

UNIVERSITÉ
DE
SHERBROOKE

FACULTÉ
DES
SCIENCES
APPLIQUÉES
71-72

Pour tous renseignements,
s'adresser au :

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

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

TABLE DES MATIÈRES

CALENDRIER DE LA FACULTÉ	5
PRÉSENTATION	
HISTORIQUE	9
ADMINISTRATION DE LA FACULTÉ	10
CONSEIL DE LA FACULTÉ	10
CORPS PROFESSORAL	11
RÈGLEMENTS PÉDAGOGIQUES	
TABLEAU DES RÈGLEMENTS	15
RÈGLEMENTS GÉNÉRAUX	17
RÈGLEMENTS PARTICULIERS AU BACCALAURÉAT	20
RÈGLEMENTS COMMUNS À LA MAÎTRISE ET AU DOCTORAT	23
RÈGLEMENTS PARTICULIERS À LA MAÎTRISE	24
RÈGLEMENTS PARTICULIERS AU DOCTORAT	26
PROGRAMMES	
BACCALAURÉAT	
SYSTÈME COOPÉRATIF	29
TABLEAU DE L'AGENCEMENT DES SESSIONS	31
STRUCTURE DU PROGRAMME	32
TRONC COMMUN	33
GÉNIE CIVIL	35
GÉNIE ÉLECTRIQUE	37
GÉNIE MÉCANIQUE	39
GÉNIE CHIMIQUE	42
MAÎTRISE ET DOCTORAT	43
GÉNIE CIVIL	44
GÉNIE ÉLECTRIQUE	46
GÉNIE MÉCANIQUE	47
GÉNIE CHIMIQUE	48
PROGRAMMES CONJOINTS (génie aérospatial et génie médical)	49
DESCRIPTION DES COURS	51

CALENDRIER DE LA FACULTÉ 1971-1972

MARDI 7 SEPTEMBRE 1971

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

MERCREDI 8 SEPTEMBRE 1971

Début des cours de la session d'automne.

LUNDI 11 OCTOBRE 1971

Jour d'Action de grâces. Congé universitaire.

VENDREDI 15 OCTOBRE 1971

Émission des grades.
Congrès de l'ACFAS. Congé spécial.

SAMEDI 16 OCTOBRE 1971

Congrès de l'ACFAS. Congé spécial.

LUNDI 1er NOVEMBRE 1971

Dernier jour de réception des demandes d'admission pour la session d'hiver 1972.

MARDI 9 NOVEMBRE 1971

Début des entrevues étudiants-entreprises.

JEUDI 18 NOVEMBRE 1971

Fin des entrevues étudiants-entreprises.

MERCREDI 1er DÉCEMBRE 1971

Dernier jour de la remise au secrétariat de la Faculté des demandes de renouvellement d'admission à la session du printemps 1972.

MARDI 7 DÉCEMBRE 1971

Fin des cours de la session d'automne.

MERCREDI 8 DÉCEMBRE 1971

Début des examens.

JEUDI 23 DÉCEMBRE 1971

Dernier jour d'examens et fin des stages pratiques de la session d'automne.

MARDI 4 JANVIER 1972

Clôture des inscriptions, début des cours et début des stages pratiques de la session d'hiver.

MARDI 1er FÉVRIER 1972

Second versement des frais de scolarité.

MARDI, 15 FÉVRIER 1972

Émission des grades.

MERCREDI 1er MARS 1972

Dernier jour de réception des demandes d'admission à temps complet pour l'année universitaire 1972-73 et pour la session de printemps 1972.

MARDI 7 MARS 1972

Début des entrevues étudiants-entreprises.

JEUDI 16 MARS 1972

Fin des entrevues étudiants-entreprises.

JEUDI 30 MARS 1972

Début du congé de Pâques, après les cours.

VENDREDI 31 MARS 1972

Dernier jour de la remise au secrétariat de la Faculté des demandes de renouvellement d'admission à la session d'automne 1972.

MARDI 4 AVRIL 1972

Reprise des cours.

VENDREDI 7 AVRIL 1972

Fin des cours de la session d'hiver.

LUNDI 10 AVRIL 1972

Début des examens.

VENDREDI 21 AVRIL 1972

Dernier jour d'examens et fin des stages pratiques de la session d'hiver.

LUNDI 1er MAI 1972

Clôture des inscriptions, début des cours et début des stages pratiques de la session du printemps.

LUNDI 22 MAI 1972

Jour férié. Congé universitaire.

JEUDI 15 JUIN 1972

Émission des grades.

Début des entrevues étudiants-entreprises.

MERCREDI 21 JUIN 1972

Fin des entrevues étudiants-entreprises.

VENDREDI 23 JUIN 1972

Anticipation de la fête du Canada français. Congé universitaire.

VENDREDI 30 JUIN 1972

Anticipation de la fête du Canada. Congé universitaire.

VENDREDI 14 JUILLET 1972

Dernier jour de la remise au secrétariat de la Faculté des demandes de renouvellement d'admission à la session d'hiver 1972.

VENDREDI 28 JUILLET 1972

Fin des cours de la session du printemps.

LUNDI 31 JUILLET 1972

Début des examens.

VENDREDI 11 AOÛT 1972

Dernier jour d'examens de la session du printemps.

VENDREDI 25 AOÛT 1972

Fin des stages pratiques de la session du printemps.

LUNDI 28 AOÛT 1972

Début des stages pratiques de la session d'automne.

1971

<p>JANVIER</p> <p>D L M M J V S</p> <p>-- -- -- -- 1 2</p> <p>3 4 5 6 7 8 9</p> <p>10 11 12 13 14 15 16</p> <p>17 18 19 20 21 22 23</p> <p>24 25 26 27 28 29 30</p> <p>31 -- -- -- -- --</p>	<p>FÉVRIER</p> <p>D L M M J V S</p> <p>-- 1 2 3 4 5 6</p> <p>7 8 9 10 11 12 13</p> <p>14 15 16 17 18 19 20</p> <p>21 22 23 24 25 26 27</p> <p>28 -- -- -- -- --</p>	<p>MARS</p> <p>D L M M J V S</p> <p>-- 1 2 3 4 5 6</p> <p>7 8 9 10 11 12 13</p> <p>14 15 16 17 18 19 20</p> <p>21 22 23 24 25 26 27</p> <p>28 29 30 31 -- -- --</p>	<p>AVRIL</p> <p>D L M M J V S</p> <p>-- -- -- -- 1 2 3</p> <p>4 5 6 7 8 9 10</p> <p>11 12 13 14 15 16 17</p> <p>18 19 20 21 22 23 24</p> <p>25 26 27 28 29 30 --</p>
<p>MAI</p> <p>-- -- -- -- 1</p> <p>2 3 4 5 6 7 8</p> <p>9 10 11 12 13 14 15</p> <p>16 17 18 19 20 21 22</p> <p>23 24 25 26 27 28 29</p> <p>30 31 -- -- -- --</p>	<p>JUIN</p> <p>-- 1 2 3 4 5</p> <p>6 7 8 9 10 11 12</p> <p>13 14 15 16 17 18 19</p> <p>20 21 22 23 24 25 26</p> <p>27 28 29 30 -- -- --</p>	<p>JUILLET</p> <p>-- -- -- 1 2 3</p> <p>4 5 6 7 8 9 10</p> <p>11 12 13 14 15 16 17</p> <p>18 19 20 21 22 23 24</p> <p>25 26 27 28 29 30 31</p> <p>-- -- -- -- --</p>	<p>AOÛT</p> <p>1 2 3 4 5 6 7</p> <p>8 9 10 11 12 13 14</p> <p>15 16 17 18 19 20 21</p> <p>22 23 24 25 26 27 28</p> <p>29 30 31 -- -- --</p>
<p>SEPTEMBRE</p> <p>-- -- 1 2 3 4</p> <p>5 6 7 8 9 10 11</p> <p>12 13 14 15 16 17 18</p> <p>19 20 21 22 23 24 25</p> <p>26 27 28 29 30 -- --</p>	<p>OCTOBRE</p> <p>-- -- -- 1 2</p> <p>3 4 5 6 7 8 9</p> <p>10 11 12 13 14 15 16</p> <p>17 18 19 20 21 22 23</p> <p>24 25 26 27 28 29 30</p> <p>31 -- -- -- -- --</p>	<p>NOVEMBRE</p> <p>-- 1 2 3 4 5 6</p> <p>7 8 9 10 11 12 13</p> <p>14 15 16 17 18 19 20</p> <p>21 22 23 24 25 26 27</p> <p>28 29 30 -- -- --</p> <p>-- -- -- -- --</p>	<p>DÉCEMBRE</p> <p>-- -- 1 2 3 4</p> <p>5 6 7 8 9 10 11</p> <p>12 13 14 15 16 17 18</p> <p>19 20 21 22 23 24 25</p> <p>26 27 28 29 30 31 --</p>

1972

<p>JANVIER</p> <p>D L M M J V S</p> <p>-- -- -- -- 1</p> <p>2 3 4 5 6 7 8</p> <p>9 10 11 12 13 14 15</p> <p>16 17 18 19 20 21 22</p> <p>23 24 25 26 27 28 29</p> <p>30 31 -- -- -- --</p>	<p>FÉVRIER</p> <p>D L M M J V S</p> <p>-- 1 2 3 4 5</p> <p>6 7 8 9 10 11 12</p> <p>13 14 15 16 17 18 19</p> <p>20 21 22 23 24 25 26</p> <p>27 28 29 -- -- --</p>	<p>MARS</p> <p>D L M M J V S</p> <p>-- -- 1 2 3 4</p> <p>5 6 7 8 9 10 11</p> <p>12 13 14 15 16 17 18</p> <p>19 20 21 22 23 24 25</p> <p>26 27 28 29 30 31 --</p>	<p>AVRIL</p> <p>D L M M J V S</p> <p>-- -- -- 1</p> <p>2 3 4 5 6 7 8</p> <p>9 10 11 12 13 14 15</p> <p>16 17 18 19 20 21 22</p> <p>23 24 25 26 27 28 29</p> <p>30 -- -- -- --</p>
<p>MAI</p> <p>-- 1 2 3 4 5 6</p> <p>7 8 9 10 11 12 13</p> <p>14 15 16 17 18 19 20</p> <p>21 22 23 24 25 26 27</p> <p>28 29 30 31 -- -- --</p>	<p>JUIN</p> <p>-- -- -- 1 2 3</p> <p>4 5 6 7 8 9 10</p> <p>11 12 13 14 15 16 17</p> <p>18 19 20 21 22 23 24</p> <p>25 26 27 28 29 30 --</p> <p>-- -- -- -- --</p>	<p>JUILLET</p> <p>-- -- -- 1</p> <p>2 3 4 5 6 7 8</p> <p>9 10 11 12 13 14 15</p> <p>16 17 18 19 20 21 22</p> <p>23 24 25 26 27 28 29</p> <p>30 31 -- -- -- --</p>	<p>AOÛT</p> <p>-- 1 2 3 4 5</p> <p>6 7 8 9 10 11 12</p> <p>13 14 15 16 17 18 19</p> <p>20 21 22 23 24 25 26</p> <p>27 28 29 30 31 -- --</p>
<p>SEPTEMBRE</p> <p>-- -- -- 1 2</p> <p>3 4 5 6 7 8 9</p> <p>10 11 12 13 14 15 16</p> <p>17 18 19 20 21 22 23</p> <p>24 25 26 27 28 29 30</p>	<p>OCTOBRE</p> <p>1 2 3 4 5 6 7</p> <p>8 9 10 11 12 13 14</p> <p>15 16 17 18 19 20 21</p> <p>22 23 24 25 26 27 28</p> <p>29 30 31 -- -- --</p> <p>-- -- -- -- --</p>	<p>NOVEMBRE</p> <p>-- -- 1 2 3 4</p> <p>5 6 7 8 9 10 11</p> <p>12 13 14 15 16 17 18</p> <p>19 20 21 22 23 24 25</p> <p>26 27 28 29 30 -- --</p>	<p>DÉCEMBRE</p> <p>-- -- -- 1 2</p> <p>3 4 5 6 7 8 9</p> <p>10 11 12 13 14 15 16</p> <p>17 18 19 20 21 22 23</p> <p>24 25 26 27 28 29 30</p> <p>31 -- -- -- --</p>

La Faculté se réserve le droit d'apporter des modifications à ses programmes d'études et à ses règlements pédagogiques après la parution de cet annuel.

PRÉSENTATION

HISTORIQUE

La Faculté des sciences appliquées est une école d'ingénieurs dont les débuts coïncident avec ceux de l'Université de Sherbrooke, en 1954. Profitant d'une initiative de la Commission scolaire catholique de Sherbrooke qui avait organisé, en septembre 1951, une première année de génie à l'École Supérieure dirigée par les Frères du Sacré-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 décroisement des disciplines. Cette même année, la Faculté décide d'ouvrir l'éventail de ses programmes de baccalauréat, maîtrise et doctorat pour inclure une quatrième spécialité, le génie chimique.

En 1970-71, la Faculté comptait 650 étudiants, dont 85 étaient inscrits à la maîtrise et au 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

Chef de la section génie chimique: Bernard COUPAL

Secrétaire administratif: André ROUSSEL

Secrétaire administratif (secteur académique): Jacques CARBONNEAU

Comité des études de maîtrise et de doctorat:

Gaston AUBÉ

Bernard COUPAL

Claude HAMEL, président

Normand MORIN

Comité d'admission et d'équivalences:

Pierre-Claude AITCIN

Jacques ALLARD (Faculté des sciences)

Adrien LEROUX

Denis PROULX

Normand THERRIAULT (Service de la coordination)

Richard THIBAUT

Directeur de la bibliothèque des sciences: Trefflé MICHAUD

CONSEIL DE LA FACULTÉ

Le Conseil de la faculté est constitué de 18 personnes:

6 membres de l'administration, qui sont le doyen, le vice-doyen, le secrétaire et les trois 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.

CORPS PROFESSORAL

DÉPARTEMENT DE GÉNIE CIVIL

- AITCIN, Pierre-Claude, professeur agrégé,
Ing., E.N.S.E.I.H.T., L.Sc., Dr-Ing. (Toulouse)
- BRUNELLE, Paul-Édouard, ing., professeur agrégé,
B. Sc. A. (Montréal), M. Sc. A. (Laval), Dr-Ing. (Toulouse)
- ELLYIN, Fernand, professeur agrégé,
M.Sc. (Téhéran), Ph.D. (Waterloo)
- GALLEZ, Bernard, professeur agrégé,
directeur du Département,
Ing., C.C. (Louvain), Ing. C.H.H., D.Sc.A (Liège)
- GHARGHOURY, Emmanuel, 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., professeur adjoint,
B.Eng. (McGill), Ph.D. (London)
- LA FONTAINE, Pierre, ing., professeur adjoint,
B.Sc.A. (Sherbrooke), M.S.E. (West Virginia)
- LAPOINTE, Guy, professeur adjoint,
B.A., B.Sc. (Montréal), M.Sc. (Manitoba)
- LEMIEUX, Pierre, ing., professeur adjoint,
secrétaire du Département,
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 adjoint,
B.Sc.A. (Sherbrooke), M.Sc.A. (Laval)
- MORIN, Normand, ing., professeur adjoint,
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. (Waterloo)
- PRANNO, Guy, ing., professeur adjoint,
B.A., B.Sc.A. (Montréal), D.I.C. M.Sc. (London)
- VERNIER, Jean-Marc, auxiliaire d'enseignement,
Ing., E.I.M., L. Sc. (Marseille), M.Sc.A. (Sherbrooke)

DÉPARTEMENT DE GÉNIE ÉLECTRIQUE

- ADOUL, Jean-Pierre, auxiliaire d'enseignement,
Ing. (ENREA), M.S., Ph.D. (Lehigh)
- AUBÉ, Gaston, ing., professeur agrégé,
B.Sc.A. (Laval), M.Sc.A. (Notre-Dame), Ph.D. (I.I.T.)
- BOBIN, Georges, auxiliaire d'enseignement,
Ing. (SUP ELEC), M.S.E.E. (Pennsylvania)
- CHAMPAGNE, Jean-Paul, ing., professeur agrégé,
adjoint au vice-recteur aux affaires académiques,
B. Eng. (McGill)
- DE COUVREUR, Gilbert, professeur agrégé,
Ing. E.M. (Louvain), Ph.D. (Iowa)
- DELISLE, Jules, ing., professeur agrégé,
B.A., L.Ph. (Ottawa), B.Sc.A. (Laval), M.Sc.A. (E.N.S.A.);
D. 3e cycle (sciences) (Paris)
- 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)
- KOCSIS, Alexandre, ing., professeur adjoint,
B.A. (Cluj), Dipl. Ing. (Budapest)
- 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 de la bibliothèque des Sciences,
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 adjoint,
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, chargé d'enseignement,
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. (McGill)
- 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)
- 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. (Sherbrooke)
- PECKO, Georges, ing., professeur adjoint,
B.Sc. (Brno)
- PROVENSAL, Jacques, auxiliaire d'enseignement,
Ing., I.N.S.A. (Lyon), Ing. I.S.M.C.M. (Paris)
- PROULX, Denis, ing., professeur adjoint,
B.Sc.A. (Sherbrooke), Ing. I.S.M.C.M., D.E.A. (Paris)
- TORRESI, Vincent, auxiliaire d'enseignement,
Ing., E.N.S.I.C. (Nancy), M.Sc. (Syracuse)
- 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)

**Section de
génie chimique**

**BOURGAULT, Pierre L., P.Eng., professeur titulaire,
doyen de la Faculté,
B.A., B.S., Ph.D. (Ottawa)**

**COUPAL, Bernard, ing., professeur agrégé,
chef de la section,
B.A. (Montréal), B.Sc.A., M.Sc.A. (Poly), Ph.D. (Floride)**

**KOEHRET, Bernard, professeur adjoint,
Ing., G. C., Dr-Ing. (Toulouse)**

**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, Norman, professeur adjoint,
B.Sc.A. (Poly), Ph.D. (McMaster)**

RÈGLEMENTS PÉDAGOGIQUES

I - Règlements généraux **page 17**

- 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 - Revisions

II - Règlements particuliers au baccalauréat **page 20**

- 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 23**

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

IV - Règlements particuliers à la maîtrise

page 24

31 - Admission

32 - Programme

33 - Durée

34 - Mémoire

35 - Diplôme

V - Règlements particuliers au doctorat

page 26

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 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 Une session comporte normalement quinze (15) semaines consécutives, y compris les périodes d'examens.
- 1.7 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'une session, 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

- 4.1 Un étudiant ne peut s'inscrire à un cours que s'il en a réussi le ou les cours requis comme préalables.

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 de la session à laquelle il est inscrit 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 constituée 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 - ABSENCES AUX EXAMENS

14.1 Aucun étudiant ne peut s'absenter sans raison valable d'un examen. Dans le cas d'absence non motivée, l'étudiant se voit attribuer la note zéro (0) pour cet examen. Dans le cas d'une absence motivée d'un examen qui n'est pas final, l'examen est annulé et la moyenne calculée sur les autres examens. Un étudiant qui s'absente pour raison valable d'un examen final doit subir un examen supplémentaire dont les modalités sont fixées par le secrétaire de la Faculté en consultation avec les départements concernés.

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

15 - PLAGIAT

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

16 - REVISIONS

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

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:

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

- 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;
- 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.

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

18 - TEMPS COMPLET

18.1 L'étudiant à temps complet doit, à chaque session d'étude, 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 4B, 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 de crédits 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 sessions (automne, hiver, printemps) 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 finals obtenus

dans les cours inscrits à son programme. Un candidat dont le travail ne sera pas jugé satisfaisant pourra être invité à abandonner ses études.

- 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 les 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.
- le programme de maîtrise de recherche comporte un minimum de 12 crédits de cours, plus un travail individuel de recherche fait sous la direction d’un professeur de la Faculté et devant conduire à la rédaction d’un mémoire
 - le programme de maîtrise professionnelle comporte un minimum de 24 crédits de cours, dont au moins 6 doivent être pris à l’extérieur du département choisi par le candidat, plus un projet portant sur le domaine de spécialité choisie. Le projet consiste en un problème important de design, d’analyse ou de synthèse. Il peut être remplacé par quelques cours si l’étudiant le désire et si le département concerné le juge à propos.

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 sessions académiques (huit mois).
- 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 - DIPLOME

- 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 chargés de cours ou d'assistants auxquels ils doivent consacrer plus d'une journée par semaine par session (cours de 3 heures, ou 2 demi-journées de démonstration).
- 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 À 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 sessions: la session d'automne, de septembre à décembre; la session d'hiver, de janvier à avril; et la session de printemps, de mai à août. Chaque session a une durée de 15 semaines.

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

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

DURÉE

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

SYSTÈME COOPÉRATIF-AGENCEMENT DES SESSIONS

	Promo- tion	Groupe	1971	1972			1973			1974			1975		
			AUT.	HIV.	PRIN.	AUT.									
Régime de promotion par session	13°	I	T-6	5B											
		II	5A	5B											
	14°	I	4B	T-5	5A	T-6	5B								
		II	T-5	4B	T-6	5A	5B								
Régime de promotion par cours	15°	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						
	16°	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			
	17°	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
	18°	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

Légende : AUT. : Automne (septembre - décembre)

HIV. : Hiver (janvier - avril)

PRIN. : Printemps (mai - août)

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

4B, 5A, 5B, ... : 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;
- 12 crédits consacrés aux humanités et aux sciences de l'homme. dans le but de parfaire la formation générale de l'étudiant.

* 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
100	Vecteurs et algèbre linéaire	3
105	Géométrie analytique et calcul	3
111	Équations différentielles	2
115	Calcul différentiel et intégral	3
120	Compléments de calcul	3
125	Probabilités et statistiques	3
130	Physique moderne	3
135	Chimie physique	4
200	Projets d'ingénieur	3
205	Calcul numérique et programmation	2
210	Dessin d'ingénieur	2
215	Techniques graphiques	2
220	Statique	3
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
255	Analyse de systèmes	4
900	Technologie et civilisation	3

* 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
- 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.

Le cheminement normal d'un étudiant dans les cours du tronc commun est le suivant:

SESSION 1 (Automne)		(17 crédits)	
Cours obligatoires:	100 — Vecteurs et algèbre linéaire	3	cr.
	105 — Géométrie analytique et calcul	3	
	210 — Dessin d'ingénieur	2	
	220 — Statique	3	
	900 — Technologie et civilisation	3	
		<hr/>	
		14	cr.
Cours au choix:	130 — Physique moderne	3	cr.
SESSION 2 (Hiver et printemps)		(18 crédits)	
Cours obligatoires:	111 — Équations différentielles	2	cr.
	115 — Calcul différentiel et intégral	3	
	200 — Projets d'ingénieur	3	
	215 — Techniques graphiques	2	
		<hr/>	
		10	cr.
Cours au choix:	225 — Dynamique	3	cr.
	230 — Thermodynamique	3	
	240 — Sciences des matériaux	2	
		<hr/>	
		8	cr.
SESSION 3 (Automne et hiver)		(18 crédits)	
Cours obligatoires:	120 — Compléments de calcul	3	cr.
	235 — Éléments de circuits électriques	3	
	245 — Résistance des matériaux	3	
		<hr/>	
		9	cr.
Cours au choix:	135 — Chimie physique	4	cr.
	205 — Calcul numérique et programmation	2	
	250 — Mécanique des fluides	3	
		<hr/>	
		9	cr.
SESSION 4 (Printemps et automne)		(7 crédits)	
Cours au choix:	125 — Probabilités et statistiques	3	cr.
	255 — Analyse de systèmes	4	
		<hr/>	
		7	cr.
	TOTAL	60	cr.

Spécialité: génie civil

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

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

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

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

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

Le programme de la spécialité génie civil 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-4 et S-5, tandis que l'ancien programme correspondant au régime de la promotion par session s'adresse uniquement aux étudiants des sessions 4B, 5A et 5B et sera donné pour la première fois en 1972-73.

Le profil principal de génie civil est obligatoire pour tous les étudiants de cette spécialité et comporte les 13 cours suivants:

Code	Titre	Crédits
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
330	Hydraulique	3
335	Génie routier	3
340	Mécanique des sols II	2
345	Béton armé	3
348	Géologie de l'ingénieur	2
350	Ressources hydrauliques	3
355	Techniques de génie civil	2

Le contenu des différentes concentrations n'est pas décrit dans le présent annuaire, étant donné que la réforme du programme n'est pas entièrement complétée et que les étudiants de la promotion par cours n'ont pas encore atteint ce niveau.

Pour les étudiants qui terminent leurs études selon le régime de la promotion par session, le contenu des 3 dernières sessions est le suivant:

COURS	TITRES	HEURES PAR SEMAINE		Crédits
		Cours	Travaux pratiques	
SESSION 4B				
CIV 3225	Génie sanitaire	3	3	5
CIV 3435	Structures III	4	1½	5
CIV 3526	Béton armé	4	3	6
CIV 3622	Mécanique des sols II	1	1½	2
.....	Sciences de l'homme	3	0	3
		15	9	21
SESSION 5A				
CIV 4234	Ressources hydrauliques I ...	3	1½	4
CIV 4334	Résistance des matériaux III	3	1½	4
CIV 4534	Béton précontraint	2	3	4
CIV 4814	Génie routier	3	1½	4
CIV 4914	Projet de génie civil	0	6	4
.....	Sciences de l'homme	3	0	3
		14	13½	23
SESSION 5B				
CIV 4043	Compléments de génie civil ..	3	0	3
CIV 4244	Ressources hydrauliques II ...	3	1½	4
CIV 4634	Mécanique des sols III	2	3	4
CIV 4824	Planification du transport routier	3	1½	4
.....	Sciences de l'homme	3	0	3
		14	6	18

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, microélectronique, 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-4 et S-5, tandis que l'ancien programme correspondant au régime de la promotion par session s'adresse uniquement aux étudiants des sessions 4B, 5A et 5B et sera donné pour la dernière fois en 1972-73.

Le profil principal de génie électrique est obligatoire pour tous les étudiants de cette spécialité et comporte les 11 cours suivants:

Code	Titre	Crédits
400	Electrotechnique	4
410	Circuits logiques	4
411	Circuits	4
412	Mathématiques spécialisées	4
420	Mesures électriques	3
421	Electronique	4
422	Systèmes électroniques	4
430	Simulation et modèles	3
431	Asservissements linéaires	3
440	Electromagnétisme	3
442	Transmission	2

Le contenu des différentes concentrations n'est pas décrit dans le présent annuaire, étant donné que la réforme du programme n'est pas entièrement complétée et que les étudiants de la promotion par cours n'ont pas encore atteint ce niveau.

Pour les étudiants qui terminent leurs études selon le régime de la promotion par session, le contenu des 3 dernières sessions est le suivant:

COURS	TITRES	HEURES PAR SEMAINE		Crédits
		Cours	Travaux pratiques	
SESSION 4B				
.....	Sciences de l'homme	3	0	3
ELE 3214	Analyse des systèmes II	3	1½	4
ELE 3317	Electronique II	4	4½	7
ELE 3324	Dispositifs électroniques	3	1½	4
ELE 3606	Circuits logiques	4	3	6
		17	10½	24
SESSION 5A				
.....	Sciences de l'homme	3	0	3
ELE 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	Microélectronique	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 projets qui permettent l'application des connaissances et l'initiation à la pratique de la profession. Des cours de sciences de l'homme font également partie du programme.

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-4 et S-5, tandis que l'ancien programme correspondant au régime de la promotion par session s'adresse uniquement aux étudiants des sessions 4B, 5A et 5B et sera donné pour la dernière fois en 1972-73.

Le profil principal de génie mécanique est obligatoire pour tous les étudiants de cette spécialité et comporte les 14 cours suivants:

Code	Titre	Crédits
500	Mécanique technique I	3
502	Mécanique technique II	3
504	Métallurgie	3
506	Mécanique de fabrication I	2
508	Mécanique de fabrication II	2
510	Eléments de conception	2
512	Théorie des machines	3
514	Eléments de machines	3
516	Compléments de dynamique	3
518	Contrôle des fabrications	2
520	Conversion d'énergie	3
522	Ecoulements fluides	2
524	Transmission de chaleur	3
526	Commande automatique	2

Le contenu des différentes concentrations n'est pas décrit dans le présent annuaire, étant donné que la réforme du programme n'est pas entièrement complétée et que les étudiants de la promotion par cours n'ont pas encore atteint ce niveau.

Pour les étudiants qui terminent leurs études selon le régime de la promotion par session, le contenu des 3 dernières sessions est le suivant:

COURS	TITRES	HEURES PAR SEMAINE		Crédits
		Cours	Travaux pratiques	
SESSION 4B				
MEC 3864	Turbomachines	3	1½	4
MEC 3264	Construction mécanique I	3	1½	4
MEC 3206	Théorie des machines	4	3	6
MEC 3254	Mécanique de fabrication II	2	3	4
.....	Sciences de l'homme	3	0	3
	TOTAL	<u>15</u>	<u>9</u>	<u>21</u>
SESSION 5A				
MEC 4853	Moteurs à combustion			
	interne	2	1½	3
.....	Sciences de l'homme	3	0	3
	TOTAL	<u>5</u>	<u>1½</u>	<u>6</u>
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	<u>7</u>	<u>6</u>	<u>11</u>
	TOTAL	<u>12</u>	<u>7½</u>	<u>17</u>
Option: processus industriels				
ELE 4705	Asservissements I	3	3	5
MEC 4606	Modèles statiques de processus	4	3	6
MEC 4845	Transmission de chaleur et combustion	4	1½	5
	Sous total	<u>11</u>	<u>7½</u>	<u>16</u>
	TOTAL	<u>16</u>	<u>9</u>	<u>22</u>

COURS	TITRES	HEURES PAR SEMAINE		Crédits
		Cours	Travaux pratiques	
SESSION 5B				
MEC 4021	Séminaires	0	1½	1
.....	Sciences de l'homme	3	0	3
	TOTAL	<u>3</u>	<u>1½</u>	<u>4</u>
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	<u>11</u>	<u>12</u>	<u>19</u>
	TOTAL	<u>14</u>	<u>13½</u>	<u>23</u>
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	<u>15</u>	<u>13½</u>	<u>24</u>

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 acquiert une connaissance concrète des opérations et procédés fondamentaux du génie chimique.

Le profil principal de génie chimique est obligatoire pour tous les étudiants de cette spécialité et comporte les 12 cours suivants:

Code	Titre	Crédits
601	Phénomène d'échanges I	3
602	Phénomènes d'échanges II	3
603	Opérations unitaires I	3
604	Opérations unitaires II	3
605	Thermodynamique chimique	3
606	Cinétique	3
607	Calcul des réacteurs	3
608	Design I	3
650	Chimie analytique	3
651	Chimie instrumentale	3
652	Chimie organique I	3
653	Chimie organique II	3

Le contenu des différentes concentrations n'est pas décrit dans le présent annuaire, étant donné que la réforme du programme n'est pas entièrement complétée et que les étudiants de la promotion par cours n'ont pas encore atteint ce niveau.

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, mécanique des sols)
- génie électrique (automatique, télécommunications)
- génie mécanique
- génie chimique.

La Faculté offre également, conjointement avec d'autres institutions, deux programmes spéciaux:

- un programme de maîtrise et doctorat en **génie aérospatial**
- un programme de maîtrise en **génie médical**.

Ces programmes s'appuient sur des activités de recherches diversifiées et font appel à des installations physiques importantes: le Centre de calcul de l'Université (IBM 360-40), un 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 mécanique des sols et des transports.

Cours généraux		Crédits
361	Mathématiques appliquées	3
362	Etudes dirigées	3

OPTION: HYDRAULIQUE

Le programme de recherche porte actuellement sur les problèmes suivants: étude numérique et expérimentale des chambres d'équilibre; simulateur et calculateur analogique de phénomène oscillatoires et des systèmes hydro-électriques; évaluation sur ordinateur de l'efficacité des systèmes linéaires et non-linéaires pour l'étude des réseaux de distribution d'eau; coût minimum d'un réseau maillé; ouvrages de contrôle, de retenue et d'évacuation des glaces; affouillements créés par la turbulence et les instabilités; identification des systèmes de distribution d'eau; application de la fluidique à la mesure des forces causées par les écoulements; corrélation et identification des systèmes hydroélectriques; contrôle optimal des ressources hydrauliques; pollution, génie sanitaire et environnement.

Cours offerts		Crédits
363	Hydrodynamique expérimentale	3
364	Ecoulements à surface libre	3
365	Eaux souterraines	3
366	Analyse des systèmes de ressources hydrauliques	3

OPTION: STRUCTURES

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

Cours offerts	Crédits
367 Mécanique des milieux continus	3
368 Théorie de la plasticité	3
369 Plaques	3
370 Coques	3
371 Comportement inélastique des plaques et coques	3
372 Analyse expérimentale	3
373 Vibrations des structures	3
374 Stabilité des structures	3
375 Eléments finis	3
376 Méthodes énergétiques	3
377 Stabilité avancée	3

OPTION: MÉCANIQUE DES SOLS

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

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	Crédits
378 Mécanique théorique des sols I	3
379 Mécanique théorique des sols II	3
380 Travaux pratiques	3
381 Propriétés physico-chimiques et mécaniques des argiles ..	3

OPTION: PLANIFICATION DES SYSTÈMES DE TRANSPORT

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

Cours offerts	Crédits
382 Systèmes de génie civil I	3
383 Systèmes de génie civil II	3
384 Planification du transport urbain I	3
385 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 des applications industrielles.

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

Cours offerts	Crédits
460 Systèmes dans l'espace d'états	2
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	Crédits
470 Théorie des phénomènes aléatoires	4
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 visco-élastiques 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-linéaires. La dynamique des poutres dans l'espace et le développement de nouvelles méthodes analytiques adaptées au "design" mécanique sont également des domaines de recherche exploités.

Dans le secteur de la mécanique 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 sinusoidales, 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	Crédits
560 Séminaires et colloques	1
562 Techniques d'analyse et de calcul	3
564 Dynamique	4
566 Mécanique de fabrication IV	4
568 Application d'analyse matricielle I	4
569 Application d'analyse matricielle II	4
570 Elasticité générale	4
572 Plasticité et rhéologie	3
574 Elasticité dynamique	4
576 Mécanique expérimentale	3
578 Vibrations non-linéaires	4
580 Écoulements dans les organes de commande	4

Spécialité: génie chimique

Le programme de maîtrise et doctorat en génie chimique porte sur l'exploitation des richesses naturelles, la production de protéines, la thermodynamique des solutions et l'identification dynamique des processus chimiques.

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 matériaux synthétiques et l'absorption de l'huile sont autant de voies qu'explorent les chercheurs de la section dans le domaine de ces applications. Des recherches en thermodynamique des solutions sont également en cours; un nouveau type de calorimètre conçu par un des professeurs permettra de mesurer simultanément plusieurs propriétés d'excès. La production de protéines à partir d'algues fait également l'objet d'une recherche; ce projet se veut une contribution à la solution du problème de la faim dans le monde. La microbiologie industrielle offre un champ d'investigation prometteur; dans ce domaine les professeurs de génie chimique s'intéressent à l'étude de la production d'un polysaccharide du type Dextran par l'action enzymatique de *P. Pullulans*. Finalement le projet d'identification et de contrôle sur des colonnes d'absorption et de distillation ainsi que sur les fermenteurs et les réacteurs, complète l'éventail des recherches en cours.

Les cours de génie chimique portent sur les problèmes de pollution, la dynamique des processus, les phénomènes d'échange, le calcul des réacteurs, 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 participant dans l'industrie participent à l'enseignement.

Cours offerts	Crédits
660 Opérations unitaires dans le traitement des eaux polluées	3
670 Dynamique des processus continus	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

Programmes conjoints

GÉNIE AÉROSPATIAL

A la suite d'une entente tripartite entre l'Université de Sherbrooke, Norwich University (Vermont) et Space Research Institute de Highwater, la Faculté offre un programme de maîtrise et de doctorat en génie aérospatial.

Les étudiants qui s'inscrivent à ce programme peuvent suivre leurs cours et faire leurs travaux de recherches dans l'une ou l'autre des deux institutions universitaires et au centre de recherches de Highwater. Ces étudiants sont soumis aux normes régulières de l'Université à laquelle ils sont inscrits.

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.

Pré-requis: 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,

Pré-requis: 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.

Pré-requis: 105 Géométrie analytique et calcul.

Co-requis: 115 Calcul différentiel et intégral.

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

Equations différentielles simples du premier et second ordre.

Equations différentielles linéaires d'ordre n : coefficients constants; homogènes; méthode 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.

Pré-requis: 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 multiples 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.

Pré-requis: 105 Géométrie analytique et calcul.

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

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

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

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

Approximation d'une fonction - Polynômes orthogonaux. Systèmes ortho-normés; 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 Parseval; théorème de Gibbs; problème de l'analyse harmonique. Applications des séries de Fourier à la résolution de certaines équations aux dérivées partielles du type de la corde vibrante et de la chaleur.

Pré-requis: 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: définitions 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 LIEBERMAN, Engineering Statistics.

Pré-requis: Quarante-cinq 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.

Pré-requis: aucun.

135 Chimie physique (3, 3, 6) 4 crédits

Ce cours présente les lois sous-jacentes aux phénomènes physico-chimiques les plus usuels.

Énergie libre et l'équilibre chimique: définition; influence de la température et de la pression; relation entre ΔG et la constante d'équilibre; température et constante d'équilibre.

Liquides: tension de vapeur, chaleur et entropie de vaporisation. Équation de Clausius-Clapeyron; règle de Trouton; viscosité; fluidité; tension superficielle.

Équilibres entre phases: règle des phases; diagrammes de phases; courbes de refroidissement et analyse thermique. Équilibres: liquide; vapeur; solutions idéales et non idéales; diagrammes d'équilibre.

Propriétés colligatives des solutions: soluté non-volatile et abaissement de la tension de vapeur; abaissement du point de fusion; pression osmotique; propriétés colligatives des électrolytes.

Électrochimie. Nature des électrolytes en solution: conductivité électrique et électrolytique; influence de la concentration; dissociation électrolyse; titration conductimétrique; produit ionique et de solubilité.

Électrochimie. Force électromotrice des piles chimiques: processus électrochimique; énergie libre et force électromotrice. Électrodes; piles électrochimiques; potentiel d'électrode; activité; potentiel d'oxydation; influences de la concentration et de l'activité sur la f.é.m.; classification des piles; piles à combustible.

Cinétique chimique: introduction à la cinétique chimique; types de réaction; ordre de réaction; constante d'équilibre.

Les travaux pratiques consistent en séances hebdomadaires de laboratoire.

Pré-requis: 230 Thermodynamique.

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

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

Pré-requis: 230 Thermodynamique.

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

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

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

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

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

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

Pré-requis: 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.

Pré-requis: 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: LUZADDER, Basic Graphics for Design, Analysis, Communication and the Computer.

Pré-requis: 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 de dessins axométriques en partant de projections orthogonales suggestives. Dessin de conception. Méthodes de reproduction. Relations spatiales fondamentales: point et ligne droite, surfaces planes, développements.

Volumes recommandés: LUZADDER, Basic Graphics for Design, Analysis, Communication and the Computer. DELMAR PUBLISHERS, Blueprint Reading for Machinists (intermediate).

Pré-requis: 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.

Équilibre des systèmes de forces: conditions dans le plan et l'espace; cas particuliers; diagrammes de corps libre; 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.

Pré-requis: 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.

Pré-requis: 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, phaseurs. Équations intégral-différentielles; concept d'impédance, solution générale, continuité d'énergie sur L et C.

Circuits en courant continu: conditions initiales, système 1er ordre, système 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 Π , 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'élément non-linéaire (circuit à diode).

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

Pré-requis: 105 Géométrie analytique et calcul.

240 Science de matériaux (2, 1, 3) 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.

Pré-requis: 130 Physique moderne.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Volume recommandé: POPOV, Introduction to Mechanics of Solids.

Pré-requis: 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; écoulement potentiel avec circulation, à potentiel des accélérations. Écoulement plans: lignes de courant, fonction de courant, source, puits, doublet, tourbillon, notions de représentation conforme. Similitude, analyse dimensionnelle. Dimensions et unités; théorème de Buckingham; nombres de Reynolds, Froude (Weber), Mach; études sur modèle.

Écoulements de fluides réels. Écoulements dans les conduites: écoulements laminaires; charge dans une section; pertes de charge dans les

conduites cylindriques longues. Écoulements dans les singularités: pertes de charge 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.

Pré-requis: 115 Calcul différentiel et intégral.

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.

Pré-requis: 110 Équations différentielles.

225 Dynamique.

230 Thermodynamique.

235 Eléments 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.

Pré-requis: aucun.

305 Structures I (3, 3, 6) 4 crédits

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

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

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

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

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

Pré-requis: 245 Résistance des matériaux.

310 Technologie des matériaux (3, 4, 2) 3 crédits

Béton: constituants - agrégats, ciment, eau, adjuvants; 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.

Pré-requis: 240 Science 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.

Pré-requis: 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.

Pré-requis: 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.

Pré-requis: 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. . .

Pré-requis: 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.

Pré-requis: 320 Mécanique des sols I.

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.

Pré-requis: 320 Mécanique des sols I.

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

Calcul du béton par la méthode élastique: hypothèses de base, transformée, coefficients de sécurité, contraintes admissibles. Analyse et design 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 design d'une section en flexion simple; résistance des poutres à l'effort tranchant, calcul des étriers; calcul des flèches; analyse et design d'une section en compression et flexion composée; diagramme d'interaction; colonnes.

Plancher dalle et champignon. Analyse limite des dalles.

Pré-requis: 305 Structures I

310 Technologie des matériaux.

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

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

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

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

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

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

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

Région de tremblement de terre et problèmes associés.

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

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.

Pré-requis: aucun.

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.

Pré-requis: 125 Probabilités et statistiques.

355 Techniques de génie civil (2, 0, 4) 2 crédits

Étude individuelle ou en équipe.

Ce cours a pour but de fournir à l'étudiant l'occasion d'approfondir une technique, un procédé, une méthode - d'analyse, de construction, d'organisation, de calcul - en vue de son utilisation pratique tout en envisageant ses implications de tout ordre.

La plus grande latitude est laissée à l'étudiant pour le choix du sujet. Quant à sa forme, elle est fixée de concert avec le professeur directeur de l'étude.

Pré-requis: 27 crédits en génie civil.

361 Mathématiques appliquées 3 crédits (CIV 6013)

Calcul tensoriel. Calcul variationnel. Coordonnées généralisées. Équations différentielles. Applications à la mécanique des solides et des fluides.

362 Etudes dirigées 3 crédits (CIV 6023)

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

363 Hydrodynamique expérimentale 3 crédits (CIV 6133)

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

364 Écoulements à surface libre 3 crédits (CIV 6213)

Revue des principales notions.

Étude poussée des transmissions et des contrôles.

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

Introduction au transport des sédiments.

365 Eaux souterraines 3 crédits (CIV 6223)

Hydrodynamique des écoulements en milieu poreux. Caractéristiques du milieu.

Analyse des écoulements permanents et non-permanents dans un milieu confiné et non-confiné.

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

366 Analyse des systèmes de ressources hydrauliques 3 cr. (CIV 6233)

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

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

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

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

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

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

367 Mécanique des milieux continus 3 crédits (CIV 6313)

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

368 Théorie de la plasticité 3 crédits (CIV 6323)

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

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

369 Plaques 3 crédits (CIV 6333)

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

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

Analyse des coques prismatiques.

370 Coques 3 crédits (CIV 6343)

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

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

371 Comportement inélastique des plaques et coques 3 cr. (CIV 6353)

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

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

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

372 Analyse expérimentale 3 crédits (CIV 6363)

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

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

373 Vibrations des structures 3 crédits (CIV 6413)

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

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

374 Stabilité des structures 3 crédits (CIV 6423)

Introduction à la théorie générale de la stabilité élastique. Systèmes conservatifs et non conservatifs. Flambage par bifurcation et cloquage, comportement post-critique, et la sensibilité aux imperfections. Implications de la symétrie. Flambage plastique. Flambage des poteaux, arcs, cadres, poutres, plaques, coques.

375 Éléments finis 3 crédits

Analyse des structures au moyen de principes variationnels; travail virtuel, énergie potentielle, énergie potentielle complémentaire, principe de Reissner et généralisations. Formulation matricielle d'éléments et de systèmes d'éléments, discussion des méthodes de déplacement et de souplesse. Méthode des éléments finis en mécanique des milieux continus et discussion des récents développements dans l'analyse bi- et tri-dimensionnelle et dans l'analyse des plaques et coques. Considérations de contraintes et déformations initiales, de températures non-uniformes, de petites et grandes déformations, de la stabilité élastique, de la plasticité, de la fracture, de comportement complexe de matériaux, de phénomènes vibratoires et d'optimisation. Méthodes de solution de grands systèmes d'équations, convergence, précision et techniques numériques. Discussion de l'application de la méthode des éléments finis en transmission de chaleur, mécanique des fluides et des gaz, acoustique et magnétisme.

376 Méthodes énergétiques 3 crédits

Principe des travaux virtuels, corps élastiques. Calcul variationnel. Méthode de Rayleigh-Ritz. Principes de Hamilton et de Lagrange. Vibrations et stabilité.

377 Stabilité avancée 3 crédits

Stabilité élastique des systèmes non conservatifs, instabilité dynamique, variables aléatoires. Méthodes de Lyapunov. Petites vibrations autour de l'état d'équilibre. Systèmes d'un nombre fini de degrés de liberté, systèmes continus. Systèmes non élastiques.

378 Mécanique théorique des sols I 3 crédits (CIV 6613)

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

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

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

Tassement élastique et primaire. Équations différentielles de consolidation.

379 Mécanique théorique des sols II 3 crédits (CIV 6623)

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

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

380 Travaux pratiques 3 crédits (CIV 6633)

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

Sédimentation, analyse thermique différentielle, Rayons-X, Infra-rouge. Minéralogie et pétrologie macroscopique, minéralogie et pétrologie microscopique, géophysique, sismologie, résistivité, photos aériennes.

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

381 Propriétés physico-chimiques et mécaniques des argiles 3 crédits (CIV 6713)

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

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

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

Géologie des argiles.

Les argiles en génie civil. Propriétés mécaniques.

382 Systèmes de Génie Civil I 3 crédits (CIV 6913)

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

383 Systèmes de Génie Civil II 3 crédits (CIV 6923)

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

384 Planification du Transport Urbain I 3 crédits (CIV 6933)

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.

385 Planification du Transport Urbain II 3 crédits (CIV 6943)

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.

400 Électrotechnique (3, 3, 6) 4 crédits

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

Pré-requis: 235 Éléments de circuits électriques.

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

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

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

Les travaux pratiques consistent en séances hebdomadaires de laboratoire.

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

Pré-requis: 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 dispo-

sitifs; 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.

Pré-requis: 205 Calcul numérique et programmation

235 Éléments de circuits électriques

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.

Pré-requis: 115 Calcul différentiel et intégral.

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.

Pré-requis: 235 Éléments de circuits électriques.

421 Électronique (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

Pré-requis: 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 commutation 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.

Pré-requis: 410 Circuits logiques

421 Électronique.

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.

Pré-requis: 255 Analyse de systèmes.

431 Asservissements linéaires (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 laboratoire aux deux semaines.

Pré-requis: 412 Mathématiques spécialisées.

430 Simulation et modèles.

440 Électromagnétisme (3, 2, 4) 3 crédits

Objectifs: Introduction des théories de l'électrostatique et de la magnéto-statique 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.

Électrostatique: 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.

Pré-requis: 120 Compléments de calcul.

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.

Pré-requis: 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, matrice 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 transformée en Z et les équations linéaires aux différences. Transformée en zéta.

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

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

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

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

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

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

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

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. Optimisation par réglage des paramètres.

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

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

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

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

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

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

466 Structures des calculateurs (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 cr. (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.

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

Performance de systèmes binaires et n-aires.

Effets du fading.

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

Systèmes pseudocohérents. Système différentiel.

Procédé de synchronisation. Influence des erreurs de synchronisation.

Système à adresse. Système PN, synthèse de séquences pseudoaléatoires.

Système FT. Delay-lock loop.

Principes de diversité.

Principes de ranging.

Éléments de théorie de l'information et du codage.

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. Éléments 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

Étude 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.

Énergie de déformation et méthodes d'énergie: définitions; cas uni-axial, 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) méthode 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*.

Pré-requis: 245 Résistance des matériaux.

502 Mécanique technique II (3, 3, 3) 3 crédits

Facteur 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, dommage 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*.

Pré-requis: 500 Mécanique technique I.

504 Métallurgie (3, 2, 4) 3 crédits

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

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

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

Traitements thermiques des aciers: formation de l'austénite; courbes T T T; 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 T T T et revenu.

Les fontes: étude de la graphitisation; influence de la vitesse de solidification; influence des éléments constitutants; 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.; traitements 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.

Pré-requis: 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.

Pré-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*.

Pré-requis: 506 Mécanique de fabrication I.

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.

Pré-requis: 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*.

Pré-requis: 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.

Pré-requis: 506 Mécanique de fabrication I
512 Théorie des machines.

516 Compléments de dynamique (3, 3, 3) 3 crédits

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

Équations de Lagrange: généralités, liaisons, degrés 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.

Pré-requis: 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 démérites. Contrôle de réception avec distribution des lots de type inconnu ou de type connu. Contrôle progressif.

Volume recommandé: DUNCAN, Quality Control and Industrial Statistics.

Pré-requis: 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.

Pré-requis: 135 Chimie physique. •

522 Écoulement 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. Écoulement laminaire et visqueux: entre plaques planes parallèles, dans les conduites circulaires. Couche limite laminaire sur la plaque plane. Equations de Navier-Stokes pour l'écoulement laminaire. Écoulement visqueux, turbulent dans les conduites, les valves et les raccords, les contractions, etc. . .

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

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

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

Pré-requis: 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.

Pré-requis: 522 Écoulements fluides.

526 Commande automatique (2, 2, 2) 2 crédits

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

Pré-requis: 255 Analyse de systèmes
522 Écoulements fluides.

560 Séminaires et colloques 1 crédit (MEC 6041)

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.

562 Techniques d'analyse et de calcul 3 crédits (MEC 6063)

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

564 Dynamique 4 crédits (MEC 6294)

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

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

Corps rigides: équations du mouvement par rapport à un point fixe. Mouvement de rotation combiné à un mouvement de translation. Précision 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. . .).

566 Mécanique de fabrication IV 4 crédits (MEC 6304)

Fabrication par déformation plastique.

Revue des notions de plasticité. Principe du travail plastique maximum: ses conséquences. États d'équilibre limites des corps plastiques. Réseau

de lignes de glissement: propriétés, construction géométrique, applications aux procédés de fabrication, à froid et à chaud: étirage et tréfilage à travers une matrice, emboutissage, laminage, forgeage, pliage. Efforts résiduels. Énergie dépensée.

568 Application d'analyse matricielle I : 4 crédits (MEC 6394)

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

569 Application d'analyse matricielle II 4 crédits (MEC 6404)

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

570 Élasticité générale 4 crédits (MEC 6444)

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

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

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

572 Plasticité et Rhéologie 3 crédits (MEC 6453)

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

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

574 Élasticité dynamique 4 crédits (MEC 6464)

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

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

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

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

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

576 Mécanique expérimentale 3 crédits (MEC 6483)

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

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

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

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

Méthodes analogiques diverses.

578 Vibrations non-linéaires 4 crédits (MEC 6494)

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

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

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

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

580 Écoulements dans les organes de commande 4 crédits (MEC 6884)

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.

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

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

Pré-requis: 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 moculée; 4) radiation, température de flamme, bilan.

Pré-requis: 601 Phénomènes d'échanges I.

603 Opérations unitaires I (2, 3, 4) 3 crédits

Transferts massiques dans des colonnes à plateaux: notion de stage idéal; efficacité d'un stage réel.

Extraction solide-liquide: calculs, équipement; méthodes graphiques.
Extraction liquide-liquide: calculs, équipement; méthodes graphiques; colonnes pulsées.

Transfert massique en phases liquide-vapeur: calcul par enthalpie, méthode Ponchon Savant; calcul avec l'hypothèse de McCabe Theebe; reflux minimum, total, partiel.

Évaporation: équation de base; effets multiples.

Transfert simultané de masse et d'énergie; humidité; interaction eau-air; tour à refroidissement; séchoir continu et discontinu.

Filtration: pression constante; taux constant.

Le cours comporte des travaux de laboratoire portant sur les sujets suivants: extraction, tour à refroidissement, évaporation, filtration.

Pré-requis: 135 Chimie physique
601 Phénomènes d'échanges I.

604 Opérations unitaires II (2, 3, 4) 3 crédits

Transfert de masse dans les colonnes garnies: coefficients d'échange; théorie du double film; film contrôlant; coefficient global; correlations en phase liquide; correlations en phase gazeuse; notions d'unité de transfert, HTU, HETP; application à la distillation; application à l'absorption; application à l'adsorption, systèmes fluides-solides.

Agitation. Fluidisation: principes; équations; utilité.

Le cours comporte des travaux de laboratoire portant sur les sujets suivants: distillation, absorption, agitation.

Pré-requis: 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.

Pré-requis: 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.

Pré-requis: 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.

Pré-requis: 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.

Pré-requis: 602 Phénomènes d'échanges II

603 Opérations unitaires I

605 Thermodynamique chimique

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.

Pré-requis: 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.

Pré-requis: 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.

Étude des fonctions principales de la chimie organique.

Effets électroniques, résonance et isométrie.

Volume recommandé: J. D. ROBERTS et M. CASERIO, Chimie organique moderne.

Pré-requis: 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.

Pré-requis: 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, capacitance et écoulement dans les systèmes électriques, liquides, gazeux, mécaniques et thermiques. Éléments proportionnels à constante de temps et oscillants. Étude de la dynamique de quelques processus simples.

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

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. Équation 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...

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.

Pré-requis: aucun.

910 Macro-économie (3, 0, 6) 3 crédits

Introduction. Concepts économiques fondamentaux. Problèmes fondamentaux de toute Société Economique. 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.

Pré-requis: 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.

Pré-requis: aucun.

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 cer-

taines 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 crédits**

Étude de l'application des lois de base de la chimie aux phénomènes géologiques prenant place dans les sols et autres surfaces immédiates. Études des équilibres, des systèmes acides-bases, de l'intempérisme, de la chimie structurale des composés inorganiques naturels des argiles et des sols.

***CIV 2523 Géologie structurale 3 crédits**

Cours d'introduction sur les principes de base de la géologie structurale. Théorie des contraintes de formation et rupture. Plissements et faillage. Éléments de tectonique. Étude de bandes orogéniques principales. Exemple de diastrophisme moderne. Carte structurale et sections - projections géométriques.

***CIV 2531 Minéralogie - Pétrologie 1 crédit**

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 crédits**

Cours et essais sur le terrain en vue de familiariser l'étudiant avec les méthodes de résistivité et de seismologie par réfraction. Résistivité: méthode des équipotentiels, arrangement de Wenner - profilage et sondage. Méthode d'interprétation: seismologie: interface simple et en pente. Cas de couches multiples. Détermination des structures. Corrections.

CIV 3225 Génie Sanitaire 5 crédits

Aperçu historique. Alimentation en eau des agglomérations: besoins 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.

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

CIV 3435 Structures III (4, 1½) 5 crédits

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

Lignes d'influence et déformations.

Analyse approximative des structures hyperstatiques.

CIV 3526 Béton armé (4, 3) 6 crédits

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

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

Section en flexion simple. Effort tranchant et cisaillement. Adhérence.

Section en flexion composée, colonnes, analyse limite des dalles.

***CIV 3603 Géotechnique 3 crédits**

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 3622 Mécanique des sols II (1, 1½) 2 crédits

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

CIV 4014 Systèmes de génie civil 4 crédits

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.

Procédures pour l'identification, la définition et la sélection des systèmes optimaux; introduction à la programmation mathématique, théorie

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

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 crédits

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 crédits

Généralités, historique, méthodes employées en hydrologie.

Statistiques hydrologiques, régression et corrélation.

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

Balance de l'énergie terrestre et circulation atmosphérique.

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

Mesure de la précipitation et de sa distribution atmosphérique.

Évaporation, transpiration, infiltration, écoulement souterrain.

Écoulement de surface.

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

Analyse statistique des données hydrologiques.

Études de cas pratiques.

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

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 4334 Résistance des matériaux III (3, 1½) 4 crédits

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

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

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

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

Méthodes numériques de solution.

CIV 4534 Béton précontraint (2, 3) 4 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. Structures hyperstatiques.

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

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

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

Méthodes de calcul de la force portante des pieux.

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

CIV 4814 Génie routier (3, 1½) 4 crédits

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

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

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

ELE 3214 Analyse des systèmes II (3, 1½) **4 crédits**

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

Systèmes non-linéaires.

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

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

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

ELE 3317 Électronique II (4, 4½) **7 crédits**

Théorie de la contre-réaction.

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

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

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

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

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

ELE 3324 Dispositifs électroniques (3, 1½) **4 crédits**

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

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

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

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

ELE 3606 Circuits logiques (4, 3) 6 crédits

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

ELE 4113 Transmission (2, 1½) 3 crédits

Équation des télégraphistes à partir des notions connues sur les circuits (lois d'Ohm et Kirschhoff).

Étude du fonctionnement en régime sinusoïdal. Résolution mathématique de l'équation dans le cas général. Représentation graphique de cette solution par la méthode d'Esclandon. Étude de quelques cas particuliers importants (en court circuit, en circuit ouvert, avec ou sans pertes). Définition de tous les paramètres classiques dans le fonctionnement en régime permanent: constante de propagation, constante d'atténuation, constante de phase, coefficient de transmission et de réflexion. Exemple simple d'une ligne d'impédance réceptrice Z_1 quelconque, sans discontinuité; application des résultats précédents. Décomposition en ondes stationnaires.

Étude de la transmission en régime transitoire.

Résolution mathématique dans le cas d'une ligne sans perte (équation de d'Alembert).

Rappels sur la transformation de Laplace à une seule variable.

Étude graphique: méthode de Bergeron.

Abaque de Smith.

Définition de l'abaque à partir des équations: tracé de $\Gamma(x)$ en polaires. Comment on peut retrouver toutes les caractéristiques de la ligne grâce à l'abaque. Utilisation de l'abaque lors de séances d'exercices.

Calcul des paramètres de lignes. Calcul de l'inductance linéaire d'une ligne monophasée. Calcul de la capacité linéaire d'une ligne monophasée. Étude de quelques cas particuliers: inductance de fuite d'une encoche; effet Kelvin; cas de lignes triphasées; transposition des phases; armement en faisceau; fil de garde.

ELE 4355 Microélectronique (3, 3) 5 crédits

Notions essentielles sur les circuits intégrés, monolithiques et hybrides. Composants actifs dans les circuits microélectroniques. Composants passifs à couches épaisses; conducteurs, résistances, couches diélectriques. Les substrates Beryllia et Alumina. Dispositifs pour circuits intégrés hybrides; résistances non-linéaires; thermistances, varistances, photo-dispositifs, fibres optiques, dispositifs d'affichage. Écrans à cristaux liquides. Principe de conception des couches épaisses. Dépôt; traitement de température; matériaux divers.

Couches minces en circuits intégrés. Dépôt de couches minces. Évaporation sous vide; pulvérisation cathodique. Dépôt par voie chimique, par sérigraphie, etc. . . Couches multiples minces et épaisses.

La conception de circuit à l'aide d'ordinateur. Méthodes d'analyse numérique de circuits linéaires et non-linéaires. Méthodes d'optimisation de circuits. Conception de filtres pour circuits hybrides. Dessin automatique de microcircuits sur calculateurs électroniques.

Méthodes de montage, préparation du ruby pour la reproduction, découpage sur la coordinatographe, réduction photographique, préparation de masques, imprimerie des couches épaisses sur les substrates. Ajustage des résistances; méthode d'abrasion, méthode de Laser, soudure et pose de composants actifs, (flip-chip, beam-lead), pose des fils de connexion. Soudure par écrasement du fil (TCB). Soudure ultrasonique, compatibilité métallurgique, essai de soudabilité, mesures opérationnelles; électroniques, mécaniques. Problèmes de dissipation thermique, transfert de chaleur dans un assemblage, l'encapsulation des circuits intégrés hybrides.

Notes sur la sécurité, concept de l'atmosphère propre, protection contre les produits toxiques, ventilation, emploi des filtres spéciaux, mesures d'antipollution.

ELE 4415 Conversion-d'énergie II (4, 1½) 5 crédits

Étude de la machine synchrone et des possibilités de la représenter par des réactances directe, inverse, homopolaire, transitoire, subtransitoire, etc... Le diagramme de phaseurs dans sa forme standard. L'étude de la stabilité de la machine synchrone en dynamique. L'analyse de systèmes de distribution, i.e. représentation, composantes symétriques, notation par unité, critères de stabilité. Les sources d'énergie et les modes de conversion actuels et futurs.

ELE 4434 Appareillage et installations électriques (4, 0) 4 crédits

Isolation du matériel. Phénomènes d'intensité. Lignes longues très haute tension, Appareillage des postes. Phénomènes de coupure. Appareillage des centrales. Systèmes d'excitation. Marche en parallèle des réseaux. Exploitation d'un réseau.

ELE 4505 Systèmes de communication (4, 1½) 5 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.

Continu: modulations d'amplitude et de fréquence; principe, propriétés et performance; démodulation classique et par comptage; gain de pré-emphase. Pulsé: notion d'échantillonnage; modulation d'impulsions en amplitude, position et largeur.

Notions de multiplex en fréquence. FM-SSB, FM-FM.

Systèmes digitaux.

Discussion générale sur les différentes opérations des systèmes digitaux. Codage du message: erreurs d'aliasing et de quantification. Δ MCI, MCI, Δ mod. Canal digital: notion d'information, capacité, codage élémentaire. Systèmes cohérents: notions de décision, systèmes optimaux, performance et dégradation.

Systèmes non cohérents.

Technique de synchronisation, et PLL.

Systèmes spéciaux: duobinaire, diphase, PSK, "frequency-stepping", "time-diversity".

Multiplex en temps, et notion de multiples par adresse.

ELE 4515 Circuits de communications (4, 1½) **5 crédits**

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

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

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

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

Démodulation: démodulation d'amplitude et de fréquence.

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

Rapport signal à bruit et indice de bruit; coefficient de qualité.

Application: radio, télévision, radar.

ELE 4526 Hyperfréquences et antennes (4, 3) **6 crédits**

Réflexion des ondes. Propagation des ondes guidées. Génération des hyperfréquences. Le rayonnement du doublet. Généralités sur les antennes. Antennes filaires fonctionnant en ondes stationnaires. Groupement d'antennes. Antennes filaires fonctionnant en ondes progressives. Antenne à rayonnement longitudinal du type antenne en hélice et diélectrique. Projecteurs d'ondes. Propagation des ondes autour de la terre.

ELE 4705 Asservissement I (3, 5) **5 crédits**

Introduction: analyse de quelques asservissements industriels.

Étude théorique et expérimentale des organes amplificateurs de puissance: amplificateurs à thyratrons. Amplificateurs rotatifs: groupe Ward-Léonard; génératrice amplidyne. Étude expérimentale via: mesure des paramètres; analyse harmonique; analyse en échelon.

Étude d'un asservissement de vitesse à l'aide d'un groupe Ward-Léonard. Revue des méthodes d'analyse et de synthèse des systèmes asservis sur un exemple concret: analyse théorique et expérimentale du système en boucle ouverte; étude des perturbations en boucle ouverte; étude du système en boucle fermée avec réglages proportionnels, limitation du retour proportionnel, problème de stabilité et de précision, étude du système avec bouclage intégrateur, type retard, et limitation de la correction retard.

Performances des systèmes asservis; coefficients d'erreur, traduction des performances dans le domaine fréquentiel; interprétation à l'aide d'un modèle.

Compensation des systèmes asservis: correction retard-avance; applications au groupe Ward-Léonard, détermination théorique d'un compensateur, simulation du système, réglage du compensateur, étude expérimentale; correction tachymétrique.

Conclusion. Exemples d'applications. Contrôle de vitesse d'un petit moteur D.C. Étude théorique et expérimentale.

ELE 4715 Asservissements II (3, 3) **5 crédits**

Notions fondamentales. Problèmes industriels et classification des systèmes automatiques.

Systèmes multivariables: matrice de transfert, couplage par retour, stabilité, régulation autonome.

Systèmes linéaires aux variables échantillonnées: principes généraux, transformée en Z, fonction de transfert échantillonnée, stabilité, synthèse des correcteurs échantillonnés.

Systèmes non-linéaires: plan de phase, méthode du premier harmonique, stabilité, théorème de Ljapunov, commande par relais à deux ou trois positions. Régulation extrême.

Problèmes statistiques en automatisme à concepts fondamentaux, fonction d'autocorrélation, densité spectrale, effet d'un filtre linéaire sur signal aléatoire stationnaire, dynamique des systèmes à retour travaillant en présence de perturbations, critère de l'erreur quadratique moyen.

ELE 4726 Commande numérique des processus (4, 3) **6 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; théorie des systèmes échantillonnés dans l'espace d'état.

Étude détaillée d'un exemple d'application: identification du processus; instrumentation; algorithme de régulation.

Techniques d'optimisation: programmation dynamique; principe du maximum.

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

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 d'étalons; 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, mesure des résistances, mesure des impédances, mesure de quantité 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; luxtomètres, posemètres, détecteurs de radio-activité; thermocolorimètre, photomètres, et colorimètres, réfractomètre, pyromètre, spectrophotomètre.

Mesure de petit déplacement.

Téléométrie: 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 crédits**

Les étudiants choisissent un projet qu'ils doivent réaliser à la session 5B par groupe de deux. Étude bibliographique suivie d'une présentation orale. Préparation d'un avant-projet et définition du projet en précisant le cahier des charges. Présentation orale du projet devant les confrères.

ELE 4925 Projets de génie électrique (0, 7½) **5 crédits**

Réalisation physique de l'avant-projet ELE 4913 et évaluation en regard des critères définis au départ.

MEC 3206 Théorie des machines (4, 3) **6 crédits**

Mécanismes. Mouvement en plan, hélicoïdal, sphérique. Inversion. Cames. Dessin analytique des cames. Cames radiales à galet ou à rouleaux. Angle de pression. Contour spécifié. Engrenages droits standards et non-standards. Engrenages coniques. Trains d'engrenages ordinaires et planétaires. Introduction à la synthèse des mécanismes. Méthodes de Rosenauer et Freudenstein. Solution graphique des vitesses et accélérations absolues et relatives. Méthodes spéciales d'analyse cinématique (théorème de Kennedy, point auxiliaire, construction à 3-lignes). Analyse des forces dans la machinerie. Force et torque d'inertie primaire et secondaire. Distribution des forces d'inertie. Masses équivalentes. Forces statiques dans les machines. Forces de contact dans les engrenages et les cames. Équilibrage statique et dynamique des rotors dans un ou plusieurs plans. Détermination de l'équilibrage nécessaire pour une machine. Application de ces notions à la solution de problèmes pratiques.

MEC 3254 Mécanique de fabrication II (2, 3) **4 crédits**

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

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

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

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

MEC 3264 Construction mécanique I (3, 1½) **4 crédits**

Introduction au concept de design. Efforts: différentes formes de charges, théories d'effondrement, fatigue, fluage, concentration d'efforts, diagram-

me d'effondrement, efforts de contact, impact. Méthode statistique dans la sélection d'un facteur de sécurité et de fiabilité. Design optimum d'éléments mécaniques. Usure.

MEC 3864 Turbomachines (3, 1½) 4 crédits

Analyse dimensionnelle. Transfert d'énergie entre fluide et rotor. Classification. L'écoulement fluide. Compressibilité. Cavitation. Profils aéro et hydrodynamiques. Turbines hydrauliques, à gaz, à vapeur. Réaction, impulsion. Performance des turbines. Pompes centrifuges et axiales. Compresseurs dynamiques, axiaux et centrifuges. Performances des pompes et compresseurs.

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

MEC 4021 Séminaire (0, 1½) 1 crédit

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 crédits

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

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 crédits

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 crédits

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

MEC 4275 Construction mécanique II (4, 1½) 5 crédits

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 crédits

Organisation de la production. Production et recherches opérationnelles: élaboration des modèles symboliques, traitement des modèles par les mé-

thodes analytique et numérique. Prévisions de la demande et modèle de stocks, d'affectation, de files 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 crédits

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 crédits

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 électromécaniques 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 crédits

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 crédits

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

MEC 4755 Organes des systèmes asservis (4, 1½) 5 crédits

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, spectromètre de masse, chromatographe, viscosimètre, etc.

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

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

Organes pneumatiques — Fluidique

Sources d'air comprimé: compresseurs, filtreurs, etc. Transmission pneumatique: systèmes à équilibre de force, à déplacement. Organes de commande continue: régulateur du type à déplacement, à force, à membrane, à action intégrale, dérivée, combinée. Description et fonctions de transfert. Organes d'action continue (à ressort, piston, moteur, etc.) Relais d'asservissement. Vannes de réglage: écoulement liquide et gazeux, caractéristique des différents types. Organes de commande discontinue. Organes de logique pneumatique à parties mobiles.

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

Orgânes 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, 1½) 5 crédits

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

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

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

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 crédits

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.

Notez bien:

"Les renseignements publiés dans ce document étaient à jour en date du 1er mai 1971. L'Université se réserve le droit d'apporter des amendements à ses règlements et programmes sans préavis."

cf. Procès verbal: Conseil d'administration
14 octobre 1970, No 4995-10-70.