes	3	340	—
346	Béton précontraint	3	345	—
349	Hydrogéologie	4	250-348	—
352	Planification des ressources hydrauliques	3	350	—
354	Systèmes de génie civil	3	125	—
355	Incertitude et décision	3	125	—
357	Amenée et distribution d'eau	3	356	—
358	Contrôle de la qualité des eaux	3	330-356	—
359	Projets de génie civil	3	—	—

Code	Titre	Crédits	Préalables
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 des systèmes	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
335 (1)	Génie routier	3
348	Géologie de l'ingénieur	2
350	Ressources hydrauliques	3
356 (2)	Génie sanitaire	2

Trimestre d'hiver

300	Topographie	2
315 (3)	Résistance des matériaux II	3
330	Hydraulique	3
335 (3)	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.

1 Automne 1972 seulement
 2 Pas offert à l'automne 1972
 3 Pas offert à l'hiver 1973

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

Le programme de la spécialité génie civil décrit ci-dessus ne s'applique pas aux étudiants des sessions 5A et 5B qui terminent leurs études dans le courant de l'année universitaire 1972-1973 sous le régime de la promotion par session. Pour ces étudiants, le contenu du programme des 2 dernières sessions est le suivant:

		Heures par semaine		
		Cours	Travaux pratiques	Unités
SESSION 5A				
CIV 4014	Systèmes de génie civil	3	1½	4
CIV 4234	Ressources hydrauliques I	3	1½	4
CIV 4534	Béton précontraint	2	3	4
CIV 4814	Génie routier	3	1½	4
CIV 4914	Projet de génie civil	0	6	4
.....	Sciences de l'homme	3	0	3
		<u>14</u>	<u>13½</u>	<u>23</u>
SESSION 5B				
318	Conceptions des structures	3	1½	4
CIV 4043	Compléments de génie civil	3	0	3
CIV 4244	Ressources hydrauliques II	3	1½	4
CIV 4634	Mécanique des sols III	2	3	4
CIV 4824	Planification du transport routier	3	1½	4
.....	Sciences de l'homme	3	0	3
		<u>17</u>	<u>7½</u>	<u>22</u>

**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 pré-cités.

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 principaux du profil principal.

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

Le programme de la spécialité génie électrique est actuellement dans une phase de transition puisque le nouveau programme adopté en vue du régime de la promotion par cours est maintenant offert aux étudiants des sessions S-6 et S-7, tandis que l'ancien programme correspondant au régime de la promotion par session s'adresse uniquement aux étudiants des sessions 5A et 5B et sera donné pour la dernière fois en 1972-73.

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	412
412	Mathématiques spécialisées	2	115	
420	Mesures électriques	3	235	
421	Électronique	4		411-420
422	Systèmes électroniques	4	421	410
430	Simulation et modèles	3	255	
431	Asservissements I	3	430-412	
440	Électromagnétisme	3	120	
442	Transmission	2	411	
		36		
Cours à option				
401	Génération et transport	3	400-411	
402	Appareillage	3	400-411	
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	125-412	
443	Radiations et antennes	3	442-440	

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

Trimestre d'automne

400	Électrotechnique	4 cr.
410	Circuits logiques	4
412	Mathématiques spécialisées	2
420	Mesures électriques	3
421 (1)	Électronique	4
422 (2)	Systèmes électroniques	4
431	Asservissements I	3
442	Transmission	2

Trimestre d'hiver

410	Circuits logiques	4 cr.
411	Circuits	4
421 (3)	Électronique	4
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
412	Mathématiques spécialisées	2
420	Mesures électriques	3
421	Électronique	4
422	Systèmes électroniques	4
430	Simulation et modèles	3
440	Électromagnétisme	3

-
- 1 Pas offert en automne 1972
2 Automne 1972 seulement
3 Offert à l'hiver 1973 seulement

Pour les étudiants qui terminent leurs études selon le régime de la promotion par session, le contenu des 2 dernières sessions est le suivant:

		Heures par semaine		
		Cours	Travaux pratiques	Unités
SESSION 5A				
.....	Sciences de l'homme	3	0	3
ELE 4113	Transmission	2	1½	3
ELE 4505	Systèmes de communication	4	1½	5
ELE 4705	Asservissements I	3	3	5
ELE 4804	Mesures électriques et électroniques	3	1½	4
ELE 4913	Avant-projet	0	4½	3
		15	12	23

SESSION 5B

Le programme de la session 5B comprend un projet obligatoire (ELE 4925) plus 3 cours au choix parmi la liste qui suit:

ELE 4415	Conversion d'énergie II	4	1½	5
ELE 4434	Appareillage et installations électriques	4	0	4
ELE 4715	Asservissements II	3	3	5
ELE 4726	Commande numérique des processus	4	3	6
ELE 4515	Circuits de communications	4	1½	5
ELE 4526	Hyperfréquences et antennes	4	3	6
MEC 4285	Génie industriel	4	1½	5
ELE 4925	Projet de génie électrique ..	0	7½	5
ELE 4355	Micro-électronique	3	3	5

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 thermo-fluide, 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 thermo-fluide. 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 pro-

jets 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.

Le programme de la spécialité génie mécanique est actuellement dans une phase de transition puisque le nouveau programme adopté en vue du régime de la promotion par cours est maintenant offert aux étudiants des sessions S-6 et S-7, tandis que l'ancien programme correspondant au régime de la promotion par session s'adresse uniquement aux étudiants des sessions 5A et 5B et sera donné pour la dernière fois en 1972-73.

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	
506	Mécanique de fabrication I	2		504
508	Mécanique de fabrication II	2		504
510	Éléments de conception	2	215	
512	Théorie des machines	3	225	
514	Éléments de machines	3	502-512	
516	Compléments de dynamique	3	111-225	
518	Contrôle des fabrications	2	125	
520	Conversion d'énergie	3	230	
522	Écoulements fluides	2	230-250	
526	Commande automatique	2	255-522	
524	Transmission de chaleur	3	522	
		36		
Cours à option				
530	Recherche opérationnelle	3	530	
531	Planning de la production	3	125-255	
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	508	
546	Étude de cas en fabrication	3	508	
547	Mécanique expérimentale	3	500	
548	Travail plastique des métaux	3	500-506	
549	Problèmes de fonderie	3	504-506	
550	Moteurs à combustion interne	3	522	
551	Machines-outils	3	502-508	
552	Turbomachines	3	522	
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.
504 (*)	Métallurgie	3
508	Mécanique de fabrication II	2
510	Éléments de conception	2
514	Éléments de machines	3
516	Compléments de dynamique	3
520	Conversion d'énergie	3
524	Transmission de chaleur	3
526	Commande automatique	2

Trimestre d'hiver

500	Mécanique technique I	3 cr.
502	Mécanique technique II	3
504	Métallurgie	3
506	Mécanique de fabrication I	2
508	Mécanique de fabrication II	2
512	Théorie des machines	3
518	Contrôle des fabrications	2
522	Écoulements fluides	2
524	Transmission de chaleur	3
526	Commande automatique	2

Trimestre d'été

500	Mécanique technique I	3 cr.
504	Métallurgie	3
506	Mécanique de fabrication I	2
510	Éléments de conception	2
512	Théorie des machines	3
514	Éléments de machines	3
516	Compléments de dynamique	3
518	Contrôle des fabrications	2
520	Conversion d'énergie	3
522	Écoulements fluides	2

* Automne 1972 seulement

Pour les étudiants qui terminent leurs études selon le régime de la promotion par session, le contenu des 2 dernières sessions est le suivant:

SESSION 5A

		Heures par semaine		
		Cours	Travaux pratiques	Unités
MEC 4853	Moteurs à combustion interne	2	1½	3
	..... Sciences de l'homme	3	0	3
	..... Sous total	5	1½	6
Option: constructions mécaniques				
MEC 4242	Projet industriel de fabrication	0	3	2
MEC 4275	Construction mécanique II	4	1½	5
MEC 4294	Mécanique de fabrication III	3	1½	4
	..... Sous total	7	6	11
	..... TOTAL	12	7½	17
Option: processus industriels				
ELE 4705	Asservissements I	3	3	5
MEC 4606	Modèles statistiques de processus	4	3	6
MEC 4845	Transmission de chaleur et combustion	4	1½	5
	..... Sous total	11	7½	16
	..... TOTAL	16	9	22

SESSION 5B

		Heures par semaine		
		Cours	Travaux pratiques	Unités
MEC 4021	Séminaires	0	1½	1
	..... Sciences de l'homme	3	0	3
	..... Sous-total	3	1½	4
Option: constructions mécaniques				
ELE 3214	Analyse de systèmes II	3	1½	4
MEC 4034	Projet de constructions mécaniques	0	6	4
MEC 4285	Génie industriel	4	1½	5
MEC 4436	Vibrations mécaniques	4	3	6
	..... Sous total	11	12	19
	..... TOTAL	14	13½	23

Option: processus industriels

MEC 4044	Projets de processus industriels	0	6	4
MEC 4616	Modèles dynamiques de processus	4	3	6
MEC 4755	Organes des systèmes asservis	4	1½	5
MEC 4875	Centrales d'énergie	4	1½	5
	Sous total	<u>12</u>	<u>12</u>	<u>20</u>
	TOTAL	15	13½	24

**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: des cours de chimie qui, avec les exercices de laboratoire correspondants, fournissent à l'étudiant les connaissances nécessaires dans ce domaine; 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; 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 pour 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 contrôle industriel et l'industrie minière constituant 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
606	Cinétique	3	605
607	Calcul des réacteurs	3	606
608	Design I	3	602-603-605
650	Chimie analytique	3	—
651	Chimie instrumentale	3	650
652	Chimie organique I	3	—
653	Chimie organique II	3	652
		36	
Cours à option			
610	Contrôle	3	255
611	Ecologie, pollution et simulation	3	255
612	Traitement de minerais	3	135
613	Traitement des eaux	3	135
614	L'eau et l'industrie minière	3	135

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

	Aut.-72	Hiv.-73	Été-73	Aut.-73	Hiv.-74	Été-74	Aut.-74
601	x		x	x		x	x
602		x			x		
603		x			x		
604	x			x			x
605	x		x	x		x	x
606	x	x			x		
607	x	x		x			x
608	x			x			x
650			x	x		x	x
651		x	x	x	x	x	
652	x	x		x			x
653		x	x			x	

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

MAÎTRISE ET DOCTORAT

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 civil (structures, hydraulique, géotechnique, transport)
- génie électrique (automatique, télécommunications...)
- génie mécanique
- génie chimique.

La Faculté offre également, conjointement avec la Faculté de médecine, un programme de maîtrise en **génie médical**.

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

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

SPÉCIALITÉ: GÉNIE CIVIL

Le Département de génie civil dispense des enseignements de maîtrise et doctorat dans le domaine des structures, de l'hydraulique, de la géotechnique et des transports.

Cours généraux

361 Méthodes numériques en génie	3 cr.
362 Techniques d'optimisation	3
363 Modèles probabilistes des systèmes de génie civil	3
364 Mécanique des milieux continus	3
369 Étude dirigée	3

Option: hydraulique

Les études et recherches portent actuellement sur les domaines suivants:

- analyse et optimisation des systèmes de distribution des eaux;
- contrôle optimal des systèmes de génération de puissance hydraulique et thermique;

- gestion des réservoirs;
- problèmes de glace liés à l'opération des évacuateurs de crue;
- contrôle et utilisation de l'instabilité des jets;
- application de la fluidique à la mesure des forces causées par les écoulements;
- génie sanitaire;
- investigation "in situ" des caractéristiques morphologiques de quelques cours d'eau.

Cours offerts

380	Hydrologie physique	3 cr.
381	Hydrologie statistique	3
382	Écoulements à surface libre	3
383	Transitoires hydrauliques	2

Option: structures

Les études et recherches couvrent les domaines de l'analyse des structures, la mécanique du solide et le dimensionnement des constructions et ouvrages d'art. Il porte actuellement sur les problèmes suivants:

- analyse des structures par la méthode des éléments finis;
- conception systématique des bâtiments;
- stabilité, comportement post-critique et sensibilité aux imperfections des structures;
- caractéristiques dynamiques des tabliers de ponts;
- analyse des contraintes et stabilité des coques élastiques;
- étude du comportement et dimensionnement optimal des installations sollicitées par de fortes pressions;
- détermination d'une mesure de fiabilité des structures;
- plasticité et instabilité plastique; plasticité sous charges cycliques.

Cours offerts

390	Structure avancée	3 cr.
391	Stabilité et dynamique des structures	3
392	Théorie de l'élasticité	3
393	Théorie de la plasticité	3
394	Méthodes énergétiques en mécanique appliquée	3
395	Théorie des coques	3
396	Comportement inélastique des plaques et coques	3

Option: géotechnique

Les études et recherches portent principalement sur les points suivants:

- étude des propriétés des argiles marines et lacustres;
- la stabilité des pentes d'une excavation;
- la reconnaissance des sols à l'aide d'un pénétromètre statique;
- la construction de remblais légers.

Un groupe de chercheurs se penchent sur la minéralogie et les propriétés mécaniques des déchets industriels en vue de déterminer des utilisations rentables pour les détritrus de mines et autres.

Cours offerts

370	Problèmes particuliers aux pays nordiques	2 cr.
371	La résistance au cisaillement et la stabilité des pentes	3
273	Propriétés physico-chimiques et mécaniques des argiles	3

Option: transport

Les études et recherches portent sur les problèmes suivants:

- la détermination de priorités de recherche dans le domaine des transports au Québec;
- l'étude du rôle des systèmes de transport dans les agglomérations urbaines, avec applications à la région de Sherbrooke;
- l'étude des systèmes de transport régionaux, avec applications au sud-ouest du Québec;
- l'étude des modèles de simulation de trafic.

Cours offerts

375	Planification du transport urbain I	3 cr.
376	Planification du transport urbain II	3

**SPÉCIALITÉ:
GÉNIE ÉLECTRIQUE**

Le Département de génie électrique dispense des enseignements de maîtrise et doctorat dans le domaine de l'automatique et des systèmes de communications.

Option: automatique

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

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

Les travaux de recherches en automatique portent sur les systèmes à régulation extrême, l'identification des processus, l'élaboration des critères de performance sous formes de fonctions de Lyapounov à partir de la mesure des variables d'état, les machines séquentielles synchrones et la fiabilité des circuits logiques combinatoires.

Cours offerts

460	Systèmes dans l'espace d'états	2 cr.
461	Systèmes non-linéaires	4
462	Systèmes de commandes aux données échantillonnées	4
463	Théorie de la commande optimale	4
465	Systèmes logiques	4
466	Structures des calculateurs	3

Option: télécommunications

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

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

Cours offerts

470	Théorie des phénomènes aléatoires	4 cr.
471	Théorie des systèmes de communications digitales	4
472	Théorie de la détection et de l'estimation	4
473	Analyse spectrale	1
474	Processus de Markov	4
475	Théorie de l'information et codage	4

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, les travaux de recherche portent surtout sur l'effet photo-élastique dans les matériaux viscoélastiques soumis à des efforts dynamiques, telle la propagation d'ondes. Les propriétés des corps visco-élastiques sont aussi étudiés.

Les travaux de recherche en vibrations mécaniques sont orientés vers l'étude des arbres tournants possédant des caractéristiques non-linéai-

res. 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 thermo-fluide, des travaux de recherche sont en cours sur la conversion de l'énergie éolienne en chaleur, le changement de phase des liquides surchauffés, et la détermination de la conductivité thermique des solutions liquide-liquide en fonction de la température et des concentrations. De plus en fluide 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 fluide 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
568 Application d'analyse matricielle I	3
569 Application d'analyse matricielle II	3
570 Mécanique des milieux déformables	3
571 Étude spécialisée	3
572 Rhéologie	3
574 Vibration II	4
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 de fluides	3

SPÉCIALITÉ: GÉNIE CHIMIQUE

Le programme de maîtrise et doctorat en génie chimique porte sur l'exploitation des richesses naturelles, la thermodynamique des solutions, l'identification, le contrôle et l'optimisation des processus et les phénomènes de cinétique gaz solide.

Toute l'équipe de génie chimique est engagée dans la recherche d'applications industrielles de la tourbe: la pollution de l'eau, l'agglomération sélective, la fabrication de charbon activée, l'absorption de polluants gazeux, l'élimination des métaux lourds des eaux usées et leur récupération sont autant de voies qu'explorent les chercheurs du département. Des recherches en thermodynamique des solutions sont également en cours: un nouveau type de calorimètre conçu par un des pro-

fesseurs permettra de mesurer simultanément plusieurs propriétés l'ex-
cès. La dynamique de la production d'algues alimentaires fait également
l'objet de recherches. L'application de la théorie du contrôle optimal
fait également l'objet de projets précis. L'identification dynamique de
processus chimique ainsi que la simulation de systèmes sociaux consti-
tuant des sujets de recherches poursuivis en génie chimique. L'ozona-
tion comme technique de traitement des eaux usées est également éten-
due. La cinétique gaz solide constitue un sujet d'intérêt et quelques
projets seront initiés dans un bref avenir.

Les cours de génie chimique portent sur les problèmes de pollution, la
dynamique des processus, les phénomènes d'échange, le calcul des réac-
teurs, la fluidisation, la thermodynamique avancée et la planification
statistique des essais. D'autres cours dispensés par les spécialistes du
génie électrique et traitant de la commande automatique sont également
accessibles aux étudiants de génie chimique. Des ingénieurs pratiquant
dans l'industrie participent à l'enseignement.

Cours offerts

660	Opérations unitaires dans le traitement des eaux polluées	3 cr.
670	Dynamique des processus continus	3
671	Méthodes numériques et analogiques	3
672	Simulation des processus industriels	3
675	Planification statistique des essais	3
680	Thermodynamique avancée	3
690	Phénomènes de transport I	3
691	Phénomènes de transport II	3
692	Calcul des réacteurs	3
693	Fluidisation	3

GÉNIE MÉDICAL

Conjointement avec la Faculté de médecine de l'Université de Sherbrooke, la Faculté des sciences appliquées offre un programme de maîtrise de type professionnel en génie médical.

Ce programme prépare des ingénieurs à la conception, à la réalisation et à l'utilisation efficace de systèmes d'acquisition et de traitement des données médicales, d'équipement de laboratoires d'analyse clinique automatisés et, de façon générale, d'appareillage électronique d'assistance au médecin dans le diagnostic et les soins aux malades.

Les cours comportent, du côté médical, des enseignements de biochimie, d'hématologie, d'électrocardiographie, d'électroencéphalographie et, du côté des sciences appliquées, des enseignements d'informatique, d'automatique, de circuits électroniques et de télécommunications. L'étudiant doit préparer un projet de développement ou de design, sous la direction conjointe de deux professeurs.

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 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 Equations 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 Equations différentielles (2, 2, 2) 2 crédits

Equations différentielles simples du premier et second ordre.

Equations 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; Ostrogradsby; 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: Trente-six 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 photoélectrique; 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.

A 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 transcendentes: 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. Échelles. 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 équivalent 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. Transitoires 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 de 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, viscoélastique 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 compres-

sion; contraintes et déformations longitudinales; contraintes sur les plans obliques; contraintes principales; cercle du 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 du 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 longués. 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.

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.

Etude 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 standard 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: 305 Structures I

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.

Co-requis: 240 Science des matériaux.

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

Propriétés physiques des sols. Sables, silts, argile. Analyse granulométrique, abaque de plasticité, classification. Compaction des sols. Pression effective, pression neutre, essai de consolidation. Calcul de tassement de consolidation, pression de préconsolidation. Relation contrainte-déformation, équation de Boussinesq, charge ponctuelle. Contraintes et déplacements produits par une charge quelconque: formules de Pröhlich. Tassement élastique, tassement de consolidation. Cisaillement direct triaxial-compression simple, loi de Coulomb. Équilibre élastique et plastique dans un sol.

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 Hydrauliques (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**

Circulation et tracé: caractères généraux de la circulation routière; caractéristiques géométriques des chaussées; aménagement des carrefours; sécurité et signalisation.

Construction et entretien: résistance mécanique des chaussées; matériaux utilisés dans la construction de chaussées; construction des chaussées souples, des chaussées rigides; ouvrages accessoires des chaussées; entretien des routes.

Préalable: 320 Mécanique des sols I.

336 Planification du transport routier**3 crédits**

Introduction aux notions d'analyse des systèmes et de planification. Étude des facteurs régissant la circulation sur les routes modernes; comportement de l'humain vis-à-vis l'automobile. Génération et distribution des voyages, répartition modale et assignation des écoulements de trafic.

Préalable: 335 Génie routier

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

Reconnaissance du sol: forages, sondages, pénétration statique, pénétration dynamique, essais scissométriques, essais de chargement sur le terrain. Contraintes et déplacements dans un milieu d'épaisseur limitée par une base rigide. Théorie de la consolidation dans le temps. Conditions de rupture. Capacité portante des fondations peu profondes. Force portante des fondations sur pieux. Stabilité des murs de soutènement. Stabilité des pentes.

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'essais utilisées dans la pratique courant 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 standard; 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 champignon. Analyse limite des dalles.

Préalables: 305 Structures I.

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.

Préalable: 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 faille. Dépôts non consolidés; sols glaciaires et eaux de vadose.

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

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

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

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

Région de tremblement de terre et problème 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 laboratoire 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.

Gitologie: 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 (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 Planification des ressources hydrauliques

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

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

355 Incertitude et décision**3 crédits**

Rappels de la théorie de la probabilité: usage des distributions classiques de probabilités aux traitements de problèmes de génie civil: structures, transport, hydrologie, analyse des essais.

Théorie élémentaire de la décision: modèle normatif de décision face à l'incertitude; analyse de décision avec information et analyse terminale avec information nouvelle.

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: 356 Génie sanitaire

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.

Préalables: 330 Hydraulique
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.

361 Méthodes numériques en génie **3 crédits**

La résolution des divers problèmes d'équilibre, aux valeurs caractéristiques et de propagation pour les systèmes discrets et continus: applications en transmission de chaleur, écoulements de fluides, analyse des structures, vibrations, électricité.

Solution d'un système d'équations algébriques: itérations; élimination. Problèmes aux limites et problèmes à valeur initiale: solutions numériques des équations différentielles ordinaires et partielles; méthodes variationnelles; différences finies.

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.

363 Modèles probabilistes des systèmes de génie civil **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.

Equations constitutives: lois de comportement des divers milieux continus avec applications aux problèmes de mécanique des fluides et de mécanique des solides.

369 Etude 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 formels 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.

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 Bvorslev;
- 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.

372 Propriétés des argiles **3 crédits**

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

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

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

Géologie des argiles.

Les argiles en génie civil. Propriétés mécaniques.

375 Planification du transport urbain I **3 crédits**

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

376 Planification du transport urbain II **3 crédits**

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

380 Hydrologie physique **3 crédits**

Cycle hydrologique. Processus de transport. Composition physique de l'atmosphère, océans et lacs. Budget énergétique terrestre. Circulation atmosphérique et océanique.

Précipitation. Évaporation et transpiration. Fonte des neiges. Infiltration. Ruissellement. Morphologie d'un bassin.

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.

382 Ecoulements à surface libre **3 crédits**

Etude en profondeur des problèmes d'hydraulique classique, en particulier: canaux artificiels; écoulements graduellement variés et discontinuités; calcul des ouvrages de contrôle et de dissipation; propagation des ondes de crue.

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'aménées. Transitoires dans les fuites. Intumescence.

390 Structure avancée**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.

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.

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.

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.

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.

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.

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

Méthodes numériques d'analyse.

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.

400 Électrotechnique (3, 3, 6) 4 crédits

Objectifs: étude du principe de conversion de l'énergie en vue d'acquies 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

Ce cours s'adresse aux étudiants ayant déjà suivi le cours # 400 - Électrotechnique, et désireux d'approfondir les problèmes de production, transport et distribution de l'énergie électrique.

On y étudie essentiellement le fonctionnement des machines synchrones (alternateurs des centrales hydroélectriques, 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 Appareillage

3 crédits

Ce cours décrit les appareils et les instruments utilisés dans un réseau de distribution de l'énergie électrique à haute puissance et haute tension. En particulier, on traite des lignes de transmission à haute puissance, de l'appareillage des postes de génération et de distribution, des disjoncteurs, des systèmes de relais, de l'excitation, de la régulation des alternateurs et de l'exploitation d'un réseau.

Le cours s'adresse particulièrement aux étudiants qui ont l'intention de travailler pour les organismes qui génèrent et distribuent l'électricité ou dans des emplois connexes. Il est aussi utile pour l'ingénieur qui s'occupera de l'installation électrique dans une usine de moyenne ou grande envergure où des machines puissantes sont utilisées.

Préalables: 400 Électrotechnique.

411 Circuits.

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 caractéristi-

ques 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 & DESCHESESNES, 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: 412 Mathématiques spécialisées.

412 Mathématiques spécialisées (2, 2, 2)

2 crédits

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.

413 Circuits par ordinateur

3 crédits

Cours de design de circuits sur ordinateurs, orienté vers l'application à la microélectronique.

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.

420 Mesures électriques (3, 3, 3)

3 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 Electronique (4, 4, 4)

4 crédits

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.

Le cours comporte neuf séances de laboratoire: 1) caractéristiques des valves; 2) circuits à diodes; 3) polarisation des valves; 4) paramètres des valves; 5) amplificateurs; 6) réponse en fréquences et contre réaction; 7) amplificateur à larges signaux; 8) oscillateurs; 9) amplificateur opérationnel.

Co-requis: 411 Circuits.

420 Mesures électriques.

422 Systèmes électroniques (4, 4, 4)

4 crédits

Étude des circuits électroniques non-linéaires: façonnage des ondes, résistance négative, multivibrateurs. Circuits de communication 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.

Le cours comporte six séances de laboratoire: 1) façonnage des ondes; 2) résistance négative; 3) oscillateur RLC non-linéaire; 4) multivibrateurs; 5) circuits intégrés digitaux; 6) circuits intégrés linéaires.

Préalable: 421 Electronique.

Co-requis: 410 Circuits logiques.

423 Micro-électronique

3 crédits

Études et réalisation des circuits intégrés monolithiques et hybrides. Travaux pratiques réalisés dans le milieu technologique propice. Mesu-

res complexes sur les composantes et blocs fonctionnels hybrides en couches épaisses et minces.

Préalable: 422 Systèmes électroniques.

425 Circuits de communications

3 crédits

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 diode et à transistor conduisant à la conversion de fréquence.

Modulation: modulation d'amplitude, de fréquences 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.

Préalable: 422 Systèmes électroniques.

Co-requis: 441 Communications.

430 Simulation et modèles (3, 3, 3)

3 crédits

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.

Système 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

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, coefficients d'erreur, 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 laboratoires aux deux semaines.

Préalables: 412 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 con-

sidérant 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

Description des calculateurs de processus: fonctions de calcul de décision, de mémorisation. Description des organes périphériques: convertisseurs analogiques digitaux et digitaux 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'état.

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

Optimalisation: 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. Notion 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; notion d'induction électromagnétique; notions sur la matière aimantée.

Préalable: 120 Compléments de calcul.

441 Communications

3 crédits

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,

Amod. 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.

412 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 microondes 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 filiaires les plus couramment utilisées (monopoles, 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'états

2 crédits (ELE 6202)

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

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

461 Systèmes non-linéaires**4 crédits (ELE 6704)**

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

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

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

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

Principes de résolution des problèmes non-linéaires. Représentation d'une fonction non-linéaire: approximation par un polynôme par lignes brisées, par fonctions 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.

**462 Systèmes de commande aux données échantillonnées 4 crédits
(ELE 6714)**

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. Système échantillonné non-linéaire soumis à une entrée sinusoïdale.

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

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

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

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

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

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.

463 Théorie de la commande optimale 4 crédits (ELE 6734)

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

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

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

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

465 Systèmes logiques 4 crédits (ELE 6724)

Algèbre de Boole. Postulats et théorèmes. Table de vérité. Opérateurs booléens. Introduction à la réduction et à la décomposition des fonctions. Composants. Relais. Diodes. Transistors. Éléments magnétiques. Diodes tunnels. Cryotrons. Éléments pneumatiques.

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

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

Introduction aux systèmes séquentiels. Exemple de systèmes à une ou plusieurs boucles. Équations. Notion d'état interne. Représentations: table de fluence. Table des phases, diagramme de fluence, matrice de transition. Machines asynchrones et synchrones. Machines de Mealy, de Moore et d'Huffman.

Analyse des systèmes séquentiels-Aléas. Analyse de machines asynchrones, de machines synchrones. Aléas statiques. Aléas dynamiques. Courses. Aléas dans les machines asynchrones, dans les machines synchrones. Synthèse des systèmes séquentiels. Synthèse des tables: méthode naturelle, méthode de 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.

466 Structures des calculateurs 3 crédits (ELE 6653)

L'esprit de ce cours est de faire comprendre aux utilisateurs la structure des calculateurs et de leurs périphériques pour les applications industrielles et de gestion, ou à des personnes travaillant dans le "software" de base.

Il permet de concevoir la logique d'interface d'une unité centrale à des périphériques ou des processus physiques.

Il s'arrête au niveau logique en laissant de côté la réalisation électronique, c'est-à-dire au niveau de la microcommande, il laisse aussi de côté les développements mathématiques sur l'algèbre de Boole et des automates.

Par contre, une importance relativement grande par rapport au reste est donnée à l'unité d'entrée-sortie et à la conception de l'unité de commande, microprogrammée ou non, ceci en vue de la conception de coupleurs. Enfin, un chapitre sur le système 360 est inclus car de nombreux calculateurs industriels actuels s'en inspirent.

470 Théorie des phénomènes aléatoires 4 crédits (ELE 6514)

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

Éléments de théorie de la décision.

Puissance d'un test. Tests de Bayer, Neyman-Pearson. Courbes ROC. Phénomènes stochastiques. Fonction de corrélation et spectres. Transformation non 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.

471 Théorie des systèmes de communications digitales 4 crédits (ELE 6524)

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.
 Echantillonnage et quantisation. Structure de récepteurs optimaux cohérents et non cohérents.
 Performance de systèmes binaires et n-aires.
 Effets du fading.
 Systèmes particuliers. Spectre de séquences corrélées. Systèmes duobinaire, diphasé. Spectre FSK.
 Systèmes pseudocohérents. Système différentiel.
 Procédé de synchronisation. Influence des erreurs de synchronisation.
 Système à adresse. Système PN, synthèse de séquences pseudoaléatoires.
 Systèmes FT. Delay-lock loop.
 Principes de diversité.
 Principes de ranging.
 Eléments de théorie de l'information et du codage.

472 Théorie de la détection et de l'estimation 4 crédits (ELE 6534)
 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.

473 Analyse spectrale (ELE 6571)

Fonctions de variables complexes, intégration par les résidus. Eléments de la théorie des distributions.
 Transformées de Fourier, et applications aux systèmes linéaires. Transformées de Fourier dans le plan complexe, série de Fourier. Transformées de Laplace, Hilbert en Z.

474 Processus de Markov (ELE 6544)

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.

475 Théorie de l'information et codage 4 crédits (ELE 6554)

Théorie de l'information. Notions de base: entropie, transinformation, capacité. Canaux sans bruit. Canaux avec bruit gaussien. Théorèmes de Shannon.
 Codes linéaires. Notions de groupes, anneaux et champs. Espace vectoriel et algèbre linéaire. Code linéaire et décodage par étapes. Codes autocorrecteurs et leurs limites. Étude des codes linéaires importants.

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

500 Mécanique technique I (3, 3, 3)

3 crédits

Etude générale des contraintes et des déformations: analyse des contraintes et des déformations pour des cas généraux; représentation tensorielle; contrainte hydrostatique et déviateur; équations d'équilibre; conditions de comptabilité; introduction de la fonction d'Airy; contraintes et déformations principales; représentation géométrique.

Lois de comportement: loi de Hooke généralisée et limitations; exemple de solution par la théorie de l'élasticité; notions de plasticité; viscoélasticité et rhéologie.

Mesure des déformations: grandeurs accessibles, notions d'extensométrie. Bref aperçu des principales méthodes de mécanique expérimentale: photoélasticité, Moirés, vernis craquelants, photostress.

Energie de déformation et méthodes d'énergie: définitions; cas uniaxial, cisaillement, cas multiaxial; méthodes d'énergie, théorème de Castigliano, généralisation, charge fictive; applications.

Déformations axisymétriques: cylindres épais, ajustements forcés, disques et anneaux en rotation.

Le cours comporte six séances de laboratoire: 1) jauges - cylindres épais et poutre en flexion; 2) étalonnage photoélastique - disque en compression diamétrale; 3) méthodes des Moirés - barre courbe mince et anneau mince; 4) vernis craquelants - facteur de concentration d'efforts; 5) rosette - cercle de Mohr; 6) viscoélasticité - relaxation d'un matériau viscoélastique et traction d'un matériau composite.

Volume recommandé: POPOV, Introduction to Mechanics of Solids.

Préalable: 245 Résistance des matériaux.

502 Mécanique technique II (3, 3, 3)

3 crédits

Facteurs de sécurité: définition, utilité, spécification par certains codes. Types de charges.

Compléments de résistance des matériaux. Torsion: rappel de la formule de torsion, transmission de puissance, concentration des contraintes, arbre de section non circulaire. Flexion: rappel de la formule de flexion, poutre non homogène, concentration des contraintes, barres courbes épaisses. Notions de contraintes thermiques, expansion thermique. Notions de fluage pour des cas simples. Contraintes de contact, prédictions de la théorie de Hertz.

Dimensionnement pour charges statiques. Sollicitations mixtes: superposition et limitations; critères d'effondrement et de fracture; comparaison et utilité des divers critères. Design de membrures pour diverses sollicitations; concentration des contraintes; synthèse. Notions de design pour les plastiques et structures sandwich.

Dimensionnement pour charges dynamiques. Cas des charges variables: types, fatigue, limite d'endurance, facteurs de correction, concentration et redistribution des contraintes, aspect d'une fracture de fatigue, dom-

mage cumulatif, sollicitations mixtes, synthèse. Cas de charges d'impact: définition du problème, méthodes approximatives de solution, influence de la géométrie de la pièce, aperçu des méthodes exactes de solution. Volume recommandé: JUVINALL, Stress, Strain and Strength.

Préalable: 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 thermiques; 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-potential; 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; micrographies 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.

506 Mécanique de fabrication I (2, 2, 2)

2 crédits

Coulage: la fonderie; différents genres et procédés de moulage et applications; moules en sable et moules permanents; coulées sous pression

centrifuge. Forgeage: la forge; les presses et les marteaux; forgeage à chaud et à froid. Laminage. Extrusion. Travaux à la presse: découpage, formage, emboutissage. Procédés spéciaux. Formage à haute énergie: formage magnétique, par explosion, par décharge électrique. Soudage et découpage: soudage oxyacétylénique, à l'arc, par résistance; découpage oxyacétylénique; flamme, plasma; soudage par faisceaux d'électrons, ultrasons, friction, laser. Métallographie des soudures. Problèmes de déformations plastiques à froid et à chaud. Procédés et contrôle de la production: standardisation, jeux et tolérances; système de dimensionnement statistique. Contrôle de la qualité.

Volume recommandé: DEGARMO, *Materials and Processes in Manufacturing*.

Co-requis: 504 Métallurgie.

508 Mécanique de fabrication II (2, 2, 2)

2 crédits

Matériaux d'outils. Étude de la coupe: le copeau; les forces de coupe; vitesse, avance et profondeur de coupe; unité de volume de métal enlevé. Prix du temps de coupe. Éléments de coupe. Usure des outils: loi de Taylor; durée d'outil. Étude fonctionnelle des machines-outils: tours, perceuses, fraiseuses, rectifieuses... machines spéciales; puissance et rendement; précision et productivité; ébauche et finition. Production en série. Simplification: gabariage. Analyse des méthodes et des coûts de la production. Méthodes et instruments de contrôle. Métrologie. Procédés spéciaux d'usinage: électro-érosion; électrolyse; usinage par faisceaux d'électrons, par ultra-sons et par laser; usinage à chaud; usinage à froid.

Volume recommandé: DEGARMO, *Materials and Processes in Manufacturing*.

Co-requis: 504 Métallurgie

510 Éléments de conception (1, 3, 2)

2 crédits

Introduction à la pratique industrielle: discussion des différentes étapes d'un projet de construction mécanique, particulièrement du point de vue de la production, en plaçant l'accent sur les rôles respectifs des prototypes, de l'interchangeabilité des pièces, des tolérances, des gabarits de montage et d'usinage. Discussion d'un cas type afin de faire ressortir le rôle et l'importance des moyens de communication de l'ingénieur dans les différentes phases de la production; dessins d'atelier, dessins d'assemblage, liste des matériaux, inspection, équipements spéciaux.

Étapes de la réalisation d'une pièce mécanique simple: rôle de la créativité, de la fiabilité, de l'environnement et critères de choix entre diverses solutions acceptables. Application: l'étudiant doit faire la synthèse de la matière du cours par la solution d'un problème concret de design.

Préalable: 215 Techniques graphiques.

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. Engrenage droits standards et non-

standards. Engrenages coniques. Trains d'engrenages ordinaires et planétaires. Introduction à la synthèse des mécanismes. Méthodes de Rosenauer et Freudenstein. Solution graphique des vitesses et accélérations absolues et relatives.

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

Equations 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 (2, 2, 2)**2 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 Ecoulements fluides (2, 2, 2)**2 crédits**

Propriétés de transport et mécanismes moléculaires d'échange: viscosité et loi de Newton; conductivité et loi de Fourier; diffusivité et loi de Fick. Ecoulement 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 valvès et les raccords, les contractions, etc. . .

Couche limite turbulente sur la plaque plane; profils de vitesse. Trainée et coefficient de trainée. 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.

526 Commande automatique (2, 2, 2)

2 crédits

Théorie des systèmes linéaires à contre-réaction: notions générales, principaux organes, linéarisation; stabilité, critères de performance, précision; correction.

Asservissements hydrauliques et électro-hydrauliques. Régulation pneumatique et électro-pneumatique des processus industriels: utilisation, principaux organes; systèmes P, PI, PID.

Notions de logique binaire. Relais logiques électriques, pneumatiques, fluidiques. Commande séquentielle et combinatoire. Commande numérique des machines outils.

Le cours est complété par cinq séances de laboratoire portant sur les sujets suivants: asservissement électro-hydraulique; régulateur PI pneumatique; logique - surtout fluidique; commande séquentielle et combinatoire; commande numérique.

Préalables: 255 Analyse de systèmes.

522 Écoulements 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.

Préalables: 125 Probabilités et statistiques.
255 Analyse de systèmes.

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: 530 Recherche opérationnelle.

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 revisera 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

progresses 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 les 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.

Préalables: 500 Mécanique technique I

508 Mécanique de fabrication II.

545 Projet de fabrication **3 crédits**

Le cours s'adresse à l'étudiant désireux de se familiariser avec les différents procédés de production et les méthodes d'évaluation des coûts de fabrication.

Les calculs et le dessin complet des montages, guides et gabarits, suivant les normes de l'industrie, requièrent une étude préalable de la précision des procédés de production et des coûts de fabrication.

Préalable: 508 Mécanique de fabrication II.

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: 508 Mécanique de fabrication II.

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.

A 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'étirage, le laminage, etc.

Préalables: 500 Mécanique technique I.

506 Mécanique de fabrication 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.

Préalables: 504 Métallurgie.

506 Mécanique de fabrication I.

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 étu-

de du comportement dynamique est entreprise en vue de définir les conditions d'utilisation. Un projet sommaire complète ce cours.

Préalables: 502 Mécanique technique II.

508 Mécanique de fabrication II.

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 différentes 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.

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 Energétique

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 nucléaires, 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'étrépage, du laminage, de la forge, etc...

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

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 dérivés 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.

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.

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...)

565 Cinématique

2 crédits

Etudes 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...

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 bidimensionnelles en régimes permanents et transitoires.

La plasticité anisotropique.

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

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.

568 Application d'analyse matricielle I

3 crédits

Calculmatriciel, propriétés des matrices, déterminants; tenseurs; espace vectoriel, orthogonalisation, systèmes linéaires d'équations algébriques, problèmes de valeurs propres, diagonalisation, matrices spéciales, formes quadratiques; théorème de Cayley-Hamilton, fonctions de matrices, équations différentielles.

Applications: discrétisation, optimisation, stabilité des systèmes, problèmes de probabilité.

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.

Pré-requis: 568 Application d'analyse matricielle I

570 Mécanique des milieux déformables 3 crédits

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

Etude générale de la cinématique des corps continus déformables; taux de déformations 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; thermoélasticité; fluides non newtoniens, viscoélastiques. Élasticité du caoutchouc.

571 Étude spécialisée 3 crédits

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

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 cours exposés de la théorie classique de l'élasticité et de la plasticité.

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

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

Rhéologie des caoutchouc et polymères à longue chaîne moléculaire résultats théorique 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.

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 de Galerkin et de Myklestad, emploi du calcul matriciel.

Préalables: 540 Vibrations mécaniques.

568 Application d'analyse matricielle I.

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

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.

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 Karman 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.

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.

584 Compléments de mécanique des fluides

3 crédits

Forme générale des équations fondamentales: Continuité, Navier-Stokes, énergie.

Étude générale du champ d'écoulement: principe de similitude dérivé à partir des équations de Navier-Stokes; cas limites: écoulement à bas et haut nombre de Reynolds.

Solutions exactes: écoulement de Couette et de Poiseuille, écoulement entre deux cylindres en rotation; écoulements transitoires: premier problème de Stokes et régime transitoire dans l'écoulement de Couette; écoulements très lents: écoulement parallèle autour d'une sphère.

Théorie de la couche limite laminaire: formation en deux dimensions; couche limite sur la plaque plane, écoulement autour d'un coin; couche limite en régime non-permanent; équation intégrale de Karman.

Contrôle de la couche limite: discussion de différentes méthodes; suction; résultats analytiques et expérimentaux, effets sur la traînée et la portance.

Stabilité d'un écoulement laminaire: méthode des petites perturbations; équations Orr-Sommerfeld; premier et deuxième théorème de Lord Rayleigh.

Écoulement turbulent: effet du gradient de pression sur la transition en régime turbulent; tensions supplémentaires dues aux fluctuations de vitesse; longueur de mélange de Prandtl; distribution des vitesses dans un écoulement turbulent; intensité de turbulence; énergie du mouvement turbulent; jets et sillages; turbulence libre.

601 Phénomènes d'échanges I (2, 3, 4)**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 modélés 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 newtonien; 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 (2, 3, 4)**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; 2) mesure de la mise en régime thermique d'un volume liquide; 3) mesure du coefficient de transfert de masse dans une colonne à paroi mœullée; 4) radiation, température de flamme, bilan.

Préalable: 601 Phénomènes d'échanges I.

603 Opérations unitaires I (2, 3, 4)**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. Ana-

lyse global 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 dans un plateau théorique.

Séparations dans des colonnes à plateaux:

- a) Étude des opérations ou contrecourant: Bilans et calculs pour les systèmes vapeur-liquide, liquide-liquide, gaz-solide, liquide-valide. Variables opérationnelles et leur influence sur les séparations.
- b) 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.
- c) 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".
- d) Efficacité d'un plateau réel. Définitions. Influence de l'efficacité sur le calcul du nombre de plateaux.
- e) Distillation différentielle et distillation en batch. Bilans et calculs.
- f) Distillation azéotrope et distillation extractive. Calculs.
- g) Systèmes à multicomposants.

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

Préalables: 135 Chimie physique.

601 Phénomènes d'échanges I.

604 Opérations unitaires II (2, 3, 4)

3 crédits

Revue des transports moléculaire et turbulent. Nombres sans dimension: leur définition, signification et utilité.

Transfert de masse à travers une interphase. Coefficients de transfert: théorie du double film; film controlant; coefficient global.

Opérations unitaires en colonnes garnies: distillation, absorption et adsorption. Équations de dessin. Correlations 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 de fluides: filtration, centrifugation et sédimentation.

Le cours comporte des travaux de laboratoire portant sur les sujets suivants: distillation, absorption, évaporation 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 en termes de bilan d'énergie totale; première loi; bilan de matière; effets thermiques; bilan d'énergie totale.

Calcul d'équilibre vapeur-liquide: loi de Raoult, de Dalton et déviations; relations thermodynamiques de base; équations de Gibbs-Duhem; fugacité, gaz purs et mélanges, phase liquide; coefficient d'activité.

Fugacité dans les mélanges de gaz: loi de Lewis, équation du viriel et extension aux mélanges; calcul des coefficients du viriel; fugacité à partir des graphiques généralisés. Fugacité dans les mélanges liquides: solution idéale; activité et coefficient d'activité; pression partielle à partir des données expérimentales.

Introduction à la thermodynamique statistique: propriétés et fonctions de partition; les gaz mono, di et poly atomiques.

Théorie cinétique et phénomène d'échange: distribution de Maxwell-Boltzmann; flux moléculaire et coefficient de transport; conductivité thermique; viscosité dynamique; diffusion.

Équilibre chimique: 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.

Introduction à la thermodynamique des procédés irréversibles.

Préalable: 135 Chimie physique.

606 Cinétique (3, 3, 3) 3 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.

607 Calcul des réacteurs (3, 3, 3) 3 crédits

Types de réacteur: continu, semi-continu, discontinu, tubulaire. Modèles mathématiques de réacteurs.

Opération en phase liquide et gazeuse. Opération adiabatique et isotherme. Transmission de chaleur.

Réacteur continu: bilans de masses et d'énergie; design; séquence de réacteurs. Réacteur discontinu: bilans de masse et d'énergie; opération intermittente; design. Réacteur tubulaire: bilans de masse et d'énergie; design.

Préalable: 606 Cinétique.

608 Design I (3, 3, 3) 3 crédits

L'emphase du cours est placée sur la conception et l'invention de processus et sur les considérations économiques.

Présentation et discussion de problèmes industriels réels et applications reliées au domaine chimique et pétrochimique.

Recherche du point optimum d'opération.

Préalables: 602 Phénomènes d'échanges II.

603 Opérations unitaires I.

605 Thermodynamique chimique.

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. Il vise à donner aux étudiants une approche quantitative des processus naturels et des effets de la pollution.

Le contenu comprend le modelage de dynamique de cours d'eau et de dispersion des fumées. La dispersion de gaz et la prédiction des profils de concentration de polluants sont également étudiés. Pour les fins de la simulation, on touche à divers langages comme DYNSSYS, DYNAMO, GEMCS.

Préalable: 255 Analyse de systèmes.

612 Traitement de minerais

3 crédits

Ce cours vise à présenter les opérations unitaires pour la séparation et la concentration des minerais aux futurs ingénieurs intéressés par le domaine minier.

Le cours est une introduction aux principes du broyage, du concassage et de la communiton, et à l'équipement utilisé pour ces opérations. La sédimentation et le malaxage sont également des domaines étudiés.

Préalable: 135 Chimie physique.

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 L'eau et l'industrie minière

3 crédits

L'industrie minière consomme des quantités énormes d'eau à l'intérieur de ses opérations. Le cours s'adresse aux étudiants intéressés à travailler dans ce secteur.

Le contenu du cours comprend les éléments et l'équipement requis pour le séchage et le transport des fluides.

Préalable: 135 Chimie physique.

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; ampèrométrie; 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.

652 Chimie organique I (3, 0, 6) 3 crédits

Structure, identification et nomenclature des substances organiques.

Liaison dans les molécules organiques, orbitales, atomiques; hybridation des orbitales de liaison.

Etude 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.

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: 652 Chimie organique I.

660 Traitement des eaux polluées 3 crédits (MEC 6383)

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 standard du traitement, les procédés de traitement avancé et en voie de développement.

670 Dynamiques des processus continus 3 crédits (MEC 6623)

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

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

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

671 Méthodes numériques et analogiques 3 crédits

Simulation analogique, éléments linéaires et non-linéaires, facteurs d'échelle.

Formules d'interpolation, méthodes d'itérations. Différenciation et intégration numérique. Intégration numérique d'équations différentielles ordinaires. Intégration numérique d'équations différentielles partielles.

672 Simulation des procédés industriels 3 crédits

Introduction à l'approche modulaire. Techniques de la simulation dégitale. Programmes exécutifs PACER/GEMCS. Blocs modulaires et modelage. Simulation d'opérations unitaires et de procédés. Programme exécutif DXNSYS.

675 Planification statistique des essais 3 crédits (MEC 6353)

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.

680 Thermodynamique avancée 3 crédits (MEC 1373)

Équilibre de phases et équilibre chimique, critère d'équilibre et applicabilité aux systèmes homogènes. Systèmes miscibles et immiscibles. Equation de Gibbs-Duhem. Propriétés d'excès. Propriétés molales partielles. Test de consistence thermodynamique. Application aux équilibres vapeur-liquide.

690 Phénomènes de transport I 3 crédits (MEC 6893)

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

691 Phénomènes de transport II **3 crédits (MEC 6903)**

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

692 Calcul des réacteurs **3 crédits (MEC 6633)**

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

693 Fluidisation **3 crédits (MEC 6363)**

Introduction historique. Exemple d'application industrielle.
Caractérisation des petites particules.
Écoulement autour des petites particules.
Rhéologie des poudres.
Écoulement des poudres non-fluidisées. Étude de l'écoulement dans les silos. Techniques de dessin des silos.
Écoulement dans les couches fixes (juste ce qui est nécessaire pour comprendre la fluidisation particulière).
Fluidisation particulière 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...

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 Economie 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. A 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.

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.

940 Sciences, technologie et société

3 crédits

Problèmes internes de la science: notions de l'histoire de la science, économie de la science; effets sociologiques.

Impact de la science et de la technologie sur la société, sur la culture d'un peuple et sur son économie.

Préoccupations de la science et de la technologie: environnement, qualité de la vie.

Elaboration d'une politique scientifique.

Préalable: aucun.

945 Psycho-sociologie 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...).

Sciences de l'homme (3, 0)

3 crédits

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

***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.

* Cours dispensé dans le cadre du programme de baccalauréat ès arts, option géographie physique.

Études des équilibres, des systèmes acides-bases, de l'intempérisme, de la chimie structurale des composés inorganiques naturels des argiles et des sols.

***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 failage. Éléments 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. Cas 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.

CIV 4014 Systèmes de génie civil **4 unités**

Introduction aux méthodes modernes d'analyse et de solution de problèmes urbains; présentation de techniques utilisées dans la conception de systèmes de transport, de distribution d'eau, de bâtiment et d'administration publique.

* : Cours dispensé dans le cadre du programme de baccalauréat ès arts, option géographie physique.

Procédures pour l'identification, la définition et la sélection des systèmes optimaux; introduction à la programmation mathématique, théorie statistique de décision, développement de modèles, planification, analyse économique et contrôle budgétaire.

Influence de l'environnement social et économique sur les projets d'ingénieurs, définition des politiques et leurs effets sur les investissements publics et privés. Applications dans les domaines de la santé, l'éducation, la justice, les communications, le contrôle de la pollution, les processus industriels, etc. . .

Utilisation de l'ordinateur dans la recherche des alternatives et l'implantation des stratégies de réalisation; discussion de l'impact des ordinateurs et de l'envergure qu'ils permettent aux projets d'ingénieurs.

Relations ingénieurs analystes versus responsables de décision.

CIV 4043 Compléments de génie civil (3, 0) 3 unités

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

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

CIV 4234 Ressources hydrauliques I (3, 1½) 4 unités

Généralités, historique, méthodes employées en hydrologie.

Statistiques hydrologiques, régression et corrélation.

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

Balance de l'énergie terrestre et circulation atmosphérique.

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

Mesure de la précipitation et de sa distribution atmosphérique.

Evaporation, transpiration, infiltration, écoulement souterrain.

Écoulement de surface.

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

Analyse statistique des données hydrologiques.

Études de cas pratiques.

CIV 4244 Ressources hydrauliques II (3, 1½) 4 unités

Première partie: problèmes de génie spécifiques aux structures hydrauliques: érosion, infiltration, pressions interstitielles; rabattement et exploitation des nappes souterraines; drains et filtres; aménagement des rivières non navigables: principes de base; les pompes, sélection et installation.

Deuxième partie: économie et financement des aménagements hydrauliques.

- CIV 4534 Béton précontraint (2, 3) 4 unités**
 Principe et procédés de la précontrainte. Propriétés des bétons et aciers pour précontrainte. Fluage du béton et pertes de précontraintes. Contraintes admissibles.
 Calcul des poutres isostatiques fléchies; caractéristiques d'une section, noyau central et noyau limite, dimensionnement. Tracé des câbles, effort tranchant, efforts aux abouts, armatures secondaires. Résistance ultime. Structures hyperstatiques.
- CIV 4634 Mécanique des sols III (2, 3) 4 unités**
 (Voir la description du cours 340).
- CIV 4814 Génie routier (3, 1½) 4 unités**
 Cours élémentaire s'attachant aux principes fondamentaux du dessin structural des assises des voies de circulation et du dessin géométrique des routes.
 Etude du comportement des chaussées rigides et flexibles sous l'influence de charges transitoires et du climat.
 Propriétés des diverses composantes d'une chaussée; les essais standards. Le dessin structural, l'évaluation et le renforcement des chaussées souples et rigides.
 Le dessin géométrique des routes, intersections et échangeurs.
- CIV 4824 Planification du transport routier (3, 1½) 4 unités**
 Introduction aux notions d'analyse des systèmes et de planification.
 Etude des facteurs régissant la circulation sur les routes modernes; comportement de l'humain vis-à-vis l'automobile.
 Génération et distribution des voyages, répartition modale et assignation des écoulements de trafic.
- CIV 4914 Projet de génie civil (0, 6) 4 unités**
 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.
- ELE 4113 Transmission (2, 1½) 3 unités**
 (voir la description du cours 442)
- ELE 4355 Micro-électronique (3, 3) 5 unités**
 (voir la description du cours 423)
- ELE 4415 Conversion d'énergie II (4, 1½) 5 unités**
 (voir la description du cours 401)
- ELE 4434 Appareillage et installations électriques (4, 0) 4 unités**
 (voir la description du cours 402)
- ELE 4505 Systèmes de communication (4, 1½) 5 unités**
 (voir la description du cours 441)

ELE 4515	Circuits de communication (4, 1½) (voir la description du cours 425)	5 unités
ELE 4526	Hyperfréquences et antennes (4, 3) (voir la description du cours 443)	6 unités
ELE 4705	Asservissements I (3, 5) (voir la description du cours 431)	5 unités
ELE 4715	Asservissements II (3, 3) (voir la description du cours 432)	5 unités
ELE 4726	Commande numérique des processus (4, 3) (voir la description du cours 433)	6 unités
ELE 4913	Avant projet (0, 4½) (voir la description du cours 408)	3 unités

ELE 4804 Mesures électriques et électroniques (3, 1½) 4 unités

Les unités électriques, électroniques et photoniques.

Principes des mesures: la perception des grandeurs; efficacité d'un appareil de mesure; schéma fonctionnel d'une mesure et d'un appareil de mesure électrique; fidélité d'un appareil de mesure; choix de capteurs et détalons; théorie d'information.

Les éléments convertisseurs des appareils de mesure: thermocouples; thermistances; bolomètres; photodétecteurs; effet Hall.

La qualité des mesures: qualités extrinsèques et intrinsèques; la robustesse, la commodité d'emploi, l'évaluation de la précision d'une mesure.

Influence des bruits et des parasites: réduction de l'effet du bruit; réduction des parasites; le blindage; le filtrage; mise à la terre; mesure du rapport du signal au bruit.

Les amplificateurs de mesure.

Les oscillateurs de mesure.

Les enregistreurs.

Les oscilloscopes spécialisés: l'oscilloscope à mémoire, oscilloscope à échantillonnage.

Mesures: mesures des courants, des tensions, mesures des résistances, mesure des impédances, mesure de quantités électriques et électroniques; mesure des phénomènes magnétiques, des puissances et énergies; mesure des fréquences, des déphasages.

Mesure des atténuations et de gains.

Mesures photoniques: les phénomènes photoélectriques; la répartition spectrale, le courant d'obscurité; le bruit dans les mesures photoniques et les problèmes de photométrie; la caméra électronique; le microscope électronique; les amplificateurs photoniques; photopiles de mesure; luxotomètres, posemètres, détecteurs de radio-activité; thermocolorimètre, photomètres, et colorimètres, réfractomètre, pyromètre, spectrophotomètre.

Mesure de petit déplacement.

Télémetrie: mesures dans milieu hostile; mesures sous l'eau, dans l'atmosphère gazeuse, dans l'espace; multiplexing, convertisseurs analogue-digitaux.

ELE 4913 Avant projet (0, 4½) 3 unités
(voir la description du cours 408)

ELE 4925 Projets de génie électrique (0, 7½) 5 unités
(voir la description du cours 409)

MEC 4021 Séminaire (0, 1½) 1 unité
Présentation de travaux analytiques par chacun des étudiants, suivie d'une période de discussion. Le séminaire fournit à l'étudiant l'occasion de s'exprimer en public sur un sujet technique. Le jury accorde autant d'importance à la présentation qu'au sujet traité.

MEC 4034 Projet de constructions mécaniques (0, 6) 4 unités
Ces périodes sont affectées à un travail d'envergure portant sur un sujet aussi pratique que possible et comportant les calculs et dessins complets de production suivant les normes utilisées dans l'industrie. Elles peuvent être aussi affectées à un travail purement analytique sur approbation du directeur du département.

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

MEC 4044 Projet de processus industriels (0, 6) 4 unités
Le projet de chaque étudiant pourra consister en la simulation, soit analogique, soit digitale de modèles mathématiques, et certaines déterminations expérimentales sur des appareils existants ou susceptibles d'être construits pourront également être prises pour fins de vérification. Cette étude dynamique amènera l'étudiant aux portes du contrôle des processus et servira à augmenter ses connaissances en ce domaine.

MEC 4242 Projet industriel de fabrication (0, 3) 2 unités
Étude de la précision, des procédés et de l'économie de fabrication. Dessins et calculs des outils, des mantages, des guides et des gabarits suivant les normes utilisées dans l'industrie.

MEC 4275 Construction mécanique II (4, 1½) 5 unités
Calculs d'éléments de machines. Fixage des éléments. Transmission de puissance; arbres, courroies, couplages, embrayages. Ressort: hélicoïdal, barre de torsion. Paliers; lisses, à rouleaux, à billes. Lubrification. Emploi des calculatrices dans le design.

MEC 4285 Génie industriel (4, 1½) 5 unités
Organisation de la production. Production et recherches opérationnelles: élaboration des modèles symboliques, traitement des modèles par les méthodes analytique et numérique. Prévisions de la demande et modèle

de stocks, d'affectation, de file d'attente, de remplacement et d'ordonnement. Estimation et contrôle du coût de la production. Échantillonnage et contrôle statistique de la qualité de la production.

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

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

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

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

MEC 4436 Vibrations mécaniques (4, 3) 6 unités

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

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

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

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

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

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

MEC 4755 Organes des systèmes asservis (4, 1/2)**5 unités**

Organes électriques et électro-magnétiques.

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

Analyseurs: analyseurs optiques, spectomètre de masse, chromatographe, viscosimètre, etc.

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

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

Organes pneumatiques — Fluidique

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

Relais d'asservissement. Vannes de réglage: écoulement liquide et gazeux, caractéristique des différents types. Organes de commande discontinue. Organes de logique pneumatique à parties mobiles.

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

Organes hydrauliques

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

MEC 4845 Transmission de chaleur et combustion (4, 1/2) 5 unités

Revue de la convection et conduction. Phénomènes transitoires. Radiation de la chaleur. Transmission globale de la chaleur. Aperçu sur la combustion. Brûleurs à gaz, à combustibles liquides et solides. Applications. Séances de laboratoire: expériences pratiques. Solution et discussion de problèmes en classe. Discussion des questions soulevées par les étudiants. Discussion des applications.

MEC 4853 Moteurs à combustion interne (2, 1/2)**3 unités**

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

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

MEC 4875 Centrale d'énergie (4, 1½)

5 unités

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