

**ECOLE POLYTECHNIQUE FEDERALE  
DE LAUSANNE**

**SECTION DE MECANIQUE**

**LIVRET DES COURS**

**ANNEE ACADEMIQUE 1989-1990**

ECOLE POLYTECHNIQUE FEDERALE DE LAUSANNE

SECTION DE MECANIQUE

---

LIVRET DES COURS

Année académique 1989-1990

Table des matières

|   | Page      |
|---|-----------|
| <b>Liste des cours</b>  |           |
| - classés selon le nom des enseignants  | I-V       |
| - classés par année d'études :  |           |
| <b>1ère année</b>   |           |
| 1er et 2ème semestres   | VI        |
| <b>2ème année</b>   |           |
| 3ème et 4ème semestres  | VI-VII    |
| <b>3ème année</b>   |           |
| 5ème et 6ème semestres  | VII       |
| <b>Choix de l'orientation et de l'option, 4ème année</b>  | VIII-IX   |
| <b>4ème année</b>   |           |
| 7ème semestre   | X-XI      |
| 8ème semestre   | XII-XIII  |
| <b>Plan d'études et Règlement d'application du<br/>contrôle des études de la Section de Mécanique</b> | XIV-XVIII |
| <b>Résumé des cours</b>   | 1-113     |

**Liste des cours classés selon le nom des enseignants**

| <b>Enseignants</b> | <b>Cours</b>   | <b>Semestres</b> | <b>Pages</b> |
|--------------------|--|------------------|--------------|
| Antonescu          | Introduction à l'infographie<br><i>(avec vacat)</i>                          | 2                | 46           |
| Arbenz             | Mathématiques (répétition)   | 1                | 62           |
| Avellan            | Cavitation   | 8                | 69           |
|                    | Turbulence des écoulements incompressibles                                   | 8                | 75           |
| Barmaverain        | Eléments de construction I   | 2                | 44           |
|                    | Eléments de construction II<br><i>(avec Heiniger)</i>                        | 3                | 45           |
|                    | Projet de conception des machines<br><i>(avec Spinnler)</i>                  | 5/6              | 49-50        |
| Benoit             | Physique générale, TP  | 3                | 20           |
| Bölcs              | Transfert de chaleur et de masse<br><i>(avec Gianola)</i>                    | 5                | 35           |
|                    | Turbomachines thermiques   | 7/8              | 78-79        |
|                    | Chapitres choisis en turbomachines thermiques                                | 8                | 85           |
|                    | Projet de thermique I, II<br><i>(avec Favrat et Gianola)</i>                 | 7/8              | 100-101      |
|                    | Laboratoire d'énergétique et de thermique<br><i>(avec Favrat et Gianola)</i> | 7/8              | 108-109      |
|                    |  |                  |              |
| Bonvin             | Réglage automatique I, II  | 4/5              | 53-54        |
|                    | Réglage automatique, applications  | 6                | 55           |
| Buser              | Géométrie I, II  | 1/2              | 10-11        |
| Chatelain A.       | Mécanique générale I, II   | 1/2              | 16-17        |
| conférenciers      | Chapitres choisis d'hydraulique  | 8                | 72           |
| Corbat             | Moteurs à combustion interne   | 7/8              | 76-77        |

## II

| Enseignants | Cours  | Semestres | Pages   |
|-------------|--|-----------|---------|
| Cuendet     | Economie d'entreprise I, II  | 3/4       | 58-59   |
| Curnier     | Méthodes numériques en mécanique des solides                                 | 7         | 95      |
|             | Résistance des matériaux II<br>(avec Del Pedro)                              | 4         | 38      |
| Dacorogna   | Analyse fonctionnelle  | 5         | 5       |
| Decotignie  | Conception de systèmes<br>(avec Mulkens)                                     | 8         | 91      |
| Del Pedro   | Résistance des matériaux I   | 3         | 37      |
|             | Résistance des matériaux II<br>(avec Curnier)                                | 4         | 38      |
|             | Mécanique appliquée I, II  | 5/6       | 39-40   |
|             | Projet de mécanique appliquée I, II<br>(avec Porchet, Pruvot, Xenophontidis) | 7/8       | 102-103 |
| Descloux    | Analyse numérique  | 4         | 6       |
| Douchet     | Analyse I, II  | 1/2       | 1-2     |
| Drotz       | Méthodes numériques en mécanique des fluides                                 | 7         | 74      |
| Favrat      | Thermodynamique et énergétique   | 3/4       | 33-34   |
|             | Energétique  | 7         | 80      |
|             | Systèmes de chauffage et de réfrigération                                    | 8         | 83      |
|             | Projet de thermique I, II<br>(avec Bölcs et Gianola)                         | 7/8       | 100-101 |
|             | Laboratoire d'énergétique et de thermique (avec Bölcs et Gianola)            | 7/8       | 108-109 |
| Fransson    | Mesures thermiques   | 8         | 86      |
| Gianola     | Transfert de chaleur et de masse<br>(avec Bölcs)                             | 6         | 36      |
|             | Energétique du bâtiment  | 7         | 81      |
|             | Projet de thermique I, II<br>(avec Bölcs et Favrat)                          | 7/8       | 100-101 |
|             | Laboratoire d'énergétique et de thermique (avec Bölcs et Favrat)             | 7/8       | 108-109 |

III

| Enseignants | Cours  | Semestres | Pages   |
|-------------|--|-----------|---------|
| Gillet      | Simulation I   | 7         | 97      |
| Gmür        | Méthode des éléments finis   | 6         | 41      |
| Goldschmid  | Cours HTE : Psychologie du travail<br>Projet HTE   | 5/6       | 60-61   |
|             |  | 7/8       | 112-113 |
| Heiniger    | Eléments de construction II<br>(avec <i>Barmaverain</i> )                                      | 3         | 45      |
| Henry       | Machines hydrauliques II   | 8         | 64      |
|             | Similitude, effets d'échelle   | 7         | 73      |
|             | Projet d'hydraulique et de mécanique<br>des fluides (avec <i>Mocafico et Ryhming</i> )         | 7/8       | 98-99   |
|             | Laboratoire d'hydraulique et de<br>mécanique des fluides<br>(avec <i>Mocafico et Ryhming</i> ) | 7/8       | 110-111 |
| Hersch      | Informatique en temps réel<br>(avec <i>Mange</i> )   | 1         | 51      |
|             | Informatique industrielle  | 5         | 52      |
| Ilschner    | Métaux et alliages   | 2         | 22      |
|             | Métaux et alliages TP  | 3         | 23      |
|             | Formage des matériaux métalliques  | 3         | 42      |
|             | Mécanique des déformations et de<br>la rupture   | 7         | 92      |
| Jacquot     | Mesures des déformations   | 8         | 105     |
| Javet       | Chimie appliquée<br>(avec <i>Lerch et Plattner</i> )   | 1         | 21      |
|             | Procédés thermiques industriels  | 8         | 82      |
| Jufer       | Electrotechnique   | 4         | 25      |
| Kurz        | Introduction à la science des matériaux  | 1         | 24      |
| Lerch       | Chimie appliquée (avec <i>Javet et Plattner</i> )  | 1         | 21      |
| Liebling    | Algèbre linéaire I, II   | 1/2       | 7-8     |
| Longchamp   | Réglage automatique III  | 7         | 96      |
|             | Projet d'automatique   | 7         | 104     |

## IV

| Enseignants  | Cours   | Semestres | Pages   |
|--------------|---|-----------|---------|
| Mange        | Informatique en temps réel<br>(avec Hersch)   | 1         | 51      |
| Martin       | Physique générale I, II   | 2/3       | 18-19   |
| Mocafico     | Hydraulique I, II   | 5/6       | 31-32   |
|              | Machines hydrauliques I   | 7         | 63      |
|              | Installations hydrauliques  | 8         | 66      |
|              | Projet d'hydraulique et de mécanique<br>des fluides (avec Henry et Ryhming)         | 7/8       | 98-99   |
|              | Laboratoire d'hydraulique et de<br>mécanique des fluides<br>(avec Henry et Ryhming) | 7/8       | 110-111 |
| Morgenthaler | Probabilité et statistique I  | 3         | 9       |
| Mulkens      | Commande des machines   | 7         | 90      |
|              | Conception de systèmes<br>(avec Decotignie)   | 8         | 91      |
| Pahud        | Machines-outils et automates<br>(avec Pruvot)                                       | 7         | 87      |
|              | Transmissions hydromécaniques<br>(avec Porchet)                                     | 7         | 93      |
|              | Transmissions électrohydrauliques   | 8         | 94      |
| Petitpierre  | Programmation I, II   | 1/2       | 12-13   |
| Pflug        | Photoélasticité   | 7         | 106     |
|              | Moirés  | 8         | 107     |
| Plattner     | Chimie appliquée (avec Javet et Lerch)  | 1         | 21      |
| Porchet      | Systèmes de CFAO  | 8         | 89      |
|              | Transmissions hydromécaniques<br>(avec Pahud)                                       | 7         | 93      |
|              | Projet de mécanique appliquée I, II<br>(avec Del Pedro, Pruvot, Xenophontidis)      | 7/8       | 102-103 |
| Prénat       | Régimes transitoires dans les<br>installations hydrauliques                         | 7         | 65      |

| Enseignants   | Cours   | Semestres | Pages     |
|---------------|---|-----------|-----------|
| Pruvot        | Usinage des métaux  | 4         | 43        |
|               | Machines-outils et automates ( <i>avec Pahud</i> )  | 7         | 87        |
|               | Machines-outils et automates  | 8         | 88        |
|               | Projet de mécanique appliquée I, II<br>( <i>avec Del Pedro, Porchet, Xenophontidis</i> )      | 7/8       | 102-103   |
| Rahali        | Electronique I  | 5         | 26        |
| Rappaz        | Analyse III, IV   | 3/4       | 3-4       |
| Rusconi       | Droit I, II   | 5/6       | 56-57     |
| Ryhming       | Mécanique des fluides I, II   | 5/6       | 29-30     |
|               | Mécanique des fluides industriels I, II   | 7/8       | 67-68     |
|               | Projet d'hydraulique et de mécanique<br>des fluides ( <i>avec Henry et Mocafico</i> )         | 7/8       | 98-99     |
|               | Laboratoire d'hydraulique et de<br>mécanique des fluides<br>( <i>avec Henry et Mocafico</i> ) | 7/8       | 110-111   |
| Simond        | Machines et installations électriques II  | 6         | 28        |
| Spinner       | Conception des machines   | 4/5       | 47-48     |
|               | Projet de conception des machines<br>( <i>avec Barmaverain</i> )                              | 5/6       | 49-50     |
| Tastavi       | Chapitres choisis en énergétique  | 7         | 84        |
| Thalmann      | Eléments de programmation avancée I,II  | 3/4       | 14-15     |
| Truong        | Mesures hydrauliques  | 7/8       | 70-71     |
| Tu Xuan       | Machines et installations électriques I   | 5         | 27        |
| Xenophontidis | Projet de mécanique appliquée I, II<br>( <i>avec Del Pedro, Porchet, Pruvot</i> )             | 7/8       | 102/103   |
| Zwahlen       | Analysis I, II (cours en allemand)  | 1/2       | 1bis-2bis |

VI

Liste des cours classés par année d'études

| Cours                                      | Enseignants            | Pages |
|--|------------------------|-------|
| <b>Première année - premier semestre</b>   |                        |       |
| Analyse I                                  | Douchet                | 1     |
| Analysis I                                 | Zwahlen                | 1bis  |
| Algèbre linéaire I                         | Liebling               | 7     |
| Géométrie I                                | Buser                  | 10    |
| Programmation I                            | Petitpierre            | 12    |
| Mécanique générale I                       | A. Chatelain           | 16    |
| Chimie appliquée                           | Javet, Lerch, Plattner | 21    |
| Introduction à la science des matériaux    | Kurz                   | 24    |
| Informatique en temps réel                 | Mange, Hersch          | 51    |
| Mathématiques (répétition)                 | Arbenz                 | 62    |
| <b>Première année - deuxième semestre</b>  |                        |       |
| Analyse II                                 | Douchet                | 2     |
| Analysis II                                | Zwahlen                | 2bis  |
| Algèbre linéaire II                        | Liebling               | 8     |
| Géométrie II                               | Buser                  | 11    |
| Programmation II                           | Petitpierre            | 13    |
| Mécanique générale II                      | A. Chatelain           | 17    |
| Physique générale I                        | Martin                 | 18    |
| Métaux et alliages                         | Ilschner               | 22    |
| Eléments de construction I                 | Barmaverain            | 44    |
| Introduction à l'infographie               | Antonescu, vacat       | 46    |
| <b>Deuxième année - troisième semestre</b> |                        |       |
| Analyse III                                | Rappaz                 | 3     |
| Probabilité et statistique I               | Morgenthaler           | 9     |
| Eléments de programmation avancée I        | Thalmann               | 14    |
| Physique générale II                       | Martin                 | 19    |
| Physique générale TP                       | Benoit                 | 20    |
| Métaux et alliages TP                      | Ilschner               | 23    |
| Thermodynamique et énergétique             | Favrat                 | 33    |
| Résistance des matériaux I                 | Del Pedro              | 37    |
| Formage des matériaux métalliques          | Ilschner               | 42    |
| Eléments de construction II                | Barmaverain, Heiniger  | 45    |
| Economie d'entreprise I                    | Cuendet                | 58    |



## VII

| Cours                                       | Enseignants           | Pages |
|---|-----------------------|-------|
| <b>Deuxième année - quatrième semestre</b>  |                       |       |
| Analyse IV                                  | Rappaz                | 4     |
| Analyse numérique                           | Descloux              | 6     |
| Éléments de programmation avancée II        | Thalmann              | 15    |
| Electrotechnique                            | Jufer                 | 25    |
| Thermodynamique et énergétique              | Favrat                | 34    |
| Résistance des matériaux II                 | Del Pedro, Cumier     | 38    |
| Usinage des métaux                          | Pruvot                | 43    |
| Conception des machines                     | Spinnler              | 47    |
| Réglage automatique I                       | Bonvin                | 53    |
| Economie d'entreprise II                    | Cuendet               | 59    |
| <b>Troisième année - cinquième semestre</b> |                       |       |
| Analyse fonctionnelle                       | Dacorogna             | 5     |
| Electronique I                              | Rahali                | 26    |
| Machines et installations électriques I     | Tu Xuan               | 27    |
| Mécanique des fluides I                     | Ryhming               | 29    |
| Hydraulique I                               | Mocafico              | 31    |
| Transfert de chaleur et de masse            | Bölcs                 | 35    |
| Mécanique appliquée I                       | Del Pedro             | 39    |
| Conception des machines                     | Spinnler              | 48    |
| Projet de conception des machines           | Spinnler, Barmaverain | 49    |
| Informatique industrielle                   | Hersch                | 52    |
| Réglage automatique II                      | Bonvin                | 54    |
| Droit I                                     | Rusconi               | 56    |
| Cours HTE : Psychologie du travail          | Goldschmid            | 60    |
| <b>Troisième année - sixième semestre</b>   |                       |       |
| Machines et installations électriques II    | Simond                | 28    |
| Mécanique des fluides II                    | Ryhming               | 30    |
| Hydraulique II                              | Mocafico              | 32    |
| Transfert de chaleur et de masse            | Gianola               | 36    |
| Mécanique appliquée II                      | Del Pedro             | 40    |
| Méthode des éléments finis                  | Gmür                  | 41    |
| Projet de conception des machines           | Spinnler, Barmaverain | 50    |
| Réglage automatique, applications           | Bonvin                | 55    |
| Droit II                                    | Rusconi               | 57    |
| Cours HTE : Psychologie du travail          | Goldschmid            | 61    |

**Choix de l'orientation et de l'option  
en quatrième année**

Pour la 4<sup>ème</sup> année (7<sup>ème</sup> et 8<sup>ème</sup> semestres), l'étudiant doit choisir une **orientation** caractérisée par un ensemble coordonné de cours, de projets et de laboratoires. Les orientations offertes en 1989-90 sont :

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Hydraulique et Mécanique des fluides</b> | <b>HY</b> |
| <b>Thermique</b>                            | <b>TH</b> |
| <b>Mécanique appliquée</b>                  | <b>MA</b> |

\* \* \*

En plus, au 7<sup>ème</sup> semestre, l'étudiant choisit, dans une autre orientation, une **option** constituée par un ensemble de cours et de projets pour un total de 120 heures. Les choix possibles en 1989-90 sont les suivants :

**Option dans l'orientation Hydraulique et Mécanique des fluides:**

(Cours 4 h., projet 4 h.)

- a) Machines hydrauliques
- ou
- b) Régimes transitoires  
+  
Méthodes numériques en mécanique des fluides

**Option dans l'orientation Thermique:**

(Cours 4 h., projet 4 h.)

- a) Turbomachines thermiques
- ou
- b) Moteurs à combustion interne  
+  
Chapitres choisis en énergétique

**Option dans l'orientation Mécanique appliquée:**

(Cours 4 h., projet 4 h.)

- a) Machines-outils et automates
- ou
- b) Méthodes numériques en mécanique des solides

**Option Automatique:**

(Cours 4 h., projet 4 h.)

Réglage automatique III  
+  
Simulation

| Cours | Enseignants | Pages |
|-------|-------------|-------|
|-------|-------------|-------|

Quatrième année - septième semestre

Orientation HYDRAULIQUE - HY

|  |                        |     |
|--|------------------------|-----|
| * Machines hydrauliques I                                  | Mocafico               | 63  |
| * Régimes transitoires dans les installations hydrauliques | Prénat                 | 65  |
| Mécanique des fluides industriels I                        | Ryhming                | 67  |
| Mesures hydrauliques                                       | Truong                 | 70  |
| Similitude, effets d'échelle                               | Henry                  | 73  |
| * Méthodes numériques en mécanique des fluides             | Drotz                  | 74  |
| * Projet d'hydraulique et de mécanique des fluides         | Henry,Ryhming,Mocafico | 98  |
| Laboratoire d'hydraulique et de mécanique des fluides      | Henry,Ryhming,Mocafico | 110 |
| Cours "Option"   |                        |     |
| Projet "Option"  |                        |     |
| Photoélasticité  | Pflug                  | 106 |
| Projet HTE   | Goldschmid             | 112 |
| Chapitres choisis d'hydraulique                            | conférenciers          | 72  |

Orientation THERMIQUE - TH

|   |                        |     |
|---|------------------------|-----|
| Mécanique des fluides industriels I       | Ryhming                | 67  |
| * Moteurs à combustion interne            | Corbat                 | 76  |
| * Turbomachines thermiques                | Bölcs                  | 78  |
| Energétique                               | Favrat                 | 80  |
| Energétique du bâtiment                   | Gianola                | 81  |
| * Chapitres choisis en énergétique        | Tastavi                | 84  |
| * Projet de thermique I                   | Bölcs, Favrat, Gianola | 100 |
| Laboratoire d'énergétique et de thermique | Bölcs, Favrat, Gianola | 108 |
| Cours "Option"                            |                        |     |
| Projet "Option"                           |                        |     |
| Photoélasticité                           | Pflug                  | 106 |
| Projet HTE                                | Goldschmid             | 112 |

\* les matières des options sont marquées d'un astérisque

| Cours  | Enseignants                               | Pages |
|--|---|-------|
| <b>Orientation MECANIQUE APPLIQUEE - MA</b>    |   |       |
| * Machines-outils et automates                 | Pruvot, Pahud                             | 87    |
| Commande des machines                          | Mulkens                                   | 90    |
| Mécanique des déformations et de la rupture    | Ilchner                                   | 92    |
| Transmissions hydromécaniques                  | Porchet, Pahud                            | 93    |
| * Méthodes numériques en mécanique des solides | Curnier                                   | 95    |
| * Projet de mécanique appliquée I              | Del Pedro, Porchet, Pruvot, Xenophontidis | 102   |
| Cours "Option"                                 |   |       |
| Projet "Option"                                |   |       |
| Photoélasticité                                | Pflug                                     | 106   |
| Projet HTE                                     | Goldschmid                                | 112   |
| <b>Option AUTOMATIQUE</b>                      |   |       |
| * Réglage automatique III                      | Longchamp                                 | 96    |
| * Simulation I                                 | Gillet                                    | 97    |
| * Projet d'Automatique                         | Longchamp                                 | 104   |

*\* les matières des options sont marquées d'un astérisque*

**XII**

| <b>Cours</b> | <b>Enseignants</b> | <b>Pages</b> |
|--------------|--------------------|--------------|
|--------------|--------------------|--------------|

**Quatrième année - huitième semestre**

**Orientation HYDRAULIQUE - HY**

|   |                          |     |
|---|--------------------------|-----|
| Machines hydrauliques II                              | Henry                    | 64  |
| Installations hydrauliques                            | Mocafico                 | 66  |
| Mécanique des fluides industriels II                  | Ryhming                  | 68  |
| Cavitation  | Avellan                  | 69  |
| Mesures hydrauliques                                  | Truong                   | 71  |
| Chapitres choisis d'hydraulique                       | conférenciers            | 72  |
| Turbulence des écoulements incompressibles            | Avellan                  | 75  |
| Projet d'hydraulique et de mécanique des fluides      | Henry, Mocafico, Ryhming | 99  |
| Laboratoire d'hydraulique et de mécanique des fluides | Henry, Mocafico, Ryhming | 111 |
| Moirés  | Pflug                    | 107 |
| Mesures des déformations                              | Jacquot                  | 105 |
| Projet HTE  | Goldschmid               | 113 |

**Orientation THERMIQUE - TH**

|   |                        |     |
|---|------------------------|-----|
| Moteurs à combustion interne                  | Corbat                 | 77  |
| Turbomachines thermiques                      | Bölcs                  | 79  |
| Procédés thermiques industriels               | Javet                  | 82  |
| Systèmes de chauffage et de réfrigération     | Favrat                 | 83  |
| Chapitres choisis en turbomachines thermiques | Bölcs                  | 85  |
| Mesures thermiques                            | Fransson               | 86  |
| Projet de thermique II                        | Bölcs, Favrat, Gianola | 101 |
| Laboratoire d'énergétique et de thermique     | Bölcs, Favrat, Gianola | 109 |
| Moirés  | Pflug                  | 107 |
| Mesures des déformations                      | Jacquot                | 105 |
| Projet HTE                                    | Goldschmid             | 113 |

### XIII

| <b>Cours</b>                                | <b>Enseignants</b>         | <b>Pages</b> |
|---|----------------------------|--------------|
| <b>Orientation MECANIQUE APPLIQUEE - MA</b> |                            |              |
| Machines-outils et automates                | Pruvot                     | 88           |
| Systèmes de CFAO                            | Porchet                    | 89           |
| Conception de systèmes                      | Mulkens, Decotignie        | 91           |
| Transmissions électrohydrauliques           | Pahud                      | 94           |
| Projet de mécanique appliquée II            | Del Pedro, Porchet, Pruvot |              |
|   | Xenophontidis              | 103          |
| Moirés                                      | Pflug                      | 107          |
| Mesures des déformations                    | Jacquot                    | 105          |
| Projet HTE                                  | Goldschmid                 | 113          |

ÉCOLE POLYTECHNIQUE  
FÉDÉRALE DE LAUSANNE

Ecublens

1015 Lausanne

---

# Plan d'études

de la Section de Mécanique

arrêté par le CEPF le 11 mai 1989 en vertu de l'article 7, 3<sup>e</sup> alinéa  
de l'ordonnance sur le CEPF du 16 novembre 1983<sup>1)</sup>

valable seulement  
pour l'année académique 1989/90



## MÉCANIQUE

| SEMESTRE   | Les noms sont indiqués sous réserve de modification |     | 1   |   |   | 2   |    |     | 3  |     |   | 4  |     |   | 5   |   |   | 6  |   |    |      |
|--|---|-----|-----|---|---|-----|----|-----|----|-----|---|----|-----|---|-----|---|---|----|---|----|------|
|  |   |     | c   | e | p | c   | e  | p   | c  | e   | p | c  | e   | p | c   | e | p | c  | e | p  |      |
| <b>Matière</b>   | <b>Enseignants</b>                                  |     |     |   |   |     |    |     |    |     |   |    |     |   |     |   |   |    |   |    |      |
| Analyse I, II ou Analyse I, II (cours en allemand)   | Douchet   | DMA | 4   | 4 |   | 4   | 4  |     |    |     |   |    |     |   |     |   |   |    |   |    | 200  |
| Analyse III, IV  | Rappaz J.   | DMA |     |   |   |     |    |     |    | 3   | 2 |    | 2   | 2 |     |   |   |    |   |    | 200  |
| Analyse fonctionnelle  | Dacorogna   | DMA |     |   |   |     |    |     |    |     |   |    |     |   | 2   | 1 |   |    |   |    | 115  |
| Analyse numérique  | Descloux  | DMA |     |   |   |     |    |     |    |     |   | 2  | 1   |   |     |   |   |    |   |    | 45   |
| Algèbre linéaire I, II   | Liebling  | DMA | 2   | 1 |   | 2   | 1  |     |    |     |   |    |     |   |     |   |   |    |   |    | 30   |
| Probabilité et statistique I   | Morganthaler  | DMA |     |   |   |     |    |     | 2  | 1   |   |    |     |   |     |   |   |    |   |    | 75   |
| Géométrie I, II  | Buser   | DMA | 2   | 1 |   | 2   | 1  |     |    |     |   |    |     |   |     |   |   |    |   |    | 45   |
| Programmation I, II  | Pastipierre   | DI  | 2   |   | 2 | 2   |    | 2   |    |     |   |    |     |   |     |   |   |    |   |    | 36   |
| Éléments de programmation avancée  | Thalman   | DI  |     |   |   |     |    | 1   |    | 2   | 1 |    | 2   |   |     |   |   |    |   |    | 100  |
|  |   |     |     |   |   |     |    |     |    |     |   |    |     |   |     |   |   |    |   |    | 75   |
| Mécanique générale I, II   | Chatelain A.  | DP  | 3   | 2 |   | 2   | 2  |     |    |     |   |    |     |   |     |   |   |    |   |    | 115  |
| Physique générale I, II  | Martin J.-L.  | DP  |     |   |   | 4   | 2  |     | 3  | 2   |   |    |     |   |     |   |   |    |   |    | 135  |
| TP de physique générale  | Benot   | DP  |     |   |   |     |    |     |    | 2   |   |    |     |   |     |   |   |    |   |    | 30   |
| Chimie appliquée   | Lersch/Plattner/Javet                               | DC  | 3   | 1 |   |     |    |     |    |     |   |    |     |   |     |   |   |    |   |    | 60   |
| Métaux et alliages   | Ilschner  | DMX |     |   |   | 4   |    |     |    | 2   |   |    |     |   |     |   |   |    |   |    | 70   |
| Introduction à la science des matériaux  | Kurz  | DMX | 3   |   |   |     |    |     |    |     |   |    |     |   |     |   |   |    |   |    | 45   |
| Electrotechnique   | Jufer   | DE  |     |   |   |     |    |     |    | 2   |   |    |     |   |     |   |   |    |   |    | 20   |
| Electronique I   | Rahab   | DE  |     |   |   |     |    |     |    |     |   |    |     | 2 | 1   |   |   |    |   |    | 45   |
| Machines et installations électriques I, II  | Tu Xuan + Simond                                    | DE  |     |   |   |     |    |     |    |     |   |    | 2   | 1 |     | 2 |   | 2  |   |    | 85   |
| Mécanique des fluides I, II  | Ryhming   | DME |     |   |   |     |    |     |    |     |   |    | 2   | 2 |     | 3 | 3 |    |   |    | 120  |
| Hydraulique I, II  | Mocafico  | DME |     |   |   |     |    |     |    |     |   |    | 2   |   | 2   |   |   |    |   |    | 50   |
| Thermodynamique et énergétique   | Favrat  | DME |     |   |   |     |    | 4   | 1  |     | 3 | 1  |     |   |     |   |   |    |   |    | 115  |
| Transfert de chaleur et de masse   | Bölcs/Gianola                                       | DME |     |   |   |     |    |     |    |     |   |    | 2   |   |     | 2 | 2 |    |   |    | 70   |
| Résistance des matériaux I + II  | Del Pedro + Del Pedro/Cumier                        | DME |     |   |   |     |    |     | 3  | 2   |   | 4  | 2   |   |     |   |   |    |   |    | 135  |
| Mécanique appliquée I, II  | Del Pedro   | DME |     |   |   |     |    |     |    |     |   |    | 2   | 2 |     | 2 | 2 |    |   |    | 100  |
| Méthode des éléments finis   | Gmür  | DME |     |   |   |     |    |     |    |     |   |    |     |   |     |   | 3 | 1  |   |    | 40   |
| Formage des matériaux  | Ilschner  | DMX |     |   |   |     |    |     | 2  |     |   |    |     |   |     |   |   |    |   |    | 30   |
| Usinage des métaux   | Pruvot  | DME |     |   |   |     |    |     |    |     | 3 |    |     |   |     |   |   |    |   |    | 30   |
| Éléments de construction I   | Barmaverein   | DME |     |   | 1 |     | 2  |     |    |     |   |    |     |   |     |   |   |    |   |    | 30   |
| Éléments de construction II  | Barmaverein/Heiniger                                | DME |     |   |   |     |    |     | 1  |     | 3 |    |     |   |     |   |   |    |   |    | 80   |
| Introduction à l'infographie   | Antonescu/vacat                                     | DME |     |   | 3 |     |    |     |    |     |   |    |     |   |     |   |   |    |   |    | 30   |
| Conception des machines  | Spinner   | DME |     |   |   |     |    |     |    | 3   |   |    | 4   |   |     |   |   |    |   |    | 80   |
| Projet de conception des machines  | Spinner/Barmaverein                                 | DME |     |   |   |     |    |     |    |     |   |    |     |   |     | 3 |   |    |   | 6  | 105  |
| Informatique temps réel  | Mango/Hersch  | DI  | 2   |   | 3 |     |    |     |    |     |   |    |     |   |     |   |   |    |   |    | 75   |
| Informatique industrielle  | Hersch  | DI  |     |   |   |     |    |     |    |     |   |    | 1   |   | 2   |   |   |    |   |    | 45   |
| Réglage automatique I, II  | Bönvin  | DME |     |   |   |     |    |     |    | 3   | 1 |    | 2   | 1 |     |   |   |    |   |    | 85   |
| Réglage automatique applications   | Bönvin  | DME |     |   |   |     |    |     |    |     |   |    |     |   |     |   |   | 2  |   |    | 20   |
| <b>Enseignement non technique</b>  |   |     |     |   |   |     |    |     |    |     |   |    |     |   |     |   |   |    |   |    |      |
| Instruments de travail   | Divers  | UHD | (2) |   |   | (2) |    | (2) |    | (2) |   |    | (2) |   | (2) |   |   |    |   |    |      |
| Droit I, II  | Rusconi   | DME |     |   |   |     |    |     |    |     |   |    |     | 2 |     | 2 |   |    |   |    | 50   |
| Economie d'entreprise I, II  | Cuendat   | DE  |     |   |   |     |    | 2   |    | 2   |   |    |     |   |     |   |   |    |   |    | 50   |
| HTE  | Goldschmid  | UHD |     |   |   |     |    |     |    |     |   |    | 2   |   | 2   |   |   |    |   |    | 50   |
| Mathématiques (répétition)   | Arbenz  | DMA | (2) |   |   |     |    |     |    |     |   |    |     |   |     |   |   |    |   |    | (30) |
| <i>Stage industriel obligatoire avant l'entrée en 3<sup>e</sup> année (durée 6 semaines)</i> |   |     |     |   |   |     |    |     |    |     |   |    |     |   |     |   |   |    |   |    |      |
| <b>Conseillers d'études</b>  |   |     |     |   |   |     |    |     |    |     |   |    |     |   |     |   |   |    |   |    |      |
| 1 <sup>re</sup> année: Prof. D. Favrat   |   |     |     |   |   |     |    |     |    |     |   |    |     |   |     |   |   |    |   |    |      |
| 2 <sup>e</sup> année: Prof. G. Spinner   |   |     |     |   |   |     |    |     |    |     |   |    |     |   |     |   |   |    |   |    |      |
| 3 <sup>e</sup> année: Prof. R. Longchamp   |   |     |     |   |   |     |    |     |    |     |   |    |     |   |     |   |   |    |   |    |      |
| 4 <sup>e</sup> année: Prof. J.-C. Gianola  |   |     |     |   |   |     |    |     |    |     |   |    |     |   |     |   |   |    |   |    |      |
| Diplômés: Prof. A. Bölcs   |   |     |     |   |   |     |    |     |    |     |   |    |     |   |     |   |   |    |   |    |      |
| <b>Président de la commission d'enseignement:</b>  |   |     |     |   |   |     |    |     |    |     |   |    |     |   |     |   |   |    |   |    |      |
| Prof. D. Favrat  |   |     |     |   |   |     |    |     |    |     |   |    |     |   |     |   |   |    |   |    |      |
| <b>Chef du Département</b>   |   |     |     |   |   |     |    |     |    |     |   |    |     |   |     |   |   |    |   |    |      |
| Prof. A. Bölcs   |   |     |     |   |   |     |    |     |    |     |   |    |     |   |     |   |   |    |   |    |      |
| <b>Coordinateur HTE:</b>   |   |     |     |   |   |     |    |     |    |     |   |    |     |   |     |   |   |    |   |    |      |
| Prof. N. Xenophontos   |   |     |     |   |   |     |    |     |    |     |   |    |     |   |     |   |   |    |   |    |      |
|  |   |     |     |   |   |     |    |     |    |     |   |    |     |   |     |   |   |    |   |    |      |
|  |   |     |     |   |   |     |    |     |    |     |   |    |     |   |     |   |   |    |   |    |      |
|  |   |     |     |   |   |     |    |     |    |     |   |    |     |   |     |   |   |    |   |    |      |
|  |   |     |     |   |   |     |    |     |    |     |   |    |     |   |     |   |   |    |   |    |      |
|  |   |     |     |   |   |     |    |     |    |     |   |    |     |   |     |   |   |    |   |    |      |
|  |   |     |     |   |   |     |    |     |    |     |   |    |     |   |     |   |   |    |   |    |      |
| <b>Totaux</b>  | <b>par semaine</b>                                  |     | 21  | 9 | 5 | 24  | 10 | 4   | 21 | 8   | 9 | 25 | 7   | 2 | 25  | 8 | 5 | 20 | 6 | 10 |      |
|  |   |     | 35  |   |   | 38  |    |     | 38 |     |   | 34 |     |   | 38  |   |   | 36 |   |    |      |

\* 2h/semaine durant la 2<sup>e</sup> moitié du semestre

c = cours e = exercices p = branches pratiques ( ) = facultatif

| SEMESTRE  | Les noms sont indiqués sous réserve de modification | Enseignants | 7   |    |   |     |    |   |    |     |   | 8  |    |     |     |    |   |     |    |      |  |
|---|---|-------------|-----|----|---|-----|----|---|----|-----|---|----|----|-----|-----|----|---|-----|----|------|--|
|   |   |             | HY  |    |   | TH  |    |   | MA |     |   | HY |    |     | TH  |    |   | MA  |    |      |  |
|   |   |             | c   | e  | p | c   | e  | p | c  | e   | p | c  | e  | p   | c   | e  | p | c   | e  | p    |  |
| Matière   |   |             |     |    |   |     |    |   |    |     |   |    |    |     |     |    |   |     |    |      |  |
| Machines hydrauliques I + II  | Mocafico + Henry                                    | DME         |     |    |   | 4   |    |   |    | 4   |   |    |    | 5   |     |    |   |     |    | 110  |  |
| Régimes transitoires  | Prenat  | DME         | 2   |    |   | 2   |    |   |    | 2   |   |    |    |     |     |    |   |     |    | 30   |  |
| Installations hydrauliques  | Mocafico  | DME         |     |    |   |     |    |   |    |     | 2 |    |    |     |     |    |   |     |    | 20   |  |
| Mécanique des fluides industriels I, II   | Ryhming   | DME         | 2   |    |   | 2   |    |   |    |     |   |    | 2  |     |     |    |   |     |    | 70   |  |
| Cavitation  | Avellan   | DME         |     |    |   |     |    |   |    |     | 3 |    |    |     |     |    |   |     |    | 30   |  |
| Mesures hydrauliques  | Truong  | DME         | 2   |    |   |     |    |   |    |     | 3 |    |    |     |     |    |   |     |    | 60   |  |
| Chapitres choisis d'hydraulique   | Conférenciers                                       | UHD         |     |    |   |     |    |   |    |     | 1 |    |    |     |     |    |   |     |    | 10   |  |
| Similitude, effets d'échelle  | Henry   | DME         | 2   |    |   |     |    |   |    |     |   |    |    |     |     |    |   |     |    | 30   |  |
| Méthodes numériques en mécanique des fluides  | Drotz   | DME         | 2   | 1  |   | 2   |    |   |    | 2   |   |    |    |     |     |    |   |     |    | 45   |  |
| Turbulence des écoulements incompressibles  | Avellan   | DME         |     |    |   |     |    |   |    |     |   |    | 3  |     |     |    |   |     |    | 30   |  |
| Moteurs à combustion interne  | Corbat  | DME         | 2   |    |   | 2   |    |   |    | 2   |   |    |    |     | 2   |    |   |     |    | 50   |  |
| Turbomachines thermiques  | Böics   | DME         | 4   |    |   | 4   |    |   |    | 4   |   |    |    |     | 2   | 1  |   |     |    | 90   |  |
| Energétique   | Favret  | DME         |     |    |   | 2   |    |   |    |     |   |    |    |     |     |    |   |     |    | 30   |  |
| Energétique du bâtiment   | Gianola   | DME         |     |    |   | 2   |    |   |    |     |   |    |    |     |     |    |   |     |    | 30   |  |
| Procédés thermiques industriels   | Javet   | DC          |     |    |   |     |    |   |    |     |   |    |    |     | 2   |    |   |     |    | 20   |  |
| Systèmes de chauffage et réfrigération  | Favret  | DME         |     |    |   |     |    |   |    |     |   |    |    |     | 3   |    |   |     |    | 30   |  |
| Chapitres choisis en énergétique  | Tastevt   | DME         | 2   |    |   | 2   |    |   |    | 2   |   |    |    |     |     |    |   |     |    | 30   |  |
| Chapitres choisis en turbomachines thermiques   | Böics   | DME         |     |    |   |     |    |   |    |     |   |    |    |     | 3   |    |   |     |    | 30   |  |
| Mesures thermiques  | Fransson  | DME         |     |    |   |     |    |   |    |     |   |    |    |     | 2   |    |   |     |    | 20   |  |
| Machines-outils et automates  | Pahud + Pruvot                                      | DME         | 4   |    |   | 4   |    |   |    | 4   |   |    |    |     |     |    |   | 5   |    | 110  |  |
| Systèmes de CAO   | Porchet   | DME         |     |    |   |     |    |   |    |     |   |    |    |     |     |    |   | 3   |    | 30   |  |
| Commandes des machines  | Mulkens   | DME         |     |    |   |     |    |   | 2  | 1   |   |    |    |     |     |    |   |     |    | 45   |  |
| Conception de systèmes  | Mulkens/Dacotignie                                  | DME/DI      |     |    |   |     |    |   |    |     |   |    |    |     |     |    |   | 2   | 2  | 40   |  |
| Mécanique des déformations et de la rupture I   | Iischner  | DMX         |     |    |   |     |    |   |    | 2   |   |    |    |     |     |    |   |     |    | 30   |  |
| Transmissions hydromécaniques   | Porchet + Pahud                                     | DME         |     |    |   |     |    |   |    | 2   |   |    |    |     |     |    |   |     |    | 30   |  |
| Transmissions électrohydrauliques   | Pahud   | DME         |     |    |   |     |    |   |    |     |   |    |    |     |     |    |   | 3   | 1  | 40   |  |
| Méthodes numériques en mécanique des solides  | Currier   | DME         | 3   | 1  |   | 3   | 1  |   |    | 3   | 1 |    |    |     |     |    |   |     |    | 60   |  |
| Réglage automatique III   | Longchamp   | DME         | 2   |    |   | 2   |    |   |    | 2   |   |    |    |     |     |    |   |     |    | 30   |  |
| Simulation I  | Gillet  | DME         | 2   |    |   | 2   |    |   |    | 2   |   |    |    |     |     |    |   |     |    | 30   |  |
| Projet d'hydraulique et de mécanique des fluides  | Henry/Ryhming/Mocafico                              | DME         |     |    |   | 7   |    |   |    | 4   |   |    |    | 4   |     |    |   | 6   |    | 185  |  |
| Projet de thermique I, II   | Böics/Gianola/Favret                                | DME         |     |    |   | 4   |    |   |    | 6   |   |    |    | 4   |     |    |   | 12  |    | 210  |  |
| Projet de mécanique appliquée I, II   | Del Pedro/Porchet/Pruvot/Xenophontidis              | DME         |     |    |   | 4   |    |   |    | 4   |   |    |    | 10  |     |    |   |     |    | 310  |  |
| Projet d'automatique  | Longchamp   | DME         |     |    |   | 4   |    |   |    | 4   |   |    |    |     |     |    |   |     |    | 60   |  |
| Mesures des déformations  | Jacquot   | DGC         |     |    |   |     |    |   |    |     |   |    |    |     | (2) |    |   | (2) |    | (20) |  |
| Photoélasticités + Moirés   | Pflug   | DGC         | (1) |    |   | (1) |    |   |    | (1) |   |    |    | (1) | (1) |    |   | (1) |    | (25) |  |
| Laboratoire d'énergétique et thermique  | Böics/Favret/Gianola                                | DME         |     |    |   |     |    |   |    | 4   |   |    |    |     |     |    |   | 6   |    | 120  |  |
| Laboratoire d'hydraulique et de mécanique des fluides   | Henry/Mocafico/Ryhming                              | DME         |     |    |   | 3   |    |   |    |     |   |    |    |     | 6   |    |   |     |    | 105  |  |
| Enseignement non technique  |   |             |     |    |   |     |    |   |    |     |   |    |    |     |     |    |   |     |    |      |  |
| Projet ITE  | Goldschmid  | UHD         |     |    |   | 2   |    |   |    | 2   |   |    |    |     | 2   |    |   | 2   |    | 50   |  |
| Instruments de travail  | Divers  | UHD         | (2) |    |   | (2) |    |   |    | (2) |   |    |    |     | (2) |    |   | (2) |    |      |  |
| L'étudiant choisit, pour les 7 <sup>e</sup> et 8 <sup>e</sup> semestres, une des trois orientations:                              |   |             |     |    |   |     |    |   |    |     |   |    |    |     |     |    |   |     |    |      |  |
| HY = Hydraulique et Mécanique des fluides   |   |             |     |    |   |     |    |   |    |     |   |    |    |     |     |    |   |     |    |      |  |
| TH = Thermique  |   |             |     |    |   |     |    |   |    |     |   |    |    |     |     |    |   |     |    |      |  |
| MA = Mécanique appliquée  |   |             |     |    |   |     |    |   |    |     |   |    |    |     |     |    |   |     |    |      |  |
| En plus, au 7 <sup>e</sup> semestre, il doit choisir, dans une autre orientation, une des options suivantes (heures en italique): |   |             |     |    |   |     |    |   |    |     |   |    |    |     |     |    |   |     |    |      |  |
| HY: - Machines hydrauliques (cours 4 h., projet 4 h.)   |   |             |     |    |   |     |    |   |    |     |   |    |    |     |     |    |   |     |    |      |  |
| ou - Régimes transitoires. Méthodes numériques en mécanique des fluides (cours 2 h. + 2 h., projet 4 h.)                          |   |             |     |    |   |     |    |   |    |     |   |    |    |     |     |    |   |     |    |      |  |
| TH: - Turbomachines thermiques (cours 4 h., projet 4 h.)  |   |             |     |    |   |     |    |   |    |     |   |    |    |     |     |    |   |     |    |      |  |
| ou - Moteurs à combustion interne. Chapitres choisis en énergétique (cours 2 h. + 2 h., projet 4 h.)                              |   |             |     |    |   |     |    |   |    |     |   |    |    |     |     |    |   |     |    |      |  |
| MA: - Machines-outils et automates (cours 4 h., projet 4 h.)  |   |             |     |    |   |     |    |   |    |     |   |    |    |     |     |    |   |     |    |      |  |
| ou - Méthodes numériques en mécanique des solides (cours 4 h., projet 4 h.)   |   |             |     |    |   |     |    |   |    |     |   |    |    |     |     |    |   |     |    |      |  |
| Il peut également choisir l'option réglage:   |   |             |     |    |   |     |    |   |    |     |   |    |    |     |     |    |   |     |    |      |  |
| - Réglage automatique III   |   |             |     |    |   |     |    |   |    |     |   |    |    |     |     |    |   |     |    |      |  |
| Simulation I  |   |             |     |    |   |     |    |   |    |     |   |    |    |     |     |    |   |     |    |      |  |
| (cours 2 h. + 2 h., projet 4 h.)  |   |             |     |    |   |     |    |   |    |     |   |    |    |     |     |    |   |     |    |      |  |
| Totaux  |   | par semaine |     | 35 |   |     | 34 |   |    | 36  |   |    | 35 |     |     | 35 |   |     | 34 |      |  |

**RÈGLEMENT D'APPLICATION DU CONTRÔLE DES ÉTUDES  
DU DÉPARTEMENT DE MÉCANIQUE  
(SECTION DE MÉCANIQUE)**

*Sessions d'examen Printemps 1990 Été 1990 Automne 1990*

*Le Conseil des Ecoles,*

vu l'article 33 de l'ordonnance du contrôle des études du 27 1980''

*arrête*

**Article premier**

Le règlement suivant est applicable à la Section de Mécanique.

**Article 2 - Examen propédeutique I**

| <i>Branches théoriques</i>                        | <i>coefficient</i> |
|---|--------------------|
| 1 Analyse I, II (écrit)                           | 1                  |
| 2 Analyse I, II (oral)                            | 1                  |
| 3 Algèbre linéaire I, II (écrit)                  | 1                  |
| 4 Mécanique générale I, II (écrit)                | 1                  |
| 5 Introduction à la science des matériaux (écrit) | 1                  |
| 6 Métaux et alliages (oral)                       | 1                  |
| 7 Géométrie I, II (écrit)                         | 1                  |
| 8 Chimie appliquée (écrit)                        | 1                  |

*Branches pratiques*

|   |   |
|---|---|
| 9 Eléments de construction I, projets (été) | 1 |
| 10 Programmation I, II (hiver + été)        | 1 |
| 11 Informatique temps réel (hiver)          | 1 |

Conditions de réussite:

moyenne des branches 1 à 8  $\geq$  6,0 et

moyenne des branches 1 à 11  $\geq$  6,0.

**Article 3 - Examen propédeutique II**

| <i>Branches théoriques</i>                                  | <i>coefficient</i> |
|---|--------------------|
| 1 Analyse III, IV (écrit)                                   | 1                  |
| 2 Physique générale, I, II (écrit, oral)                    | 1                  |
| 3 Résistance des matériaux I, II (oral)                     | 1                  |
| 4 Formage des matériaux et Usinage des métaux (oral)        | 1                  |
| 5 Thermodynamique et Énergétique (oral)                     | 1                  |
| 6 Probabilité et Statistique I et Analyse numérique (écrit) | 1                  |
| 7 Économie d'entreprise (oral)                              | 1                  |
| 8 Electrotechnique (oral)                                   | 1                  |

*Branches pratiques*

|  |   |
|--|---|
| 9 TP de Physique générale (hiver)                  | 1 |
| 10 Métaux et alliages, Laboratoire (hiver)         | 1 |
| 11 Éléments de programmation avancés (hiver + été) | 1 |
| 12 Éléments de construction II (hiver)             | 1 |

Conditions de réussite:

moyenne des branches 1 à 8  $\geq$  6,0 et

moyenne des branches 1 à 12  $\geq$  6,0.

**Article 4 - Promotion en 4<sup>e</sup> année**

| <i>Branches théoriques - Session de printemps</i> | <i>coefficient</i> |
|---|--------------------|
| 1. Electronique                                   | 1                  |
| 2. Analyse fonctionnelle                          | 1                  |

*Branches théoriques - Session d'été*

|  |   |
|--|---|
| 3. Hydraulique I, II                           | 1 |
| 4. Méthode des éléments finis                  | 1 |
| 5. Conception des machines                     | 1 |
| 6. Machines et installations électriques I, II | 1 |
| 7. Réglage automatique I, II, applications     | 1 |
| 8. Droit, I, II                                | 1 |

*Branches pratiques*

|   |   |
|---|---|
| 9. Projet de conception des machines (hiver)                              | 1 |
| 10. Projet de conception des machines (été)                               | 1 |
| 11. Machines et installations électriques I, II Laboratoire (hiver + été) | 1 |
| 12. Informatique industrielle (hiver)                                     | 1 |

Conditions de réussite:

moyenne des branches 1 à 8  $\geq$  6,0 et

moyenne des branches 9 à 12  $\geq$  6,0.

**Article 5 - Admission à l'examen final**

*Orientation hydraulique (HY)*

| <i>Branche théorique - Session de printemps</i> | <i>coefficient</i> |
|---|--------------------|
| 1. Similitude et effets d'échelle               | 1                  |

*Branches théoriques - Session d'été*

|  |   |
|--|---|
| 2. Installations hydrauliques                  | 1 |
| 3. Mesures hydrauliques                        | 1 |
| 4. Turbulences des écoulements incompressibles | 1 |

*Branches pratiques*

|  |   |
|--|---|
| 5. Projet d'hydraulique et de mécanique des fluides (hiver)            | 1 |
| 6. Projet d'hydraulique et de mécanique des fluides (été)              | 1 |
| 7. Laboratoire d'hydraulique et de mécanique des fluides (hiver + été) | 1 |
| 8. Projet option autre orientation (hiver)                             | 1 |
| 9. Projet HTE (hiver + été)  | 1 |

Conditions de réussite:

moyenne des branches 1 à 4  $\geq$  6,0 et

moyenne des branches 5 à 9  $\geq$  6,0.

*Orientation thermique (TH)*

*Branche théorique - Session de printemps*

|                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| 1. Mécanique des fluides industriels | 1 |
|--------------------------------------|---|

*Branches théoriques - Session d'été*

|  |   |
|--|---|
| 2. Moteurs à combustion interne              | 1 |
| 3. Systèmes de chauffage et de réfrigération | 1 |
| 4. Mesures thermiques                        | 1 |

*Branches pratiques*

|  |   |
|--|---|
| 5. Projet de thermique (hiver)             | 1 |
| 6. Projet de thermique (été)               | 1 |
| 7. Laboratoire de thermique (hiver + été)  | 1 |
| 8. Projet option autre orientation (hiver) | 1 |
| 9. Projet HTE (hiver + été)                | 1 |

Conditions de réussite:

moyenne des branches 1 à 4  $\geq$  6,0 et

moyenne des branches 5 à 9  $\geq$  6,0.

*Orientation mécanique appliquée (MA)*

*Branches théoriques - Session de printemps*

|   |   |
|---|---|
| 1. Méthodes numériques en mécanique des solides | 1 |
|---|---|

*Branches théoriques - Session d'été*

|   |   |
|---|---|
| 2. Commande des machines et conception de systèmes                    | 1 |
| 3. Transmissions hydromécaniques et transmissions électrohydrauliques | 1 |

*Branches pratiques*

|  |   |
|--|---|
| 4. Projet de mécanique appliquée I (hiver) | 1 |
| 5. Projet de mécanique appliquée II (été)  | 1 |
| 6. Projet option autre orientation (hiver) | 1 |
| 7. Projet HTE (hiver + été)                | 1 |

Condition de réussite:

moyenne des branches 1 à 7  $\geq$  6,0.

**Article 6 - Diplôme**

*Examen final (EF)*

*Branches théoriques communes*

| <i>à toutes les orientations</i>      | <i>coefficient</i> |
|---------------------------------------|--------------------|
| 1. Mécanique des fluides I, II, III * | 1                  |
| 2. Mécanique appliquée I, II          | 1                  |
| 3. Transfert de chaleur et de masse   | 1                  |

*Branches théoriques selon les orientations*

*Orientation hydraulique (HY)*

|   |   |
|---|---|
| 4. Machines hydrauliques I, II et cavitation                            | 1 |
| 5. Régimes transitoires et méthodes numériques en mécanique des fluides | 1 |
| 6. Mécanique des fluides industriels I, II                              | 1 |
| 7. Option dans une autre orientation                                    | 1 |

| <i>Orientation thermique (TH)</i>  | <i>coefficient</i> |
|--|--------------------|
| 4. Turbomachines thermiques et chapitres choisis en turbomachines thermiques | 1                  |
| 5. Energétique du bâtiment et procédés thermiques industriels                | 1                  |
| 6. Energétique, chapitres choisis en énergétique                             | 1                  |
| 7. Option dans une autre orientation   | 1                  |

| <i>Orientation mécanique appliquée (MA)</i>      |   |
|--|---|
| 4. Machines-outils et automates                  | 1 |
| 5. Systèmes de CFAO                              | 1 |
| 6. Mécanique des déformations et de la rupture I | 1 |
| 7. Option dans une autre orientation             | 1 |

*Option réglage automatique*

- |  |   |
|--|---|
| 1. Réglage automatique III et Simulation I | 1 |
|--|---|
- Moyenne exigée pour se présenter au travail pratique  $\geq 6,0$ .  
\* Mécanique des fluides III supprimés dès 89/90 pour les nouveaux régimes.

*Travail pratique de diplôme*

Le département établit la liste des branches dans lesquelles le travail pratique peut être effectué.

Une seule note est attribuée au TPD. La réussite du TPD implique l'obtention d'une note  $\geq 6,0$ .

La durée du travail pratique de diplôme est de deux mois.

*Diplôme*

La note de diplôme s'obtient en calculant la moyenne pondérée des notes EF + TPD.

**Article 7 - Abrogation du droit en vigueur**

Le règlement spécial des épreuves de diplôme de la Section de Mécanique du 16 juillet 1970 est abrogé

**Article 8 - Entrée en vigueur**

Le présent règlement entre en vigueur le 11 mai 1989

*Au nom du Conseil des Ecoles polytechniques fédérales :*

Le président: H. Ursprung  
Le secrétaire: J. Fulda

<sup>1)</sup> RS 414.132.2

Pour les autres dispositions, veuillez consulter l'ordonnance du contrôle des études

|  |          |                                     |                          |                          |                                     |                          |
|--|----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Titre : ANALYSE I                      |          |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| Enseignant : J.DOUCHE, chargé de cours |          |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| Heures total : 120                     |          | Par semaine : cours 4               |                          | Exercices 4              |                                     | Pratiques                |
| Destinataires et contrôle des études : |          |                                     |                          | Branches                 |                                     |                          |
| Sections (s)                           | Semestre | Oblig.                              | Facult.                  | Option                   | Théoriques                          | Pratiques                |
| ..Génie Civil.....                     | ..1..    | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ..Génie Rural + G.                     | ..1..    | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ..Mécanique.....                       | ..1..    | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ..Matériaux.....                       | ..1..    | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

### OBJECTIFS

Etude des méthodes principales du calcul différentiel et intégral de fonctions d'une variable en vue des applications aux problèmes physiques et techniques.

### CONTENU

Notions de base: nombres réels et complexes, fonctions, limite, continuité, dérivée, intégrale.  
 Série de Taylor. Séries entières.  
 Equations différentielles et ordinaires.  
 Méthodes numériques.  
 Applications géométriques et mécaniques.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra et exercices en salle.

DOCUMENTATION : J.Douchet & B.Zwahlen: Calcul différentiel et intégral, Vol.1 & 3, PPR.  
 N.Piskounov: Calcul différentiel et intégral, Vol.1 & 2, Ed.Mir, Moscou.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis :

Préparation pour :

|   |                 |                                     |                          |                          |                                     |                          |
|---|-----------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| <i>Titre :</i> ANALYSIS I                           |                 |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| <i>Enseignant :</i> B. ZWAHLEN; Professeur EPFL/DMA |                 |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| <i>Heures totales :</i> 120                         |                 | <i>Par semaine: Cours</i> 4         |                          | <i>Exercices</i> 4       |                                     | <i>Pratique</i>          |
| <i>Destinataires et contrôle des études</i>         |                 |                                     |                          |                          | <i>Branches</i>                     |                          |
| <i>Section(s)</i>                                   | <i>Semestre</i> | <i>Oblig.</i>                       | <i>Facult.</i>           | <i>Option</i>            | <i>Théoriques</i>                   | <i>Pratiques</i>         |
| GC., GR+G.....                                      | 1               | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| MEC., MI.....                                       | 1               | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| EL., PH.....  | 1               | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| MX., MAT., INF.....                                 | 1               | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

**OBJECTIFS**

*Etude du calcul différentiel et intégral: notions, méthodes, résultats.*

**CONTENU****INHALT:**

Differential-und Integralrechnung der Funktionen einer Variablen.

- Grundbegriffe (reelle und komplexe Zahlen, Grenzwert)
- Funktionen
- Stetigkeit
- Ableitungen
- Lokales Verhalten einer Funktion, Maxima und Minima
- Die Taylorsche Entwicklung, Potenzreihen
- Spezielle Funktionen
- Integrale und Stammfunktionen
- Uneigentliche Integrale

Lineare Differentialgleichungen.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT:**

Cours ex cathedra, exercices en salle.

**DOCUMENTATION:**

Calcul différentiel et intégral I et III, J Douchet et B. Zwhlen, PPR 1983 et 1987.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

Un cours photocopié en allemand sera à disposition au début de l'année académique.

**Préalable requis:****Préparation pour:**

|  |          |   |                          |                          |                                     |                          |
|--|----------|---|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Titre : ANALYSE II                     |          |   |                          |                          |                                     |                          |
| Enseignant : J.DOUCHE, chargé de cours |          |   |                          |                          |                                     |                          |
| Heures total : 80                      |          | Par semaine : cours 4 Exercices 4 Pratiques |                          |                          |                                     |                          |
| Destinataires et contrôle des études : |          |   |                          |                          | Branches                            |                          |
| Sections (s)                           | Semestre | Oblig.                                      | Facult.                  | Option                   | Théoriques                          | Pratiques                |
| Génie Civil.....                       | 2..      | <input checked="" type="checkbox"/>         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Génie Rural + G.....                   | 2..      | <input checked="" type="checkbox"/>         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Mécanique.....                         | 2..      | <input checked="" type="checkbox"/>         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Matériaux.....                         | 2..      | <input checked="" type="checkbox"/>         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

### OBJECTIFS

Etude des méthodes principales du calcul différentiel et intégral de fonctions de plusieurs variables en vue des applications aux problèmes physiques et techniques.

### CONTENU

Dérivation partielle et différentiabilité des fonctions de plusieurs variables.  
Formules de Taylor et ses applications.  
Fonctions implicites.  
Intégrales doubles et triples.  
Applications géométriques et mécaniques.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra et exercices en salle.

DOCUMENTATION : J.Douchet & B.Zwahlen: Calcul différentiel et intégral, Vol.2 & 4, PPR.  
N.Piskounov: Calcul différentiel et intégral, Vol.1 & 2, Ed.Mir, Moscou.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis :  
Préparation pour :

|   |                 |                                     |                          |                          |                                     |                          |
|---|-----------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| <i>Titre :</i> ANALYSIS II                          |                 |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| <i>Enseignant :</i> B. ZWAHLEN, Professeur EPFL/DMA |                 |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| <i>Heures totales :</i> 80                          |                 | <i>Par semaine: Cours</i> 4         |                          | <i>Exercices</i> 4       |                                     | <i>Pratique</i>          |
| <i>Destinataires et contrôle des études</i>         |                 |                                     |                          |                          | <i>Branches</i>                     |                          |
| <i>Section(s)</i>                                   | <i>Semestre</i> | <i>Oblig.</i>                       | <i>Facult.</i>           | <i>Option</i>            | <i>Théoriques</i>                   | <i>Pratiques</i>         |
| GC, GR+G.....                                       | 2               | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| MEC, MI.....  | 2               | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| EL, PH.....   | 2               | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| MX, MATH, INF.....                                  | 2               | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

**OBJECTIFS**

Etude du calcul différentiel et intégral: notions, méthodes, résultats.

**CONTENU**INHALT:

Différential-und Integralrechnung der Funktionen mehrerer Variablen.

- Funktionen mehrerer Variablen
- Partielle Ableitungen
- Maxima und Minima, Extrema mit Nebenbedingungen, implizite Funktionen
- Die Taylorsche Entwicklung
- Mehrfach Integrale.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT:** Cours ex cathedra, exercices en salle.

**DOCUMENTATION:** Calcul différentiel et intégral II et IV, J. Douchet et B. Zwhalen, PPR 1985 et 1988.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS** Un cours photocopié en allemand sera à disposition au début de l'année académique.

**Préalable requis:** Analysis I, Algèbre linéaire I.

**Préparation pour:**



|   |                 |                                     |                          |                          |                                     |                          |
|---|-----------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| <b>Titre : ANALYSE III</b>                                |                 |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| <b>Enseignant : Jacques RAPPAZ, professeur EPFL / DMA</b> |                 |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| <b>Heures totales : 75</b>                                |                 | <b>Par semaine: Cours 3</b>         |                          |                          | <b>Exercices 2</b>                  | <b>Pratique</b>          |
| <b>Destinataires et contrôle des études</b>               |                 |                                     |                          |                          | <b>Branches</b>                     |                          |
| <b>Section(s)</b>   | <b>Semestre</b> | <b>Oblig.</b>                       | <b>Facult.</b>           | <b>Option</b>            | <b>Théoriques</b>                   | <b>Pratiques</b>         |
| MATERIAUX.....  | 3               | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| GENIE CIVIL.....  | 3               | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| GENIE RURAL & GEOMETRE                                    | 3               | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| MECANIQUE.....  | 3               | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

**OBJECTIFS**

Fournir les notions principales du calcul différentiel et intégral; étude de fonctions à plusieurs variables.

**CONTENU**

- Champs scalaires, champs vectoriels.
- Arcs, intégrales curvilignes.
- Morceaux de surfaces, intégrales de surface.
- Etude des opérateurs gradient, divergence, rotationnel, laplacien.
- Théorèmes de Stokes, du gradient, de la divergence, du rotationnel, formules de Green.
- Coordonnées cylindriques, sphériques. Opérateurs gradient, divergence, rotationnel et laplacien dans ces coordonnées.
- Equations différentielles, équations aux dérivées partielles du 2ème ordre.
- Séries de Fourier.
- Résolution numérique de problèmes aux limites.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT:** Ex cathedra, avec exercices en salle.

**DOCUMENTATION:** N. Piskounov : Calcul différentiel et intégral, vol. 1 et 2, Ed. Mir, Moscou.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis:** Analyse I et II. Algèbre linéaire I et II.

**Préparation pour:**

|  |                 |                                     |                          |                          |                                     |                          |
|--|-----------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| <i>Titre</i> : <b>ANALYSE IV</b>                                 |                 |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| <i>Enseignant</i> : <b>Jacques RAPPAZ, professeur EPFL / DMA</b> |                 |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| <i>Heures totales</i> : 40                                       |                 | <i>Par semaine</i> : Cours 2        |                          |                          | <i>Exercices</i> 2                  |                          |
|  |                 |                                     |                          |                          | <i>Pratique</i>                     |                          |
| <i>Destinataires et contrôle des études</i>                      |                 |                                     |                          | <i>Branches</i>          |                                     |                          |
| <i>Section(s)</i>  | <i>Semestre</i> | <i>Oblig.</i>                       | <i>Facult.</i>           | <i>Option</i>            | <i>Théoriques</i>                   | <i>Pratiques</i>         |
| MECANIQUE.....   | 4               | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| MATERIAUX.....   | 4               | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| .....  |                 | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| .....  |                 | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |

**OBJECTIFS**

Fournir les notions principales sur les fonctions complexes à une variable.

**CONTENU**

- Plan complexe, fonctions complexes : continuité, limite, dérivabilité, équations de Cauchy-Riemann.
- Théorie de Cauchy, formule de Cauchy.
- Séries de Laurent, théorème des résidus.
- Calcul d'intégrales définies par la méthode des résidus.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT:** Ex cathedra et exercices en salle.

**DOCUMENTATION :** Variables complexes. Séries Schaum. Ediscience Paris.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis:** Analyse I, II, III.

**Préparation pour:**

|  |          |   |                          |                          |                          |                          |
|--|----------|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Titre : ANALYSE FONCTIONNELLE              |          |   |                          |                          |                          |                          |
| Enseignant : B. DACOROGNA, chargé de cours |          |   |                          |                          |                          |                          |
| Heures total : 45                          |          | Par semaine : cours 2 Exercices 1 Pratiques |                          |                          |                          |                          |
| Destinataires et contrôle des Études :     |          |   |                          |                          | Branches                 |                          |
| Sections (s)                               | Semestre | Oblig.                                      | Facult.                  | Option                   | Théoriques               | Pratiques                |
| Mécanique.....                             | 5.....   | <input checked="" type="checkbox"/>         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| .....                                      | .....    | <input type="checkbox"/>                    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| .....                                      | .....    | <input type="checkbox"/>                    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| .....                                      | .....    | <input type="checkbox"/>                    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

### OBJECTIFS

Etude des notions fondamentales d'analyse fonctionnelle nécessaires pour le traitement des équations aux dérivées partielles par des méthodes modernes telles que des éléments finis.

### CONTENU

Espaces normés, espaces de Sobolev.

Opérateurs, fonctionnelles et calcul différentiel dans un espace normé.

Formulations faibles et variationnelles d'un problème.

Convergence faible; opérateurs compacts; valeurs propres.

Méthodes d'approximation.

Applications aux équations de Laplace, des ondes, de la chaleur et aux équations d'élasticité et de la mécanique des fluides.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra; exercices en salle.

DOCUMENTATION : Selon liste distribuée en classe.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Analyse et algèbre linéaire du 1er cycle.

Préparation pour : Méthodes numériques en mécanique des fluides et élasticité.

|  |          |                                     |                          |                          |                                     |                          |
|--|----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Titre : ANALYSE NUMERIQUE              |          |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| Enseignant : Jean DESCLOUX, professeur |          |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| Heures total : 30                      |          | Par semaine : cours 2               |                          | Exercices 1              | Pratiques                           |                          |
| Destinataires et contrôle des études : |          |                                     |                          |                          | Branches                            |                          |
| Sections (s)                           | Semestre | Oblig.                              | Facult.                  | Option                   | Théoriques                          | Pratiques                |
| Génie civil .....                      | 4 .....  | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Génie rural .....                      | 4 .....  | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Mécanique .....                        | 4 .....  | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Physique .....                         | 4 .....  | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

### OBJECTIFS

L'étudiant apprendra à résoudre pratiquement divers problèmes mathématiques susceptibles de se poser aux ingénieurs.

### CONTENU

Interpolation polynomiale. Intégration et différentiation numériques. Discrétisation par différences finies. Méthodes directes pour la résolution de systèmes linéaires. Equations et systèmes d'équations non linéaires. Equations et systèmes différentiels. Problèmes de valeurs propres.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra et exercices en salle.

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : Analyse, Algèbre linéaire, Programmation.

Préalable requis :

Préparation pour :

|  |                 |                                     |                          |                          |                                     |                          |
|--|-----------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| <b>Titre : ALGÈBRE LINÉAIRE I</b>                  |                 |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| <b>Enseignant : Prof. Th.M. LIEBLING, EPFL/DMA</b> |                 |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| <b>Heures totales : 45</b>                         |                 | <b>Par semaine: Cours 2</b>         |                          | <b>Exercices 1</b>       |                                     | <b>Pratique</b>          |
| <b>Destinataires et contrôle des études</b>        |                 |                                     |                          |                          | <b>Branches</b>                     |                          |
| <b>Section(s)</b>                                  | <b>Semestre</b> | <b>Oblig.</b>                       | <b>Facult.</b>           | <b>Option</b>            | <b>Théoriques</b>                   | <b>Pratiques</b>         |
| Génie civil.....                                   | 1er             | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Génie rural.....                                   | 1er             | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Mécanique.....                                     | 1er             | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Microtechnique.....                                | 1er             | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ETS.....   | 1er             | <input checked="" type="checkbox"/> |                          |                          | <input checked="" type="checkbox"/> |                          |

**OBJECTIFS**

Apprendre aux futurs ingénieurs à formuler et à résoudre des problèmes d'algèbre linéaire.

**CONTENU**

- Systèmes d'équations linéaires et algorithme de Gauss
- Programmation linéaire et algorithme du simplexe
- Calcul matriciel, inversion des matrices, déterminants
- Espaces vectoriels
- Le calcul vectoriel dans  $\mathbb{R}^3$
- Les produits scalaires généralisés et les approximations par la méthode des moindres carrés.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** Ex cathedra, exercices en classe

**DOCUMENTATION :** Polycopié

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :** Algèbre linéaire II, Mécanique et Physique I et II

**Préalable requis:**

**Préparation pour:**

|  |                 |                                     |                          |                          |                                     |                          |
|--|-----------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| <b>Titre : ALGÈBRE LINÉAIRE II</b>                 |                 |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| <b>Enseignant : Prof. Th.M. LIEBLING, EPFL/DMA</b> |                 |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| <b>Heures totales : 30</b>                         |                 | <b>Par semaine: Cours 2</b>         |                          | <b>Exercices 1</b>       |                                     | <b>Pratique</b>          |
| <b>Destinataires et contrôle des études</b>        |                 |                                     |                          |                          | <b>Branches</b>                     |                          |
| <b>Section(s)</b>                                  | <b>Semestre</b> | <b>Oblig.</b>                       | <b>Facult.</b>           | <b>Option</b>            | <b>Théoriques</b>                   | <b>Pratiques</b>         |
| Génie civil.....                                   | 2e              | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Génie rural.....                                   | 2e              | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Mécanique.....                                     | 2e              | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Microtechnique.....                                | 2e              | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ETS.....   | 2e              | <input checked="" type="checkbox"/> |                          |                          | <input checked="" type="checkbox"/> |                          |

**OBJECTIFS**

Apprendre aux futurs ingénieurs à formuler et à résoudre des problèmes d'algèbre linéaire.

**CONTENU**

- Coordonnées et changements de base
- Les applications linéaires
- Les valeurs propres et les vecteurs propres
- Les quadriques
- Éléments de la théorie des graphes.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** Ex cathedra, exercices en classe

**DOCUMENTATION :** Polycopié

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :** Algèbre linéaire I, Mécanique et Physique I et II

**Préalable requis:**

**Préparation pour:**

|  |                 |                                     |                          |                          |                                     |                          |
|--|-----------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| <b>Titre : PROBABILITÉ ET STATISTIQUE I</b>          |                 |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| <b>Enseignant : S. MORGENTHALER, professeur EPFL</b> |                 |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| <b>Heures totales : 45</b>                           |                 | <b>Par semaine: Cours 2</b>         |                          | <b>Exercices 1</b>       |                                     | <b>Pratique</b>          |
| <b>Destinataires et contrôle des études</b>          |                 |                                     |                          | <b>Branches</b>          |                                     |                          |
| <b>Section(s)</b>                                    | <b>Semestre</b> | <b>Oblig.</b>                       | <b>Facult.</b>           | <b>Option</b>            | <b>Théoriques</b>                   | <b>Pratiques</b>         |
| Génie Civil.....                                     | 3e              | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Génie Rural.....                                     | 3e              | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Mécanique.....                                       | 3e              | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Physique.....  | 3e              | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Mécanique.....                                       | ETS             | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

**OBJECTIFS**

Familiariser l'étudiant aux concepts fondamentaux des probabilités et des statistiques. Au terme du cours, l'étudiant devrait avoir assimilé ces concepts et ainsi pouvoir les utiliser.

**CONTENU**

- *Probabilités* : révision des notions de base
- *Variables aléatoires* : définition, moyenne, variance, covariance, corrélation
- *Lois discrètes* : de Bernoulli, binomiale, hypergéométrique, de Poisson, géométrique
- *Lois continues* : normale, Gamma, exponentielle, chi-carré, F, t
- *Théorie de probabilité* : théorème central limite, approximations par la loi normale
- *Estimation* : distributions d'échantillonnage, biais, erreur carrée, estimateurs du maximum de vraisemblance, méthode des moindres carrés, estimation par intervalle
- *Tests d'hypothèses* : erreurs de 1ère et 2ème espèces, puissance d'un test, test t et test F pour un modèle linéaire, test du chi-carré.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT:** cours ex cathedra et exercices en classe

**DOCUMENTATION:** feuillets photocopiés

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis:**

**Préparation pour:** Statistique appliquée et cours professionnels utilisant les statistiques

|  |                 |                                     |                          |                          |                                     |                          |
|--|-----------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| <b>Titre : GEOMETRIE I</b>                       |                 |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| <b>Enseignant : Peter BUSER, professeur EPFL</b> |                 |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| <b>Heures totales : 45</b>                       |                 | <b>Par semaine: Cours 2</b>         |                          | <b>Exercices 1</b>       |                                     | <b>Pratique</b>          |
| <b>Destinataires et contrôle des études</b>      |                 |                                     |                          |                          | <b>Branches</b>                     |                          |
| <b>Section(s)</b>                                | <b>Semestre</b> | <b>Oblig.</b>                       | <b>Facult.</b>           | <b>Option</b>            | <b>Théoriques</b>                   | <b>Pratiques</b>         |
| Génie civil.....                                 | 1               | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Génie rural.....                                 | 1               | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Mécanique.....                                   | 1               | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Microtechnique.....                              | 1               | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

**OBJECTIFS**

Développer la vision spatiale. Résoudre des problèmes concrets à l'aide de la géométrie graphique, vectorielle et différentielle.

**CONTENU**

- Géométrie vectorielle longueur, distance, droites, plans, produit scalaire, produit vectoriel, produit mixte, aire, volume, etc.
- Transformation du plan et de l'espace isométries, affinités, etc.
- Axonométrie générale, orthogonale.
- Projection stéréographique.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT:** Exposé oral et exercices

**DOCUMENTATION:**

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS** Algèbre linéaire, Analyse, Introduction au langage graphique, Photogrammétrie, Topographie, Infographie.

**Préalable requis:**  
**Préparation pour:**



|  |                 |                                     |                          |                          |                                     |                          |
|--|-----------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| <b>Titre : GEOMETRIE II</b>                      |                 |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| <b>Enseignant : Peter BUSER, professeur EPFL</b> |                 |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| <b>Heures totales : 30</b>                       |                 | <b>Par semaine: Cours 2</b>         |                          | <b>Exercices 1</b>       |                                     | <b>Pratique</b>          |
| <b>Destinataires et contrôle des études</b>      |                 |                                     |                          |                          | <b>Branches</b>                     |                          |
| <b>Section(s)</b>                                | <b>Semestre</b> | <b>Oblig.</b>                       | <b>Facult.</b>           | <b>Option</b>            | <b>Théoriques</b>                   | <b>Pratiques</b>         |
| Génie civil.....                                 | 2               | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Génie rural.....                                 | 2               | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Mécanique.....                                   | 2               | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Microtechnique.....                              | 2               | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

**OBJECTIFS**

Développer la vision spatiale. Résoudre des problèmes concrets à l'aide de la géométrie graphique, vectorielle et différentielle.

**CONTENU**

5. Courbes courbes planes et courbes dans l'espace; courbure, torsion, repère de Frenet, ordre de contact.
6. Surfaces notion de surface, plan tangent, etc. ; surfaces réglées, surfaces de révolution; première et deuxième forme fondamentale, courbure géodésique.
7. Splines introduction.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT:** Exposé oral et exercices.

**DOCUMENTATION:**

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS** Algèbre linéaire, Analyse, Introduction au langage graphique, Photogrammétrie, Topographie, Infographie.

**Préalable requis:**  
**Préparation pour:**

|  |                 |  |                          |                          |                          |                                     |
|--|-----------------|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| <b>Titre : PROGRAMMATION I</b>                             |                 |  |                          |                          |                          |                                     |
| <b>Enseignant : Claude PETITPIERRE, professeur EPFL/DI</b> |                 |  |                          |                          |                          |                                     |
| <b>Heures totales : 60</b>                                 |                 | <b>Par semaine : Cours 2 Exercices</b> |                          |                          | <b>Pratique 2</b>        |                                     |
| <i>Destinataires et contrôle des études :</i>              |                 |  |                          |                          |                          |                                     |
| <i>Section(s)</i>  | <i>Semestre</i> | <i>Oblig.</i>                          | <i>Facult.</i>           | <i>Option</i>            | <i>Branches</i>          |                                     |
|  |                 |  |                          |                          | <i>Théoriques</i>        | <i>Pratiques</i>                    |
| PHYSIQUE.....  | 1               | <input checked="" type="checkbox"/>    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| MECANIQUE.....   | 1               | <input checked="" type="checkbox"/>    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| .....  |                 | <input type="checkbox"/>               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| .....  |                 | <input type="checkbox"/>               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |

**OBJECTIFS**

L'étudiant saura :

- Utiliser un système informatique pour la mise au point de programmes.
- Coder une solution informatique en Pascal.
- Comprendre et utiliser des algorithmes et modules existants.
- Documenter un programme (analyse, mode d'emploi, codage).

**CONTENU**

- Matériel et environnement : éditeur, compilateur, bibliothèques et utilitaires.
- Les instructions de Pascal.
- Les variables dynamiques (pile et tas).
- Structures de données : matrices, listes, arbres.
- Méthode de construction et de documentation des programmes.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** Ex cathedra Exercices en classe.**DOCUMENTATION :** Cours photocopié et informations sur ordinateur**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS****Préalable requis :****Préparation pour :** Programmation II

|  |                 |                                     |                          |                          |                          |                                     |
|--|-----------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| <b>Titre : PROGRAMMATION II</b>                            |                 |                                     |                          |                          |                          |                                     |
| <b>Enseignant : Claude PETITPIERRE, professeur EPFL/DI</b> |                 |                                     |                          |                          |                          |                                     |
| <b>Heures totales : 40</b>                                 |                 | <b>Par semaine : Cours 2</b>        |                          | <b>Exercices</b>         | <b>Pratique 2</b>        |                                     |
| <b>Destinataires et contrôle des études :</b>              |                 |                                     |                          |                          |                          |                                     |
| <b>Section(s)</b>  | <b>Semestre</b> | <b>Oblig.</b>                       | <b>Facult.</b>           | <b>Option</b>            | <b>Branches</b>          |                                     |
| MECANIQUE.....   | 2               | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <b>Théoriques</b>        | <b>Pratiques</b>                    |
| .....  |                 | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| .....  |                 | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| .....  |                 | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |

**OBJECTIFS**

L'étudiant saura :

- Utiliser un système informatique pour la mise au point de programmes.
- Coder une solution informatique en Pascal.
- Comprendre et utiliser des algorithmes et modules existants.
- Documenter un module (analyse, mode d'emploi, tests et restrictions).

**CONTENU**

- Modules, interfaces, compilation séparée, bibliothèques dans le système Pascal.
- Méthodes récursives, analyse syntaxique
  - . Expressions arithmétiques et logiques, diagrammes syntaxiques
  - . Utilisation d'un module lexical, symboles
  - . Analyse descendante récursive
- Problèmes choisis dans des domaines techniques
  - . séquençement par automates
  - . intégrations de systèmes d'équations
  - . tracé de courbes

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** Ex cathedra Exercices en classe et par groupes**DOCUMENTATION :** Cours photocopié. Exemples sur ordinateur**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS****Préalable requis :** Programmation I**Préparation pour :** Programmation III et IV

|   |                 |  |                          |                                     |                          |                          |
|---|-----------------|--|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <b>Titre : ELEMENT DE PROGRAMMATION AVANCEE I</b>       |                 |  |                          |                                     |                          |                          |
| <b>Enseignant : Daniel Thalmann, Professeur EPFL/DI</b> |                 |  |                          |                                     |                          |                          |
| <b>Heures totales : 45</b>                              |                 | <b>Par semaine : Cours 1 Exercices</b> |                          |                                     | <b>Pratique 2</b>        |                          |
| <b>Destinataires et contrôle des études :</b>           |                 |  |                          |                                     |                          |                          |
| <b>Section(s)</b>                                       | <b>Semestre</b> | <b>Oblig.</b>                          | <b>Facult.</b>           | <b>Option</b>                       | <b>Branches</b>          |                          |
| Mécanique.....  | 3e              | <input type="checkbox"/>               | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <b>Théoriques</b>        | <b>Pratiques</b>         |
| .....   |                 | <input type="checkbox"/>               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| .....   |                 | <input type="checkbox"/>               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| .....   |                 | <input type="checkbox"/>               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

**OBJECTIFS**

Ce cours permettra à l'étudiant de se familiariser avec l'utilisation de divers logiciels et matériels informatiques. Il permettra aussi de voir comment on réalise certaines applications notamment dans le domaine de la conception assistée par ordinateur et de la visualisation graphique de phénomènes mécaniques.

**CONTENU**

Le langage FORTRAN 77. Expression des principaux concepts informatiques en FORTRAN. Les divers types d'information et de structures.

L'ordinateur CRAY-2 et la vectorisation.

Le langage PASCAL et ses dérivés.

La programmation graphique.

Réalisation de projets impliquant l'utilisation de divers matériels et logiciels.

Le contenu de cette fiche est donné à titre indicatif.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** ex-cathédra, projets

**DOCUMENTATION :** Notes de cours et transparents

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:** PASCAL

**Préalable requis :** Programmation I et II

**Préparation pour :**

|  |                 |  |                          |                                     |                          |                                     |
|--|-----------------|--|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| <i>Titre :</i> <b>ELEMENT DE PROGRAMMATION AVANCEE II</b>      |                 |  |                          |                                     |                          |                                     |
| <i>Enseignant :</i> <b>Daniel Thalmann, Professeur EPFL/DI</b> |                 |  |                          |                                     |                          |                                     |
| <i>Heures totales :</i> 30                                     |                 | <i>Par semaine :</i> Cours 1 Exercices |                          |                                     | <i>Pratique</i> 2        |                                     |
| <i>Destinataires et contrôle des études :</i>                  |                 |  |                          |                                     | <i>Branches</i>          |                                     |
| <i>Section(s)</i>  | <i>Semestre</i> | <i>Oblig.</i>                          | <i>Facult.</i>           | <i>Option</i>                       | <i>Théoriques</i>        | <i>Pratiques</i>                    |
| Mécanique .....  | 4e              | <input type="checkbox"/>               | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| .....  |                 | <input type="checkbox"/>               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| .....  |                 | <input type="checkbox"/>               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| .....  |                 | <input type="checkbox"/>               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |

**OBJECTIFS**

Ce cours permettra à l'étudiant de se familiariser avec l'utilisation de divers logiciels et matériels informatiques. Il permettra aussi de voir comment on réalise certaines applications notamment dans le domaine de la conception assistée par ordinateur et de la visualisation graphique de phénomènes mécaniques.

**CONTENU**

Le langage ADA. Paquets compilables séparément. Types et structures de données génériques. Parallélisme.

Le langage C et le système UNIX.

Réalisation de projets impliquant l'utilisation de divers matériels et logiciels.

Le contenu de cette fiche est donné à titre indicatif.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** ex-cathédra, projets

**DOCUMENTATION :** Notes de cours et transparents

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:** PASCAL

**Préalable requis :** Programmation I et II

**Préparation pour :**

|   |          |   |                          |                          |                                     |                          |
|---|----------|---|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Titre : MECANIQUE GENERALE I              |          |   |                          |                          |                                     |                          |
| Enseignant : André CHATELAIN - Professeur |          |   |                          |                          |                                     |                          |
| Heures total : 75                         |          | Par semaine : cours 3 Exercices 2 Pratiques |                          |                          |                                     |                          |
| Destinataires et contrôle des études :    |          |   |                          |                          | Branches                            |                          |
| Sections (s)                              | Semestre | Oblig.                                      | Facult.                  | Option                   | Théoriques                          | Pratiques                |
| Mécanique.....                            | 1....    | <input checked="" type="checkbox"/>         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Génie rural.....                          | 1....    | <input checked="" type="checkbox"/>         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Mécanique ETS.....                        | 3.....   | <input checked="" type="checkbox"/>         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Microtechnique.....                       | 1.....   | <input checked="" type="checkbox"/>         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Microtechnique ETS                        | 3        | X   |                          |                          | X                                   |                          |

### OBJECTIFS

Introduire les étudiants aux lois et méthodes de la physique permettant la description, la dérivation des équations de mouvements et l'étude de l'évolution des systèmes mécaniques.

### CONTENU

- Introduction à la physique générale: Physique classique et moderne, observation de l'univers et ordre de grandeur; l'espace-temps.
- Espace de configuration: Description de la position d'un système matériel; éléments de calcul vectoriel; torseur; centre de masse.
- Éléments de statique: Conditions d'équilibre; forces de réaction et tensions; position d'équilibre.
- Cinématique: Description du mouvement du point et du solide; étude de quelques cas simples; mouvements relatifs; composition des vitesses et accélérations.
- Dynamique: Lois de Newton; analyse des forces et des lois phénoménologiques associées; référentiel d'inertie; équations générales du mouvement; puissance, travail, énergie; lois de conservation.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra et exercices dirigés en classe

DOCUMENTATION : Liste d'ouvrages recommandés et corrigés d'exercices

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Bonne formation niveau maturité

Préparation pour : Mécanique Générale II

|   |          |   |                          |                          |                                     |                          |
|---|----------|---|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Titre : MECANIQUE GENERALE II             |          |   |                          |                          |                                     |                          |
| Enseignant : André CHATELAIN - Professeur |          |   |                          |                          |                                     |                          |
| Heures total : 40                         |          | Par semaine : cours 2 Exercices 2 Pratiques |                          |                          |                                     |                          |
| Destinataires et contrôle des études :    |          |   |                          |                          | Branches                            |                          |
| Sections (s)                              | Semestre | Oblig.                                      | Facult.                  | Option                   | Théoriques                          | Pratiques                |
| Mécanique .....                           | 2 .....  | <input checked="" type="checkbox"/>         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Génie rural .....                         | 2 .....  | <input checked="" type="checkbox"/>         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Mécanique ETS .....                       | 4 .....  | <input checked="" type="checkbox"/>         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Microtechnique .....                      | 2 .....  | <input checked="" type="checkbox"/>         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Microtechnique ETS                        | 4        | X   |                          |                          | X                                   |                          |

### OBJECTIFS

Illustrations et applications des lois générales à des systèmes particuliers.  
Etude des changements de référentiels.

### CONTENU

- Systèmes à 1 degré de liberté: Mouvements oscillatoires libres et forcés; résonance. Applications: particule dans un potentiel central; systèmes de deux particules.
- Gravitation universelle: Equivalence masse d'inertie et masse gravifique; champ gravifique; lois de Képler.
- Dynamique du solide: Tenseur d'inertie; équations d'Euler; gyroscope.
- Changement de référentiel et relativité restreinte: Principe de la relativité de Galilée; forces d'inertie et de Coriolis. Théorie relativiste: expériences fondamentales; transformations de Lorentz et conséquences.
- Mécanique Lagrangienne (Introduction): Equations de d'Alembert et de Lagrange pour les systèmes holonomes.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra et exercices dirigés en classe

DOCUMENTATION : Liste d'ouvrages recommandés et corrigés d'exercices

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Mécanique Générale I

Préparation pour : Mécanique Analytique

|   |          |   |                          |                          |                                     |                          |
|---|----------|---|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Titre : <b>PHYSIQUE GENERALE I</b>              |          |   |                          |                          |                                     |                          |
| Enseignant : <b>MARTIN Jean-Luc, professeur</b> |          |   |                          |                          |                                     |                          |
| Heures total : <b>60</b>                        |          | Par semaine : cours <b>4</b> Exercices <b>2</b> Pratiques |                          |                          |                                     |                          |
| Destinataires et contrôle des études :          |          |   |                          |                          | Branches                            |                          |
| Sections (s)                                    | Semestre | Oblig.  | Facult.                  | Option                   | Théoriques                          | Pratiques                |
| Génie Civil                                     | 2        | <input checked="" type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Génie Rural                                     | 2        | <input checked="" type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Mécanique                                       | 2        | <input checked="" type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| .....   | .....    | <input checked="" type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| .....   | .....    | <input type="checkbox"/>                                  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |

OBJECTIFS

A la fin du cours, l'étudiant possèdera les notions de base nécessaires à la compréhension des phénomènes physiques qu'il rencontrera dans sa vie professionnelle. Il sera capable de prévoir quantitativement les conséquences de ces phénomènes avec les outils mathématiques appropriés. Il possèdera en physique une culture générale indispensable à un ingénieur de bon niveau.

CONTENU

**Thermodynamique :** Description microscopique d'un gaz, notion de distribution de particules. Equilibre statistique : notion de température, chaleur, entropie. Description macroscopique : variable et fonction d'état. Premier et deuxième principe, réversibilité, cycle de Carnot, cycle de machines thermiques, rendement. Etude phénoménologique des transformations de phase, gaz de Van der Waals.

**Phénomènes ondulatoires :** Etude phénoménologique de diverses ondes (acoustique, élastique, électromagnétique). Modélisation de l'onde acoustique. Equation de d'Alembert. Superposition d'ondes : interférences, battements, diffraction, réflexion. Lentilles minces, laser holographie, biréfringence.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours donné ex cathedra illustré de nombreuses expériences et exercices.

DOCUMENTATION : Cours polycopiés. Ouvrages spécifiques précisés au cours du semestre.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Mécanique I et II.

Préparation pour :



|  |          |   |                          |                          |                                     |                          |
|--|----------|---|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Titre : PHYSIQUE GENERALE II             |          |   |                          |                          |                                     |                          |
| Enseignant : MARTIN Jean-Luc, professeur |          |   |                          |                          |                                     |                          |
| Heures total : 75                        |          | Par semaine : cours 3 Exercices 2 Pratiques |                          |                          |                                     |                          |
| Destinataires et contrôle des études :   |          |   |                          |                          | Branches                            |                          |
| Sections (s)                             | Semestre | Oblig.                                      | Facult.                  | Option                   | Théoriques                          | Pratiques                |
| Génie Civil                              | 3        | <input checked="" type="checkbox"/>         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Génie Rural                              | 3        | <input checked="" type="checkbox"/>         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Mécanique                                | 3        | <input checked="" type="checkbox"/>         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| .....                                    | .....    | <input type="checkbox"/>                    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |

**OBJECTIFS**

A la fin du cours, l'étudiant possèdera les notions de base nécessaires à la compréhension des phénomènes physiques qu'il rencontrera dans sa vie professionnelle. Il sera capable de prévoir quantitativement les conséquences de ces phénomènes avec les outils mathématiques appropriés. Il possèdera en physique, une culture générale indispensable à un ingénieur de bon niveau.

**CONTENU**

- Électricité et magnétisme : Electrostatique, champ électrique, potentiel, lois générales, conducteurs, capacité, applications - Courants électriques stationnaires, résistivité, loi d'Ohm, puissance, circuits simples - Magnétostatique, champ d'induction B, lois générales, galvanomètre - Induction électromagnétique, loi d'induction B, courants de Foucault, self-induction et induction mutuelle, transformateur. Circuits électriques, circuit RC, RL, LC, RLC, régime sinusoïdal, tensions tri et monophasées - Champs magnétiques et électriques dans la matière, électro-aimant.
- Phénomènes capillaires.
- Phénomènes de transport : Conducteur de chaleur, équation de diffusion, couche limite, régime non stationnaire - Rayonnement, émission, absorption, corps noir, effet serre - Convection - Diffusion matérielle.
- Physique nucléaire : Forces nucléaires, radioactivité, fission, fusion.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT** : Cours donné ex cathedra illustré de nombreuses expériences et exercices.

**DOCUMENTATION** : Cours polycopiés. Ouvrages spécifiques précisés au cours du semestre.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS** :

Préalable requis : Mécanique I et II.

Préparation pour :

|  |                 |                                     |                          |                          |                          |                          |
|--|-----------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <b>Titre : PHYSIQUE GENERALE - TRAVAUX PRATIQUES</b>                             |                 |                                     |                          |                          |                          |                          |
| <b>Enseignant : W. Benoit, Prof., P. Kocian et A. Riesen, adj. scientifiques</b> |                 |                                     |                          |                          |                          |                          |
| <b>Heures totales : 30</b>   |                 | <b>Par semaine : Cours</b>          |                          | <b>Exercices</b>         |                          | <b>Pratique 2</b>        |
| <b>Destinataires et contrôle des études :</b>                                    |                 |                                     |                          |                          |                          |                          |
| <b>Section(s)</b>  | <b>Semestre</b> | <b>Oblig.</b>                       | <b>Facult.</b>           | <b>Option</b>            | <b>Branches</b>          |                          |
| Mécaniciens.....   | 3               | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <b>Théoriques</b>        | <b>Pratiques</b>         |
| .....  |                 | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| .....  |                 | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| .....  |                 | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

**OBJECTIFS**

Présenter par des expériences pratiques une vue générale des phénomènes physiques et de leurs relations mutuelles. Compléter les connaissances acquises aux cours. Acquérir des connaissances concernant les méthodes d'observation et de mesure. Apprendre la manipulation d'appareils et d'instruments. Développer le sens de l'initiative et de la créativité.

**CONTENU**

En rapport avec le contenu des cours de Mécanique et de Physique de la section.

En rapport avec certains enseignements dispensés par le Département concerné.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** En laboratoire à raison de 4h, toutes les semaines

**DOCUMENTATION :** Notes polycopiées, bibliothèque spécialisée à disposition.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Cours de Mathématiques, de mécanique générale et de physique générale.

**Préparation pour :**

|  |                 |  |                          |                          |                                     |                          |
|--|-----------------|--|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| <i>Titre:</i> <b>CHIMIE APPLIQUEE</b>                            |                 |  |                          |                          |                                     |                          |
| <i>Enseignant:</i> Ph. JAVET, E. PLATTNER, P. LERCH, Professeurs |                 |  |                          |                          |                                     |                          |
| <i>Heures total :</i> 60   |                 | <i>Par semaine:</i> Cours 3 Exercices 1 Pratique |                          |                          |                                     |                          |
| <i>Section(s)</i>  | <i>Semestre</i> | <i>Oblig.</i>                                    | <i>Facult.</i>           | <i>Option</i>            | <i>Branches</i>                     |                          |
|  |                 |  |                          |                          | <i>Théoriques</i>                   | <i>Pratiques</i>         |
| GC, Mec., Electr.  | 1               | <input checked="" type="checkbox"/>              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Physiciens, Micro-techniciens                                    | 1               | <input checked="" type="checkbox"/>              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|  | 1               | <input checked="" type="checkbox"/>              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| GRG  | 1               | <input checked="" type="checkbox"/>              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

## OBJECTIFS

Acquérir ou compléter les connaissances de base en chimie générale et préparer ainsi l'accès aux enseignements ultérieurs en science et technologie moderne des matériaux.

Maîtriser le langage et la symbolique utilisés en chimie.

Illustrer le mode de pensée inductif grâce aux démonstrations présentées au cours notamment.

Servir de base aux relations interdisciplinaires; la chimie ou ses applications jouent un rôle croissant dans les sciences de l'ingénieur; le cours doit permettre au futur ingénieur de comprendre les bases de travail du chimiste et d'engager avec succès le dialogue.

## CONTENU

- Structure atomique, tableau périodique, liaisons chimiques
- Etats de la matière, lois de base; règle de nomenclature.
- Réaction chimique; stoechiométrie, bilan énergétique; équilibres chimiques; affinités et potentiel chimique; éléments de cinétique et de photochimie
- Métaux, non-métaux; fabrication de quelques composés importants; notions de chimie industrielle.
- Introduction à la chimie organique.
- Physico-chimie de l'eau; propriétés des ions en solution; acides et bases. Oxydo-réduction, loi de Nernst, série électrochimique. L'état colloïdal.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Cours ex cathédra avec démonstration; exercices en salle

DOCUMENTATION: livre PPR

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: Formation de base, préalable aux études de propriétés de la matière et des technologies. Niveau en chimie de la maturité fédérale.

|   |          |                                     |                          |                          |                                     |                          |
|---|----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Titre : METAUX ET ALLIAGES                      |          |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| Enseignant : Bernhard ILSCHNER, Professeur EPFL |          |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| Heures total : 40                               |          | Par semaine : cours 4               |                          |                          | Exercices Pratiques                 |                          |
| Destinataires et contrôle des études :          |          |                                     |                          |                          | Branches                            |                          |
| Sections (s)                                    | Semestre | Oblig.                              | Facult.                  | Option                   | Théoriques                          | Pratiques                |
| Matériaux.....                                  | 2e..     | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Mécaniciens.....                                | 2e..     | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| .....   | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| .....   | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |

**OBJECTIFS**

Connaître les principaux groupes des matériaux métalliques et comprendre leurs propriétés à la base des diagrammes d'équilibre et des éléments microstructuraux. L'étudiant apprendra d'apprécier l'influence des procédés de fabrication sur les propriétés ainsi que l'interaction des facteurs techniques et économiques dans les développements pratiques. Le cours traite des nombreux exemples d'application et donne une perspective des tendances pour les prochains 10 - 15 ans.

**CONTENU**

1. Vue d'ensemble. Définitions des propriétés importantes, comparaison entre les éléments.
2. Le fer et le système Fe-C. Transformations pendant refroidissement de l'austénite. Notions et stratégies de la sidérurgie. Aciers faiblement alliés, aciers microalliés, rôle des carbures. Aciers fortement alliés (quelques exemples)
3. Les fontes ferreuses ("blanches", "grises", spécialités)
4. L'aluminium et ses alliages. Elaboration. Propriétés et applications d'aluminium pur. Alliages de corroyage et de fonderie. Problème de corrosion.
5. Le cuivre et ses alliages. Elaboration et affinage. Cu pur et ultra-pur. Laiton, bronze, maillechort, cuivre-nickel etc.
6. Le nickel et ses alliages. Propriétés mécaniques, résistance à la corrosion. NiCr et le chauffage électrique. "Superalliages" à base de Ni. Matériaux magnétiques.
7. Le titane, le zirconium et ses alliages. Problèmes d'élaboration. Formage par superplasticité. Revêtements par CVD : TiN, TiC etc.
8. Les métaux réfractaires (molybdène, tungstène) et les "Métaux durs" (WC/Co etc.). Rôle de la métallurgie des poudres.
9. Les métaux précieux : argent, or, platine, rhodium, palladium. Alliages avec Cu. Application dans la haute technologie.
10. Autres métaux : plomb, étain, zinc. Zingage et étamage.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :**

Ex cathedra ; questions et discussions encouragées.

**DOCUMENTATION :**

Feuilles photocopiées.

**LIASON AVEC D'AUTRES COURS :**

Préalable requis :

Introduction à la science des matériaux.

Préparation pour :

TP métallurgie générale.

|  |          |                                     |                          |                          |                          |                                     |
|--|----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| Titre : METAUX ET ALLIAGES / TP            |          |                                     |                          |                          |                          |                                     |
| Enseignant : Bernhard ILSCHNER, professeur |          |                                     |                          |                          |                          |                                     |
| Heures total : 30                          |          | Par semaine : cours                 |                          | Exercices                | Pratiques 2              |                                     |
| Destinataires et contrôle des études :     |          |                                     |                          |                          | Branches                 |                                     |
| Sections (s)                               | Semestre | Oblig.                              | Facult.                  | Option                   | Théoriques               | Pratiques                           |
| Mécaniciens.....                           | 3.....   | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| .....                                      | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| .....                                      | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| .....                                      | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |

OBJECTIFS

Connaître les méthodes expérimentales des essais des matériaux et des quelques procédés de fabrication importants. Apprendre des manipulations des machines d'essai, des systèmes d'acquisition des données et la rédaction des rapports de laboratoire.

CONTENU

- Essais mécaniques (traction, fatigue, choc, dureté,  $K_{IC}$ )
- Essais non-destructifs (rayons X, ultrason, pénétration)
- Durcissement des surfaces par réaction/diffusion
- Amélioration des propriétés par traitement thermique
- Examens métallographiques

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Travaux en groupe

DOCUMENTATION : Guide des travaux pratiques de métallurgie générale

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Introduction à la science des matériaux. Métallurgie générale

Préparation pour : Mécanique de la rupture.

|   |                 |                                     |                          |                          |                                     |                          |
|---|-----------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| <b>Titre: INTRODUCTION A LA SCIENCE DES MATERIAUX</b>   |                 |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| <b>Enseignant: Wilfried KURZ, professeur EPFL / DMX</b> |                 |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| <b>Heures total : 45</b>                                |                 | <b>Par semaine: Cours 3</b>         |                          |                          | <b>Exercices Pratique</b>           |                          |
| <b>Section (s)</b>                                      | <b>Semestre</b> | <b>Oblig.</b>                       | <b>Facult.</b>           | <b>Option</b>            | <b>Branches</b>                     |                          |
|   |                 |                                     |                          |                          | <b>Théoriques</b>                   | <b>Pratiques</b>         |
| Matériaux   | 1               | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ME + ETS  | 1               | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| MI + ETS  | 1               | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|   |                 | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |

### OBJECTIFS

Les étudiants seront capables:

- d'utiliser des concepts simples mais généraux permettant la compréhension du comportement (surtout mécanique) des matériaux
- de savoir distinguer les classes de matériaux importants et en connaître leurs caractéristiques générales.

### CONTENU

**INTRODUCTION** : La science des matériaux. Types de matériaux. Structure et propriétés.

**STRUCTURE ATOMIQUE** : Liaisons atomiques. Etat cristallin. Diffraction. Défauts cristallins.

**PROPRIETES MECANQUES D'UN METAL PUR** : Déformation élastique. Déformation plastique. Durcissement par les défauts cristallins.

**ALLIAGES** : Phases. Diagrammes d'équilibre.

**TRANSFORMATIONS DE PHASE** : Germination et croissance. Microstructure des alliages.

**PROPRIETES MECANQUES DES ALLIAGES** : Durcissement par la présence de phase. Rupture.

**POLYMERES** : Quelques aspects de la structure des polymères et de leurs propriétés.

**CERAMIQUES** : Quelques aspects de la structure des céramiques et de leurs propriétés.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT** : Ex cathedra avec démonstrations. Séances d'exercices.

**DOCUMENTATION** : Introduction à la science des matériaux: Kurz, Mercier, Zambelli. Presses Polytechniques Romandes, Lausanne, 1987.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS** :

Préalable requis :

Préparation pour : Métallurgie générale.

|  |          |                                     |                          |                          |                          |                          |
|--|----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Titre : ELECTROTECHNIQUE               |          |                                     |                          |                          |                          |                          |
| Enseignant : M. JUFER, professeur      |          |                                     |                          |                          |                          |                          |
| Heures total : 20                      |          | Par semaine : cours 2               |                          | Exercices                |                          | Pratiques                |
| Destinataires et contrôle des études : |          |                                     |                          |                          | Branches                 |                          |
| Sections (s)                           | Semestre | Oblig.                              | Facult.                  | Option                   | Théoriques               | Pratiques                |
| Mécanique.....                         | 4e..     | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Microtechnique.....                    | 2e..     | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Matériaux.....                         | 4e..     | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| .....                                  | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

OBJECTIFS

Assimiler les calculs des régimes transitoires et des régimes permanents sinusoïdaux dans les circuits linéaires. Maîtriser l'emploi du calcul complexe, des notions d'impédance, d'admittance, de puissances actives et réactives. Exercer le calcul des régimes permanents dans les systèmes triphasés symétriques et non symétriques.

CONTENU

- Chap. 1 : DEFINITIONS : Notations, symboles et unités, relations fondamentales, éléments linéaires, lois de Kirchhoff.
- Chap. 2 : REGIMES TRANSITOIRES : Réponses indicielles, éléments R,L,C. Eléments réels, méthode générale. Exemples : saut de tension aux bornes d'un circuit RC en série, RL en série. Enclenchement sur une source de tension sinusoïdale. Transformée de Laplace.
- Chap. 3 : GRANDEURS SINUSOIDALES : Principe d'un générateur alternatif. Définition des grandeurs sinusoïdales. Nombres complexes associés. Impédances et admittances. Etude des régimes permanents par le calcul complexe. Puissances.
- Chap. 4 : SYSTEMES TRIPHASES : Principe d'un générateur triphasé. Définition. Notations, tensions simples et composées. Courants. Modes de couplage. Puissances. Passages étoile-triangle. Systèmes triphasés non symétriques.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra avec exemples et exercices.

DOCUMENTATION : Traité d'électricité, vol. I.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : physique générale, analyse

Préparation pour : électronique, machines et installations électriques, etc.

|   |                 |                                     |                          |                          |                                     |                          |
|---|-----------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| <b>Titre :</b> ELECTRONIQUE I                             |                 |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| <b>Enseignant :</b> Fouad RAHALI, Chargé de cours EPFL/DE |                 |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| <b>Heures totales :</b> 30,45*                            |                 | <b>Par semaine :</b> Cours 2        |                          | <b>Exercices</b> 1*      | <b>Pratique</b>                     |                          |
| <b>Destinataires et contrôle des études :</b>             |                 |                                     |                          |                          | <b>Branches</b>                     |                          |
| <b>Section(s)</b>   | <b>Semestre</b> | <b>Oblig.</b>                       | <b>Facult.</b>           | <b>Option</b>            | <b>Théoriques</b>                   | <b>Pratiques</b>         |
| MATERIAUX.....  | 5               | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| MECANIQUE*.....   | 5               | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| .....   |                 | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| .....   |                 | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |

**OBJECTIVES**

Introduction aux principes fondamentaux de l'électronique. Etre à même de comprendre le fonctionnement des principaux composants et circuits électroniques

**CONTENU**

- 1/ Introduction générale à l'étude des circuits électroniques
- 2/ Circuits passifs linéaires et non linéaires
- 3/ Le concept d'amplification
- 4/ L'amplificateur opérationnel, ses applications en contre-réaction
- 5/ L'amplificateur opérationnel, ses applications en réaction
- 6/ Les transistors
- 7/ Les amplificateurs à un transistor
- 8/ Les oscillateurs sinusoidaux
- 9/ Les circuits logiques
- 10/ Circuits d'interface pour acquisition et traitement de données

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** Ex cathedra, avec exemples et exercices

**DOCUMENTATION :** Notes polycopiées

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Electrotechnique

**Préparation pour :** Instrumentation électronique



**Titre :** MACHINES ET INSTALLATIONS ELECTRIQUES I

**Enseignant :** Mai TU XUAN, chargé de cours

**Heures total :** 45

**Par semaine :** cours 2. Exercices 1 Pratiques -

**Destinataires et contrôle des études :**

| Sections (s) | Semestre | Destinataires et contrôle des études : |                          |                          | Branches                            |                          |
|--------------|----------|--|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
|              |          | Oblig.                                 | Facult.                  | Option                   | Théoriques                          | Pratiques                |
| Mécaniciens  | 5e       | <input checked="" type="checkbox"/>    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| .....        | .....    | <input type="checkbox"/>               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| .....        | .....    | <input type="checkbox"/>               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| .....        | .....    | <input type="checkbox"/>               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |

### OBJECTIFS

Assimilation des connaissances de base des circuits magnétiques et électriques et de la conversion électromécanique.

Acquisition des caractéristiques externes des principales machines électriques.

### CONTENU

1. CIRCUITS ELECTRIQUES ET MAGNETIQUES : Relations de Maxwell, lois de la tension induite, circuits magnétiques, perméance, inductances.
2. CONVERSION ELECTROMECHANIQUE : Bilan énergétique, méthode de la dérivée d'énergie, systèmes réductants.
3. LE TRANSFORMATEUR : Constitution, schéma équivalent, régimes particuliers.
4. MACHINES TOURNANTES - GENERALITES : Champ tournant, fuites.
5. LE MOTEUR ASYNCHRONE : Constitution, schéma équivalent, régimes particuliers, rotor à cage, rotor bobiné.
6. LA MACHINE SYNCHRONE : Constitution, principe, synchronisation.

Laboratoire de machines et installations électriques : voir page 54

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra avec démonstrations et exercices.

DOCUMENTATION : Cours polycopié Machines Electriques, cours pour ingénieurs mécaniciens.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Electrotechnique

Préparation pour :

|  |          |                                     |                          |                          |                                     |                                     |  |
|--|----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--|
| Titre : MACHINES ET INSTALLATIONS ELECTRIQUES II |          |                                     |                          |                          |                                     |                                     |  |
| Enseignant : Jean-Jacques SIMOND, professeur     |          |                                     |                          |                          |                                     |                                     |  |
| Heures total : 40                                |          | Par semaine : cours 2               |                          | Exercices                |                                     | Pratiques 2                         |  |
| Destinataires et contrôle des études :           |          |                                     |                          |                          |                                     | Branches                            |  |
| Sections (s)                                     | Semestre | Oblig.                              | Facult.                  | Option                   | Théoriques                          | Pratiques                           |  |
| Mécaniciens .....                                | 6e       | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |  |
| .....  | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            |  |
| .....  | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            |  |
| .....  | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            |  |

OBJECTIFS

Acquisition des caractéristiques externes des principales machines électriques. Etre capable de choisir un entraînement électrique, compte tenu des périphériques.

CONTENU

7. LA MACHINE A COURANT CONTINU SANS COLLECTEUR : Constitution, principe, équations, alimentation, commande.
8. LA MACHINE A COURANT CONTINU : Constitution, principe, équations, marches en générateur et moteur, le moteur à collecteur.
9. LES ENTRAÎNEMENTS ELECTRIQUES : Les organes entraînés, le réseau, l'alimentation, le démarrage, le réglage de vitesse, le freinage.
10. ELEMENTS D'INSTALLATIONS ELECTRIQUES : Chapitres choisis.

## Laboratoire :

- machine asynchrone,
- mesure des caractéristiques à vide et à rotor bloqué,
- détermination du schéma équivalent,
- application des résultats à un problème de démarrage, de freinage ou d'alimentation spéciale.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra, avec démonstrations; laboratoire par groupes de

DOCUMENTATION : Cours polycopiés Machines Electriques et Entraînements Electriques.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Electrotechnique, Machines et Installations Electriques I.

Préparation pour :

|  |          |                                     |                          |                          |                                     |                          |
|--|----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Titre : MECANIQUE DES FLUIDES I        |          |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| Enseignant : Inge RYHMING, Professeur  |          |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| Heures total : 60                      |          | Par semaine : cours 2               |                          | Exercices 2              |                                     | Pratiques                |
| Destinataires et contrôle des études : |          |                                     |                          |                          | Branches                            |                          |
| Sections (s)                           | Semestre | Oblig.                              | Facult.                  | Option                   | Théoriques                          | Pratiques                |
| mécaniciens.....                       | 5e..     | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| .....                                  | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| .....                                  | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| .....                                  | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |

**OBJECTIFS**

Etre capable d'élaborer, d'utiliser et d'appliquer les lois fondamentales de la Mécanique des Fluides.

**CONTENU****A. Généralités**

Domaine scientifique - mécanique des milieux continus - équations de base - cinématique des écoulements - description selon Lagrange et Euler - trajectoires - lignes de courant.

**B. Equation de continuité**

Conservation de masse - formulation intégrale et différentielle - vecteur potentiel - fonction de courant - potentiel de vitesse - conditions aux limites.

**C. Equation de quantité de mouvement**

Conservation de quantité de mouvement - formulation intégrale et différentielle - fluide idéal: équations d'Euler et théorème de Bernoulli - les théorèmes de circulation de Kelvin et Helmholtz - illustrations - démonstrations.

**D. La théorie potentielle des écoulements incompressibles**

Écoulements potentiels - l'équation de Laplace - les fonctions harmoniques - conditions aux limites et unicité des solutions - problèmes de Dirichlet, de Neumann et de Cauchy - solutions élémentaires - principe de superposition - séparation des variables - théorie des profils - portance et traînée.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT** : Ex cathedra

**DOCUMENTATION** : I. L. RYHMING: Dynamique des fluides, éd. PPR, Lausanne 1985

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS** : Analyse III - Physique générale - Mécanique générale - Thermodynamique.

Préalable requis :

Préparation pour :

|  |          |                                     |                          |                          |                                     |                          |
|--|----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Titre : MECANIQUE DES FLUIDES II       |          |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| Enseignant : Inge RYHMING, professeur  |          |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| Heures total : 60                      |          | Par semaine : cours 3               |                          |                          | Exercices 3                         | Pratiques                |
| Destinataires et contrôle des études : |          |                                     |                          |                          | Branches                            |                          |
| Sections (s)                           | Semestre | Oblig.                              | Facult.                  | Option                   | Théoriques                          | Pratiques                |
| mécaniciens.....                       | .. 6e.   | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| .....                                  | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| .....                                  | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| .....                                  | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |

OBJECTIFS

Etre capable d'élaborer, d'utiliser et d'appliquer les lois fondamentales de la Mécanique des Fluides.

CONTENU**E. La théorie potentielle des écoulements incompressibles, continuation**

Transformations conformes - l'aile tridimensionnelle - écoulement instationnaire - masse ajoutée - écoulements potentiels avec une surface libre.

**F. Eléments de la théorie des couches limites**

Equations de Navier-Stokes - solutions exactes - la théorie des couches limites laminaires à un nombre de Reynolds élevé - la couche limite sur une plaque plane (Blasius) et un dièdre (Falkner-Skan) - l'équation intégrale de von Kármán - méthodes approximatives Kármán - Pohlhausen, Holstein - Bohlen et Walz - Thwaites - stabilité et nombre de Reynolds critique - transition - turbulence - valeurs moyennes et fluctuantes - contraintes de Reynolds - loi de distribution de vitesse de la couche limite turbulente, plaque plane et tube circulaire - le frottement turbulent - le décollement laminaire et turbulent - méthode de calcul approximative de la couche limite turbulente selon Head.

**G. Evaluation critique et limitation de la théorie et ses possibilités d'applications**

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra

DOCUMENTATION : I. L. RYHMING: Dynamique des fluides, éd. PPR, Lausanne 1985

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : Analyse III - Physique générale - Mécanique générale -

Préalable requis : Thermodynamique - Hydraulique.

Préparation pour :

|  |          |   |                          |                          |                                     |                          |
|--|----------|---|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Titre : HYDRAULIQUE I                  |          |   |                          |                          |                                     |                          |
| Enseignant : Ugo MOCAFICO, professeur  |          |   |                          |                          |                                     |                          |
| Heures total : 30                      |          | Par semaine : cours 2 Exercices - Pratiques - |                          |                          |                                     |                          |
| Destinataires et contrôle des études : |          |   |                          |                          | Branches                            |                          |
| Sections (s)                           | Semestre | Oblig.  | Facult.                  | Option                   | Théoriques                          | Pratiques                |
| Mécanique.....                         | 5e.      | <input checked="" type="checkbox"/>           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| .....                                  | .....    | <input type="checkbox"/>                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| .....                                  | .....    | <input type="checkbox"/>                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| .....                                  | .....    | <input type="checkbox"/>                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |

OBJECTIFS

Savoir appliquer la mécanique des fluides aux problèmes techniques posés par les liquides réels, en identifiant le problème et en choisissant la méthode de résolution adéquate.

CONTENU

- Le liquide réel.
- Hydrostatique.
- Principes physiques de l'hydraulique: conservation de la masse (équation de continuité), de l'énergie mécanique du liquide (bilans d'énergie) et de la quantité de mouvement (théorème d'Euler).
- Pertes de charge par frottement et singulières.
- Ecoulement dans les conduites en charge.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra, avec nombreux exercices.

DOCUMENTATION : Résumés, tables numériques et littérature spécialisée (IMHEF), industrie, congrès, etc.).

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Physique, Mécanique des fluides,

Préparation pour : notamment tous les cours de l'orientation hydraulique.

|  |          |   |                          |                          |                          |                          |
|--|----------|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Titre : HYDRAULIQUE II                 |          |   |                          |                          |                          |                          |
| Enseignant : Ugo MOCAFICO, professeur  |          |   |                          |                          |                          |                          |
| Heures total : 20                      |          | Par semaine : cours 2 Exercices - Pratiques - |                          |                          |                          |                          |
| Destinataires et contrôle des études : |          |   |                          |                          | Branches                 |                          |
| Sections (s)                           | Semestre | Oblig.  | Facult.                  | Option                   | Théoriques               | Pratiques                |
| Mécanique.....                         | 6e...    | <input checked="" type="checkbox"/>           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| .....                                  | .....    | <input type="checkbox"/>                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| .....                                  | .....    | <input type="checkbox"/>                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| .....                                  | .....    | <input type="checkbox"/>                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

OBJECTIFS

Savoir appliquer la mécanique des fluides aux problèmes techniques posés par les liquid réels, en identifiant le problème et en choisissant la méthode de résolution adéquate.

CONTENU

- Systèmes hydrauliques comportant une machine: introduction à la théorie des machines hydrauliques
- Notions sur l'écoulement dans les canaux à surface libre

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra, avec nombreux exercices

DOCUMENTATION : Résumés, tables numériques et littérature spécialisée (IMHEF, industri congrès, etc.)

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Physique, Mécanique des fluides,

Préparation pour : notamment tous les cours de l'orientation hydraulique.

|  |          |   |                          |                          |                                     |                          |
|--|----------|---|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Titre : THERMODYNAMIQUE ET ENERGETIQUE |          |   |                          |                          |                                     |                          |
| Enseignant : Daniel FAVRAT, professeur |          |   |                          |                          |                                     |                          |
| Heures total : 75                      |          | Par semaine : cours 4 Exercices 1 Pratiques |                          |                          |                                     |                          |
| Destinataires et contrôle des études : |          |   |                          |                          | Branches                            |                          |
| Sections (s)                           | Semestre | Oblig.                                      | Facult.                  | Option                   | Théoriques                          | Pratiques                |
| Mécanique                              | 3e       | <input checked="" type="checkbox"/>         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| .....                                  | .....    | <input type="checkbox"/>                    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| .....                                  | .....    | <input type="checkbox"/>                    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| .....                                  | .....    | <input type="checkbox"/>                    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |

**OBJECTIFS**

Savoir appliquer les principes de la thermodynamique et réaliser des bilans énergétiques et exergétiques de systèmes simples.

**CONTENU**

**Généralités et principes fondamentaux:** Systèmes thermodynamiques - Principe zéro - Energie et premier principe - Entropie et deuxième principe - Troisième principe - Equation de Gibbs

**Systèmes fermés monophasés**

**Propriétés thermodynamiques de la matière:** Etats et changements d'état - Théorie cinétique des gaz - Gaz parfaits et semi-parfaits - Equations d'état (Van der Waals, Lee-Kesler, etc)

**Transformations et diagrammes thermodynamiques**

**Systèmes ouverts en régime permanent**

**Mélanges de gaz parfaits ou semi-parfaits**

**Mélanges d'un gaz et d'une substance condensable**

**Energétique thermodynamique:** Théorie de l'exergie, bilans énergétiques et exergétiques, rendement et efficacité

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** Ex cathedra avec exemples et exercices

**DOCUMENTATION :** Feuilles photocopées et livres: "Thermodynamique et Energétique", Vol. I et II par L. BOREL, Editions PPR, 1987.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :** Physique générale, Mécanique générale, Analyse et Algèbre linéaire

**Préalable requis :**

**Préparation pour :**

|  |          |                                     |                          |                          |                                     |                          |
|--|----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Titre : THERMODYNAMIQUE ET ENERGETIQUE |          |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| Enseignant : Daniel FAVRAT, professeur |          |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| Heures total : 40                      |          | Par semaine : cours 3 Exercices 1   |                          |                          | Pratiques                           |                          |
| Destinataires et contrôle des études : |          |                                     |                          |                          | Branches                            |                          |
| Sections (s)                           | Semestre | Oblig.                              | Facult.                  | Option                   | Théoriques                          | Pratiques                |
| Mécanique                              | 4è       | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| .....                                  | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| .....                                  | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| .....                                  | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |

**OBJECTIFS**

Savoir réaliser des bilans énergétiques et exergétiques de systèmes thermiques complexes liés notamment à la conversion d'énergie.

**CONTENU****Combustion :**

Généralités - Equations chimiques de base - Pouvoirs énergétiques et exergétiques d'un combustible - Combustion complète ou incomplète - Température de combustion - Propriétés thermodynamiques des gaz de combustion - Déroulement d'une combustion. Bilans énergétiques et exergétiques relatifs aux chambres de combustion, aux chaudières et aux moteurs à combustion interne.

**Cycles thermodynamiques :**

Généralités - Propriétés générales des cycles - Cycles bithermes moteurs ou générateurs - Cycles caractéristiques des fluides à plusieurs composants.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** Ex cathedra avec exemples et exercices.

**DOCUMENTATION :** Feuilles photocopées et livres : "Thermodynamique et Energétique" Vol. I et II par L. BOREL, Editions PPR, 1987.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :** Physique générale, Mécanique générale, Analyse et Algèbre linéaire.

Préalable requis :

Préparation pour :



**Titre :** TRANSFERT DE CHALEUR ET DE MASSE

**Enseignant :** Albin Böls, Professeur

**Heures total :** 30

**Par semaine :** cours 2 Exercices

Pratiques

**Destinataires et contrôle des études :**

| Sections (s)   | Semestre | Oblig.                              | Facult.                  | Option                   | Branches                            |                          |
|----------------|----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
|                |          |                                     |                          |                          | Théoriques                          | Pratiques                |
| Mécanique..... | 5e       | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| .....          | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| .....          | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| .....          | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |

### OBJECTIFS

Donner les bases fondamentales du transfert de chaleur par convection et du transfert de masse et les appliquer à des cas concrets simples

### CONTENU

1. Introduction, modes de transfert de chaleur  
Conduction. Convection. Rayonnement.
2. Propriétés thermiques des matériaux
3. Conduction thermique unidimensionnelle, stationnaire  
Relations fondamentales. La plaque plane.
4. Conduction thermique bidimensionnelle, stationnaire  
Solutions analytiques. Analogie rhéoelectrique. Méthode graphique. Méthodes numériques.
5. Conduction thermique instationnaire  
Méthode de capacité thermique globale. Paramètres universels de la méthode de calcul instationnaire. Solution analytique pour la conduction monodimensionnelle instationnaire. Méthode numérique pour la conduction instationnaire.
6. La convection thermique  
Principes fondamentaux de l'écoulement visqueux. Etude de similitude et paramètres adimensionnels.
7. Convection pour l'écoulement externe  
La couche limite laminaire sur une plaque plane. Ecoulement turbulent sur la plaque plane. Ecoulement autour d'un cylindre. La méthode expérimentale.
8. Convection pour l'écoulement interne  
Convection pour un tube circulaire. Corrélations pour la convection forcée pour un tube circulaire.
9. La convection libre  
Considérations de similitude. Convection sur une surface verticale. Corrélations empiriques.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** Ex cathedra, avec exercices

**DOCUMENTATION :** Notes polycopiées

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :** Thermodynamique, Mécanique des Fluides

**Préalable requis :**

**Préparation pour :**

|  |          |                                     |                          |                          |                                     |                                     |
|--|----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Titre : TRANSFERT DE CHALEUR ET DE MASSE     |          |                                     |                          |                          |                                     |                                     |
| Enseignant : Jean-Claude GIANOLA, professeur |          |                                     |                          |                          |                                     |                                     |
| Heures total : 40                            |          | Par semaine : cours 2               |                          | Exercices 2              |                                     | Pratiques                           |
| Destinataires et contrôle des études :       |          |                                     |                          |                          | Branches                            |                                     |
| Sections (s)                                 | Semestre | Oblig.                              | Facult.                  | Option                   | Théoriques                          | Pratiques                           |
| Mécanique.....                               | ..6..    | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| .....  | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            |
| .....  | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            |
| .....  | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            |

**OBJECTIFS** Savoir concevoir et dimensionner un échangeur de chaleur ou une colonne de rectification; résoudre des problèmes de transfert de chaleur ou de diffusion surgissant dans les machines, en s'appuyant sur les lois de base et en utilisant l'analogie entre transfert-chaleur et de masse.

#### CONTENU

- 1. Introduction:** Exemples d'installations. Exemple de transfert-chaleur. Exemple de transfert de masse. Coefficients moyens et locaux. Rappels concernant la convection.
- 2. Rayonnement:** Corps noir, corps gris, écrans, facteur de forme des surfaces. Corps colorés, rayonnement solaire et infra-rouge, effet de serre. Rayonnement des gaz, émission et absorption.
- 3. Transferts avec changement de phase:** Condensation: film, gouttes, présence d'incondensables. Condensation sur une plaque verticale: théorie de Nusselt, turbulence, condensation sur tubes horizontaux. Vaporisation: ébullition en vase, flux critique de chaleur, coup de chauffe, burn-out. Ebullition sur plaque horizontale. Ebullition dans des tubes. Instabilité du débit.
- 4. Echangeurs de chaleur:** Types d'échangeur. Efficacité, unité de transfert (NUT). Dimensionnement des échangeurs. Arrangement. Effet de surfaces rugueuses et d'ailettes. Caloduc. Lit fluidisé. Capteurs solaires.
- 5. Transfert de masse dans les mélanges binaires:** Définition de la composition. Diagrammes et lois pour mélanges binaires. Transfert de masse. Analogies des transferts. Application: vaporisation de gouttelettes, panache.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra, plus projet personnel d'application.

DOCUMENTATION : Feuilles polycopiées.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Thermodynamique, Analyse III, Mécanique des Fluides, Transfert-chal  
Préparation pour : et de masse I (prof. Bölcs)  
Installations thermiques et nucléaires.

|   |          |   |                          |                          |                                     |                          |
|---|----------|---|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Titre : RESISTANCE DES MATERIAUX I        |          |   |                          |                          |                                     |                          |
| Enseignant : Michel DEL PEDRO, professeur |          |   |                          |                          |                                     |                          |
| Heures total : 75                         |          | Par semaine : cours 3 Exercices 2 Pratiques - |                          |                          |                                     |                          |
| Destinataires et contrôle des études :    |          |   |                          |                          | Branches                            |                          |
| Sections (s)                              | Semestre | Oblig.  | Facult.                  | Option                   | Théoriques                          | Pratiques                |
| Mécanique.....                            | 3ème     | <input checked="" type="checkbox"/>           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Microtechnique.....                       | 3ème     | <input checked="" type="checkbox"/>           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Matériaux.....                            | 3ème     | <input checked="" type="checkbox"/>           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| .....                                     | .....    | <input type="checkbox"/>                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |

### OBJECTIFS POUR L'ETUDIANT

Connaître les lois et théorèmes de base concernant le comportement des corps solides déformables, ainsi que les méthodes d'analyse de systèmes simples, statiques et hyperstatiques. Etre en mesure de calculer les organes et structures élémentaires de la construction mécanique.

### CONTENU

- Equilibre intérieur et propriétés des matériaux** : généralités - hypothèses fondamentales - efforts intérieurs et contraintes - propriétés mécaniques des matériaux.
- Traction et compression, cisaillement, torsion circulaire, flexion** : définitions - calcul des contraintes et des déformations - analyse de l'état de contrainte, cercles de Mohr - énergie de déformation - calcul des déformées - introduction aux systèmes hyperstatiques.
- Energie de déformation élastique** : formes quadratiques de l'énergie élastique - théorèmes de Maxwell-Betti, Castigliano et Menabrea - application aux systèmes statiques et hyperstatiques.
- Théorie de l'état de contrainte** : théorème de Cauchy - matrice et quadriques des contraintes - calcul ces contraintes et directions principales - cas particuliers.
- Critères de rupture de l'équilibre élastique** : états limites, coefficient de sécurité et contrainte de comparaison - critères du plus grand cisaillement, de Mohr et du plus grand travail de distorsion - aspect probabilistique de la sécurité.
- Flambage des poutres droites** : notion d'instabilité - cas fondamental et dérivés du flambage d'une poutre - flambage en dehors du domaine élastique - méthode de Timoshenko.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : ex cathedra avec exercices hebdomadaires.

DOCUMENTATION : cours polycopiés, 1ère partie (1985), 2ème partie (1982), exercices (1982)

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Mécanique générale, analyse et algèbre linéaire

Préparation pour : Résistance des matériaux II, Construction des machines

|  |          |   |                          |                          |                                     |                          |
|--|----------|---|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Titre : RESISTANCE DES MATERIAUX II                                      |          |   |                          |                          |                                     |                          |
| Enseignant : Michel DEL PEDRO, professeur/Alain Curnier, chargé de cours |          |   |                          |                          |                                     |                          |
| Heures total : 60  |          | Par semaine : cours 4 Exercices 2 Pratiques - |                          |                          |                                     |                          |
| Destinataires et contrôle des études :                                   |          |   |                          |                          | Branches                            |                          |
| Sections (s)   | Semestre | Oblig.  | Facult.                  | Option                   | Théoriques                          | Pratiques                |
| Mécanique.....   | 4ème     | <input checked="" type="checkbox"/>           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| .....  | .....    | <input type="checkbox"/>                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| .....  | .....    | <input type="checkbox"/>                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| .....  | .....    | <input type="checkbox"/>                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |

### OBJECTIFS POUR L'ETUDIANT

Connaître les lois, principes et théorèmes de base relatifs au comportement des solides déformables. Savoir aborder certains cas plus complexes d'analyse des contraintes, en particulier quand les efforts sont d'origine dynamique. Être en mesure d'étudier les ouvrages spécialisés.

### CONTENU

- Méthode de la poutre auxiliaire** : principe de la méthode - application aux poutres de section variable.
- Flexion déviée et composée** : calcul des contraintes normales et de l'axe neutre - définition et recherche du noyau central.
- Flexion des poutres courbes** : hypothèses - calcul et analyse des contraintes - théorème de Castigliano - équation de la déformée pour les poutres à génératrice circulaire.
- Torsion non circulaire** : contraintes tangentielles et angle de torsion pour les principaux profils - analogie de la membrane.
- Barres et cylindres en rotation** : calcul des contraintes dans les barres de section quelconque - exemple de régime non stationnaire - cylindres minces et cylindres épais - disque d'égale résistance - volants d'inertie.
- Principes d'évolution des corps déformables** :  
Cinématique : mouvement, déformation, taux de déformation  
Dynamique : vecteur et tenseur des contraintes, lois de conservation  
Énergétique : principe des travaux virtuels, dualité contrainte-déformation.
- Lois de comportement des matériaux solides** :  
Élasticité : lois de Hooke, Kirchhoff-St.Venant, Mooney-Rivlin  
Viscosité : lois de Newton, Kelvin, Voigt, Bampi, Morro  
Plasticité : critères de von Mises et Drucker-Prager, lois d'écoulement associées.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : ex cathedra avec exercices hebdomadaires.

DOCUMENTATION : cours photocopiés, 1ère et 2ème parties (1982), notes manuscrites

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Résistance des matériaux I

Préparation pour : Construction des machines, Mécanique appliquée I, II,

Eléments finis, Méthodes numériques en mécanique des solides.

Titre : MECANIQUE APPLIQUEE I

Enseignant : Michel DEL PEDRO, professeur

Heures total : 60 Par semaine : cours 2 Exercices 2 Pratiques -

Destinataires et contrôle des études :

| Sections (s)     | Semestre | Oblig.                              | Facult.                  | Option                   | Branches                            |                          |
|------------------|----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
|                  |          |                                     |                          |                          | Théoriques                          | Pratiques                |
| Mécanique.....   | 5ème     | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Microtechnique.. | 5ème     | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| .....            | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| .....            | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |

OBJECTIFS

- Détermination de l'ordre de grandeur des contraintes dues aux chocs.
- Modélisation et analyse des systèmes discrets linéaires et des systèmes continus du 2ème ordre de la mécanique vibratoire. Etude de leur comportement en régimes libre, forcé et permanent.

CONTENU1. Mécanique des chocs

Généralités - réactions et contraintes dues aux chocs - résistance des matériaux aux chocs - notions de densités limite d'énergie - temps de choc.

2. Mécanique vibratoire

1. **L'oscillateur élémentaire** : généralités et définitions - régimes libre, forcé et permanent - considérations énergétiques - admittances complexe, opérationnelle et temporelle - réponse complexe en fréquence - diagramme de Nyquist - exemples d'application - analogie force/courant.

2. **L'oscillateur à deux degrés de liberté** : étude du régime libre et du couplage - formes énergétiques - amortisseur de Frahm.

3. **L'oscillateur généralisé conservatif** : formes quadratiques des énergies - matrices de rigidité et des masses - solution générale du régime libre - coordonnées normales - propriétés des formes et modes propres - étude de cas particuliers.

4. **Systèmes continus du deuxième ordre** : équations de d'Alembert pour les vibrations latérales des cordes, les vibrations longitudinales dans les barres et les vibrations de torsion - nature ondulatoire des solutions - séparation des variables.

5. **Vibrations de flexion des poutres** : établissement de l'équation aux dérivées partielles - solution par les séries de modes - méthodes approchées de Rayleigh et Stodola, théorème du minimum - méthodes de discrétisation - introduction à la théorie des vibrations des plaques.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : ex cathedra, avec exercices hebdomadaires.

DOCUMENTATION : cours photocopiés et livre PPR (1988)

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Mécanique générale, Résistance des matériaux I et II

Préparation pour : Mécanique appliquée II

|   |          |   |                          |                          |                                     |                          |
|---|----------|---|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Titre : MECANIQUE APPLIQUEE II            |          |   |                          |                          |                                     |                          |
| Enseignant : Michel DEL PEDRO, professeur |          |   |                          |                          |                                     |                          |
| Heures total : 40                         |          | Par semaine : cours 2    Exercices 2    Pratiques - |                          |                          |                                     |                          |
| Destinataires et contrôle des études :    |          |   |                          |                          | Branches                            |                          |
| Sections (s)                              | Semestre | Oblig.  | Facult.                  | Option                   | Théoriques                          | Pratiques                |
| Mécanique.....                            | 6ème     | <input checked="" type="checkbox"/>                 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| .....                                     | .....    | <input type="checkbox"/>                            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| .....                                     | .....    | <input type="checkbox"/>                            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| .....                                     | .....    | <input type="checkbox"/>                            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |

OBJECTIFS

Analyse des systèmes discrets linéaires dissipatifs, avec modes réels et modes complexes - Introduction aux systèmes non linéaires et à caractéristiques variables.

CONTENU

- L'oscillateur généralisé dissipatif** : - fonction de dissipation et matrice des pertes - condition de Caughey - quotient de Rayleigh - régime libre : orthogonalité dans l'espace des phases - introduction à l'analyse modale expérimentale.
- Oscillateur élémentaire non linéaire** : définition - examen de quelques méthodes d'intégration : méthode delta, méthode des petits paramètres, méthodes de Galerkin, Krylov et Bogoliubov - notion d'instabilité en régime forcé.
- Systèmes à caractéristiques variables** : définitions - exemples pratiques - méthodes de résolution - vibrations autoentretenues et paramétriques - conditions de stabilité.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : ex cathedra avec exercices hebdomadaires.

DOCUMENTATION : cours photocopiés et livre PPR (1988)

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Mécanique générale, Mécanique appliquée I.  
Préparation pour : Analyse numérique des structures

|  |          |                                     |                          |                          |                                     |                          |
|--|----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Titre : METHODE DES ELEMENTS FINIS         |          |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| Enseignant : Thomas GMUER, chargé de cours |          |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| Heures total : 40                          |          | Par semaine : cours 3               |                          |                          | Exercices 1                         | Pratiques -              |
| Destinataires et contrôle des études :     |          |                                     |                          |                          | Branches                            |                          |
| Sections (s)                               | Semestre | Oblig.                              | Facult.                  | Option                   | Théoriques                          | Pratiques                |
| Mécanique.....                             | 6ème     | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| .....                                      | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| .....                                      | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| .....                                      | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |

### OBJECTIFS

Acquérir une initiation aux méthodes numériques de la mécanique appliquée. Apprendre à exploiter ces techniques avancées pour résoudre les problèmes rencontrés dans les projets de semestre et de diplôme.

### CONTENU

- Concepts fondamentaux : Formulations forte et faible des problèmes aux limites du second ordre à caractère linéaire. Approximation de Bubnov-Galerkin. Formulation variationnelle et méthode de Rayleigh-Ritz. Approximation basée sur la méthode des éléments finis.
- Formulation faible des problèmes aux limites bi- et tridimensionnels : Principes généraux et équations fondamentales. Fonctions de forme et de base des éléments finis linéaires et d'ordre élevé. Transformation jacobienne. Éléments isoparamétriques.
- Application de la méthode des éléments finis à l'élasticité linéaire : Rappel de la théorie de l'élasticité. Principes énergétiques. Formulation faible des problèmes bi- et tridimensionnels en élastostatique. Extension de la formulation aux coques modérément épaisses.
- Exemples d'application de la méthode des éléments finis : Etude de cas académiques et pratiques.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : ex cathedra avec exemples et exercices.

DOCUMENTATION : cours polycopié : Méthode des éléments finis, 1984

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Résistance des matériaux, Analyse fonctionnelle, Méc.appl.I.

Préparation pour : Méthodes numériques en mécanique des solides, Méthodes numériques en mécanique des fluides, Projets de mécanique appliquée.

|   |          |                                     |                          |                          |                          |                          |
|---|----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Titre : FORMAGE DES MATERIAUX METALLIQUES       |          |                                     |                          |                          |                          |                          |
| Enseignant : Bernhard ILSCHNER, Professeur EPFL |          |                                     |                          |                          |                          |                          |
| Heures total : 30                               |          | Par semaine : cours 2               |                          | Exercices                |                          | Pratiques                |
| Destinataires et contrôle des études :          |          |                                     |                          |                          | Branches                 |                          |
| Sections (s)                                    | Semestre | Oblig.                              | Facult.                  | Option                   | Théoriques               | Pratiques                |
| Mécanique.....                                  | 3e ..    | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| .....   | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| .....   | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| .....   | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

OBJECTIFS

Connaître les technologies utilisées pour la mise en forme des pièces métalliques, y compris leurs fondements mécaniques et métallurgiques. Développer la capacité de choisir la voie de fabrication selon les conditions techniques et économiques.

CONTENU

Coulée, frittage, formage et façonnage dans le contexte du système de fabrication des objets métalliques.

La solidification des fontes métalliques (purs et alliés) et ses conséquences pour la technologie de fonderie et la conception adaptée à la fonderie "classique".

Fonderie avancée : coulée continue, coulée par injection, moulage à la cire perdue, solidification directionnelle, rheocasting, spray casting, squeeze casting.

Forgeage, laminage et filage : déformation à chaud. Techniques et problèmes métallurgiques. Formage super-plastique. Compression isostatique (HIP).

Laminage et autres techniques de formage par déformation à froid. Aspect de la microstructure, des propriétés mécaniques (souvent anisotropes), et de la qualité des surfaces.

Découpage, estampage, et alternatives : Laser, façonnage électrolytique (ECM).

Métallurgie des poudres : base théorique - technologie actuelle - applications.

Méthodes inconventionnelles : Projection thermique, projection assistée par plasma, électroformage, formage par explosion.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra avec projections

DOCUMENTATION : Notes photocopées. Bibliographie

LIASON AVEC D'AUTRES COURS : Métallurgie générale. Introduction à la science des matériaux

Préalable requis : -

Préparation pour : -



**Titre :** USINAGE DES METAUX

**Enseignant :** François PRUVOT, professeur

**Heures total :** 30

**Par semaine :** cours 3 Exercices - Pratiques -

**Destinataires et contrôle des études :**

| Sections (s)      | Semestre | Oblig.                              | Facult.                  | Option                   | Branches                            |                          |
|-------------------|----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
|                   |          |                                     |                          |                          | Théoriques                          | Pratiques                |
| ..Mécaniciens.... | 4ème     | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| .....             | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| .....             | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| .....             | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |

### OBJECTIFS

A la fin du cours, l'étudiant devra être capable :

- de calculer les forces, puissances ainsi que les paramètres de coupe nécessaires pour une opération d'usinage,
- de choisir le type de machine correspondant,
- de définir une gamme d'usinage simple.

### CONTENU

Le cours comprend 2 parties principales, chacune faisant l'objet d'un polycopié :

**Vol. 1 - Le phénomène de la coupe (théorie et pratique).**

- Les outils de coupe (description des outils pour les différentes opérations - matériaux formant les outils - comportement des outils - usure - performances et tendances).
- Les machines (description des différents types - caractéristiques principales - domaine d'application - calcul de performances).

**Vol. 2 - Les gammes d'usinage (définition - gammes élémentaires - bases de la conception des gammes d'usinage - positionnement - bridage des pièces, définition des postes).**

- Economie de l'usinage - (Economie d'une opération d'usinage - optimisation des paramètres de coupe - économie d'un département d'usinage - simulation d'une chaîne - la commande hiérarchisée).

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** Ex cathedra avec projections

**DOCUMENTATION :** polycopié en 2 volumes

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :**

**Préalable requis :**

Formage des matériaux

**Préparation pour :**

Machines outils et automates (7ème et 8ème semestres)

|   |          |   |                          |                          |                          |                                     |
|---|----------|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| Titre : ELEMENTS DE CONSTRUCTION I                      |          |   |                          |                          |                          |                                     |
| Enseignant : Pierre BARMAVERAIN, Maître de construction |          |   |                          |                          |                          |                                     |
| Heures total : 30                                       |          | Par semaine : cours 1 Exercices 2 Pratiques - |                          |                          |                          |                                     |
| Destinataires et contrôle des études :                  |          |   |                          |                          | Branches                 |                                     |
| Sections (s)  | Semestre | Oblig.  | Facult.                  | Option                   | Théoriques               | Pratiques                           |
| ..Mécanique.....  | .2ème    | <input checked="" type="checkbox"/>           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| .....   | .....    | <input type="checkbox"/>                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| .....   | .....    | <input type="checkbox"/>                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| .....   | .....    | <input type="checkbox"/>                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |

OBJECTIFS

A la fin du cours l'étudiant saura s'exprimer et communiquer à l'aide du dessin technique selon les normes ISO. Il connaîtra les outils de travail utilisés pour la représentation (DAO). Il sera capable de lire un dessin technique (reconnaissance des pièces).

CONTENU

**INTRODUCTION** : processus de la conception et transmission de l'information; rôle de la DAO/CAO; les divers types de documents graphiques.

**REGLES DU DESSIN TECHNIQUE** : traits, lois des projections, nombre min. de vues, coupes, section, rabattements.

**DESSIN ASSISTE PAR ORDINATEUR** : utilisation d'un logiciel de dessin.

**DESSIN DE DETAIL** : principes de la cotation liés à la fabrication.

**DESSIN D'ENSEMBLE** : processus de la lecture de dessin. Représentation symbolique des éléments de machines.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours ex cathedra.  
Ex. en salle de dessin et de CAO.

DOCUMENTATION : Normes VSM + Fiches polycopiées

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis :

Préparation pour : Eléments de construction II, Conception des machines

|  |          |   |                          |                          |                          |                                     |
|--|----------|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| Titre : ELEMENTS DE CONSTRUCTION II  |          |   |                          |                          |                          |                                     |
| Enseignant : Pierre BARMAVERAIN, Wilfred HEINIGER, maîtres de construction |          |   |                          |                          |                          |                                     |
| Heures total : 60  |          | Par semaine : cours 1 Exercices 3 Pratiques - |                          |                          |                          |                                     |
| Destinataires et contrôle des études :                                     |          |   |                          |                          | Branches                 |                                     |
| Sections (s)   | Semestre | Oblig.  | Facult.                  | Option                   | Théoriques               | Pratiques                           |
| ..Mécanique.....   | 3ème     | <input checked="" type="checkbox"/>           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| .....  | .....    | <input type="checkbox"/>                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| .....  | .....    | <input type="checkbox"/>                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| .....  | .....    | <input type="checkbox"/>                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |

OBJECTIFS

A la fin du cours l'étudiant sera capable d'expliquer le fonctionnement et la transmission des efforts dans des mécanismes. Il connaîtra les principes de la méthodologie de la conception et les bases du dimensionnement d'éléments de machine. Il saura utiliser la documentation professionnelle (catalogue).

CONTENU

**STRUCTURE DES MACHINES**, chaîne cinématique, liaisons et degrés de liberté, transmission de l'énergie et des efforts.

**GEOMETRIE ET FONCTIONNEMENT** : cotation fonctionnelle et ajustements, états de surface, tolérances de forme et de position.

**ELEMENT DE MACHINES** : assemblages, guidages, organes de transmission.

**DIMENSIONNEMENT** : méthodologie, utilisation de logiciels de calcul.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours ex cathedra.  
Ex. et projets en salle de dessin et de CAO.

DOCUMENTATION : Normes VSM + Fiches polycopiées + documentation professionnelle.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Eléments de construction I,  
Préparation pour : Conception des machines.

|   |          |   |                          |                          |                          |                          |  |
|---|----------|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--|
| Titre : INTRODUCTION A L'INFOGRAPHIE                    |          |   |                          |                          |                          |                          |  |
| Enseignant : Gabriel ANTONESCU, chargé de cours + vacat |          |   |                          |                          |                          |                          |  |
| Heures total : 30                                       |          | Par semaine : cours 3 Exercices - Pratiques - |                          |                          |                          |                          |  |
| Destinataires et contrôle des études :                  |          |   |                          |                          | Branches                 |                          |  |
| Sections (s)  | Semestre | Oblig.  | Facult.                  | Option                   | Théoriques               | Pratiques                |  |
| Mécanique.....  | 2ème.    | <input checked="" type="checkbox"/>           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |
| .....   | .....    | <input type="checkbox"/>                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |
| .....   | .....    | <input type="checkbox"/>                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |
| .....   | .....    | <input type="checkbox"/>                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |

OBJECTIFS

Savoir utiliser un système d'exploitation largement répandu (UNIX)  
 Savoir utiliser un logiciel de CAO-DAO de moyenne à haute performance  
 Savoir se discipliner dans le travail d'un système en réseau avec répartition des ressources.

CONTENU

Introduction, but du cours.

Matériel

Architecture des systèmes graphiques  
 Réseau et ressources  
 Notion du système d'exploitation  
 Primitives de base  
 Syntaxe des commandes  
 Utilitaires du système  
 Utilisation de la documentation en ligne

Logiciel

Description et concept du logiciel  
 Commandes; globales, de création, d'édition, de gestion.  
 Commandes par menus; arborescence des menus  
 Transfert de fichiers vers les périphériques

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra avec exercices.

DOCUMENTATION : Feuilles photocopiées + cours photocopié

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Eléments de construction, construction de machines  
 Préparation pour :

**Titre :** CONCEPTION DES MACHINES

**Enseignant :** Georges SPINLER, professeur

**Heures total :** 30

**Par semaine :** cours 3    Exercices -    Pratiques -

**Destinataires et contrôle des études :**

| Sections (s)     | Semestre | Destinataires et contrôle des études : |                          |                          | Branches                            |                          |
|------------------|----------|--|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
|                  |          | Oblig.                                 | Facult.                  | Option                   | Théoriques                          | Pratiques                |
| ..Mécanique..... | 4ème.    | <input checked="" type="checkbox"/>    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| .....            | .....    | <input type="checkbox"/>               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| .....            | .....    | <input type="checkbox"/>               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| .....            | .....    | <input type="checkbox"/>               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |

### OBJECTIFS

Comprendre le fonctionnement des machines et leur technique.  
Savoir concevoir une machine et choisir ses organes sur la base de critères scientifiques et technologiques.

### CONTENU

- TRIBOLOGIE**  
Contact de surfaces, mécanisme et effets du frottement. Usure, rodage. Augmentation et diminution du frottement. Lubrification.
- APPLICATIONS DU FROTTEMENT**  
Couples de frottement plans et cylindriques, distribution de la pression de contact. Roues. Liens souples sur tambour. Arc-boutement.
- COUPLE CINEMATIQUE**  
Degrés de liberté et liaisons. Transmission de mouvement, de force et d'énergie.
- CARACTERISTIQUES DES TRANSMISSIONS**  
Loi d'espace, loi de mouvement. Rapport de vitesses, rapports d'efforts. Bilan énergétique, rendement. Transmissions positives et non-positives. Autoblocage. Chaînes cinématiques.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra

DOCUMENTATION : Polycopiés couvrant une partie du cours

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Eléments de construction I et II. Mécanique générale  
Préparation pour :

|  |          |   |                          |                          |                          |                                     |
|--|----------|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| Titre : CONCEPTION DES MACHINES          |          |   |                          |                          |                          |                                     |
| Enseignant : Georges SPINLER, professeur |          |   |                          |                          |                          |                                     |
| Heures total : 60                        |          | Par semaine : cours 4 Exercices - Pratiques - |                          |                          |                          |                                     |
| Destinataires et contrôle des études :   |          |   |                          |                          | Branches                 |                                     |
| Sections (s)                             | Semestre | Oblig.  | Facult.                  | Option                   | Théoriques               | Pratiques                           |
| Mécanique.....                           | 5ème     | <input checked="" type="checkbox"/>           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| .....                                    | .....    | <input type="checkbox"/>                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| .....                                    | .....    | <input type="checkbox"/>                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| .....                                    | .....    | <input type="checkbox"/>                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |

### OBJECTIFS

Comprendre le fonctionnement des machines et leur technique.  
Savoir concevoir une machine et choisir ses organes sur la base de critères scientifiques et technologiques.

### CONTENU

1. **TRANSMISSION DE PUISSANCE**  
Flux d'énergie, quadrants de fonctionnement. Autoblocage et réversibilité. Roues libres. Réseaux et circulation de puissance. Stockage d'énergie.
2. **ECHAUFFEMENT**  
Bilan thermique. Température de service, régimes transitoires. Limitations thermiques.
3. **MOUVEMENT ET ENTRAÎNEMENT**  
Régimes de mouvement. Equation de mouvement, durée du démarrage, temps d'arrêt, fluctuations de vitesse. Choix des moteurs et des freins. Embrayages, Mouvement saccadé.
4. **DEFORMATIONS**  
Rigidités. Transmissions séries et parallèles, hyperstatisme, effet des jeux. Constructions rigides et légères. Applications.
5. **PRECONTRAÎNTE**  
Théorie générale, comportement des systèmes précontraints. Création de précontraintes. Applications.
6. **TRANSMISSION DU MOUVEMENT**  
Fidélité, causes d'erreurs, vitesse limite. Augmentation des vitesses, commandes positives et non-positives.
7. **EFFORTS DANS LES TRANSMISSIONS**  
Efforts statiques, efforts dynamiques. Perturbations, efforts transitoires, chocs, effets des jeux. Amortissements des perturbations.
8. **VITESSE**  
Vitesses critiques. Contraintes de vitesse. Equilibrage. Limitations de vitesse.
9. **COMPORTEMENT DES MATERIAUX**  
Fatigue, influences sur la construction. Matériaux composites et céramiques.
10. **RESISTANCE MECANIQUE**  
Méthodes de dimensionnement. Sécurité.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra.

DOCUMENTATION : Polycopiés couvrant une partie du cours.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Résistance des matériaux. Mécanique Appliquée I

Préparation pour : --

|   |          |   |                          |                          |                          |                          |
|---|----------|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Titre : CONCEPTION DES MACHINES - PROJET  |          |   |                          |                          |                          |                          |
| Enseignant : Georges SPINLER, professeur/P. BARMAVERAIN, Maître de construction |          |   |                          |                          |                          |                          |
| Heures total : 45   |          | Par semaine : cours - Exercices - Pratiques 3 |                          |                          |                          |                          |
| Destinataires et contrôle des études :  |          |   |                          |                          | Branches                 |                          |
| Sections (s)  | Semestre | Oblig.  | Facult.                  | Option                   | Théoriques               | Pratiques                |
| Mécanique.....  | 5ème.    | <input checked="" type="checkbox"/>           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| .....   | .....    | <input type="checkbox"/>                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| .....   | .....    | <input type="checkbox"/>                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| .....   | .....    | <input type="checkbox"/>                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

OBJECTIFS

Acquisition d'une méthodologie de travail.  
Savoir concevoir des mécanismes et des machines

CONTENUMETHODOLOGIE

Exercices d'application du cours, analyse.  
Projets de conception, synthèse.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : En salle de dessin et en salle de CAO, projets individuels ou en groupes.

DOCUMENTATION : Cours polycopiés et documentation professionnelle.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Eléments de construction, conception des machines.  
Préparation pour :

|   |          |   |                          |                          |                          |                                     |
|---|----------|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| Titre : CONCEPTION DES MACHINES - PROJET  |          |   |                          |                          |                          |                                     |
| Enseignant : Georges SPINLER, professeur/P. BARMAVERAIN, Maître de construction |          |   |                          |                          |                          |                                     |
| Heures total : 60   |          | Par semaine : cours - Exercices - Pratiques 6 |                          |                          |                          |                                     |
| Destinataires et contrôle des études :  |          |   |                          |                          | Branches                 |                                     |
| Sections (s)  | Semestre | Oblig.  | Facult.                  | Option                   | Théoriques               | Pratiques                           |
| Mécanique.....  | 6ème..   | <input checked="" type="checkbox"/>           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| .....   | .....    | <input type="checkbox"/>                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| .....   | .....    | <input type="checkbox"/>                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| .....   | .....    | <input type="checkbox"/>                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |

OBJECTIFS

Acquisition d'une méthodologie de travail.  
Savoir concevoir des mécanismes et des machines

CONTENUMETHODOLOGIE

Exercices d'application du cours, analyse.  
Projets de conception, synthèse.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : En salle de dessin et en salle de CAO, projets individuels ou en groupes.

DOCUMENTATION : Cours polycopiés et documentation professionnelle.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Eléments de construction, conception des machines.  
Préparation pour :



|   |                 |  |                          |                          |                          |                                     |
|---|-----------------|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| <b>Titre : INFORMATIQUE EN TEMPS REEL</b>   |                 |  |                          |                          |                          |                                     |
| <b>Enseignant : Daniel MANGE, Professeur EPFL/DI<br/>Roger HERSCH, Professeur EPFL/DI</b> |                 |  |                          |                          |                          |                                     |
| <b>Heures totales : 75</b>  |                 | <b>Par semaine : Cours 2 Exercices</b> |                          |                          | <b>Pratique 3</b>        |                                     |
| <b>Destinataires et contrôle des études :</b>   |                 |  |                          |                          | <b>Branches</b>          |                                     |
| <b>Section(s)</b>   | <b>Semestre</b> | <b>Oblig.</b>                          | <b>Facult.</b>           | <b>Option</b>            | <b>Théoriques</b>        | <b>Pratiques</b>                    |
| Mécanique .....   | 1               | <input checked="" type="checkbox"/>    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| .....   |                 | <input type="checkbox"/>               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| .....   |                 | <input type="checkbox"/>               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| .....   |                 | <input type="checkbox"/>               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |

## OBJECTIFS

Acquisition par les étudiants d'une maîtrise dans la conception et l'utilisation de systèmes digitaux pour les applications du temps réel dans trois techniques principales: systèmes logiques câblés (assemblage de circuits intégrés), systèmes microprogrammés (rédaction de microprogrammes) et microprocesseurs (rédaction de programmes).

## CONTENU

### 1. Systèmes logiques câblés

Analyse et synthèse des systèmes logiques combinatoires: variables et fonctions logiques (ET, OU, NON, NAND, OU-exclusif, fonction universelle), réalisation par des circuits intégrés (multiplexeur, démultiplexeur), algèbre logique (algèbre de Boole). Notions de système séquentiel: élément de mémoire, bascules bistables, registre universel, pile, diviseurs de fréquence et horloge électronique.

### 2. Systèmes microprogrammés

Etude des mémoires vives. Représentation des fonctions logiques par des arbres et par des algorithmes de décision binaire. Réalisation de ces algorithmes par une machine de décision binaire. Notion de sous-programme et machine de décision binaire avec pile. Programmes incrémentés et séquenceur.

### 3. Microprocesseurs

Architecture et fonctionnement des microprocesseurs. Répertoire d'instructions: codage des instructions, catégories d'instructions, modes d'adressage. Notions élémentaires de programmation en langage assembleur. Interface microprocesseur: signaux, décodage et sélection de périphériques. Génération et traitement d'interruptions.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** Cours-laboratoire intégré

**DOCUMENTATION :** D. Mange, "Analyse et synthèse des systèmes logiques"  
D. Mange, E. Sanchez, A. Stauffer, "Systèmes logiques programmés"  
A. Schmitz, "Laboratoire sur le Dauphin 68008"

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** néant

**Préparation pour :**

|   |                 |  |                          |                          |                          |                                     |
|---|-----------------|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| <b>Titre : INFORMATIQUE INDUSTRIELLE</b>                |                 |  |                          |                          |                          |                                     |
| <b>Enseignant : Roger D. Hersch, professeur EPFL/DI</b> |                 |  |                          |                          |                          |                                     |
| <b>Heures totales : 45</b>                              |                 | <b>Par semaine : Cours 1 Exercices</b> |                          |                          | <b>Pratique 2</b>        |                                     |
| <b>Destinataires et contrôle des études :</b>           |                 |  |                          |                          | <b>Branches</b>          |                                     |
| <b>Section(s)</b>                                       | <b>Semestre</b> | <b>Oblig.</b>                          | <b>Facult.</b>           | <b>Option</b>            | <b>Théoriques</b>        | <b>Pratiques</b>                    |
| MECANIQUE.....  | 5e              | <input checked="" type="checkbox"/>    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| .....   |                 | <input type="checkbox"/>               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| .....   |                 | <input type="checkbox"/>               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| .....   |                 | <input type="checkbox"/>               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |

### OBJECTIFS

L'étudiant devra avoir assimilé les principes de base du fonctionnement, de la structure et de la programmation des microordinateurs. Il devra être capable d'interfacer des actionneurs ou capteurs extérieurs à un microordinateur et d'effectuer par programmation un traitement de données simple.

### CONTENU

1. Représentation informatique de nombres entiers et réels, calculs arithmétiques en binaire.
2. Espace d'adressage, décodage et commande de périphériques (capteurs, moteurs).
3. Décompte d'événements et gestion temporelle par compteurs programmables.
4. Gestion de périphériques en Modula-2.
5. Introduction au temps réel (programmation multi-tâche, mécanismes de synchronisation).
6. Grafset et automates programmables
7. Interfaces industrielles : RS-232, entrées-sorties analogiques.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** Séances théoriques et laboratoires

**DOCUMENTATION :** H. Nussbaumer, Informatique Industrielle I,II, PPR.  
Notes de cours

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Informatique en temps réel

**Préparation pour :** Commandes des machines, Conception de systèmes, Systèmes de CAO/FAO

|   |          |                                     |                          |                          |                                     |                          |
|---|----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Titre : REGLAGE AUTOMATIQUE I             |          |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| Enseignant : Dominique BONVIN, professeur |          |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| Heures total : 40                         |          | Par semaine : cours 3               |                          |                          | Exercices 1                         | Pratiques                |
| Destinataires et contrôle des études :    |          |                                     |                          |                          | Branches                            |                          |
| Sections (s)                              | Semestre | Oblig.                              | Facult.                  | Option                   | Théoriques                          | Pratiques                |
| MECANIQUE.....                            | 4è.....  | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| .....                                     | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| .....                                     | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| .....                                     | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |

**OBJECTIFS**

Etude des systèmes dynamiques linéaires, techniques de réglage élémentaire.

**CONTENU**

- **Introduction** : Principe de la contre-réaction (feedback). Mise en équations des systèmes, schéma fonctionnel.
- **Les réglages élémentaires** : Réglage par tout ou rien; représentation sur plan de phase. Réglage proportionnel, statisme. Réglage PID (proportionnel - intégral - différentiel)
- **Calcul opérationnel** : Les réponses caractéristiques d'un élément linéaire. Théorie des distributions (transformée de Laplace). Notion de fonction de transfert, propriétés essentielles.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT** : Ex cathedra. Exercices en salle.

**DOCUMENTATION** : Cours photocopié édité par l'Institut d'Automatique. Fascicules M + 1.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS** :

**Préalable requis** : Mécanique générale, théorie des équations différentielles linéaires.  
**Préparation pour** : Réglage automatique II, III, IV.

|   |          |                                     |                          |                          |                                     |                          |
|---|----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Titre : REGLAGE AUTOMATIQUE II            |          |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| Enseignant : Dominique BONVIN, professeur |          |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| Heures total : 45                         |          | Par semaine : cours 2               |                          | Exercices 1              | Pratiques                           |                          |
| Destinataires et contrôle des études :    |          |                                     |                          |                          | Branches                            |                          |
| Sections (s)                              | Semestre | Oblig.                              | Facult.                  | Option                   | Théoriques                          | Pratiques                |
| ...MECANIQUE.....                         | 5è...    | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| .....                                     | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| .....                                     | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| .....                                     | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |

OBJECTIFS

Etude des systèmes dynamiques linéaires, techniques de réglage élémentaire.  
Méthodes d'étude des systèmes réglés linéaires.

CONTENU

- Fonction de transfert : Etude des systèmes par réponse harmonique et représentations. Diagrammes de Nyquist, de Black (-Nichols), de Bode.  
Application : fonctions de transfert d'éléments courants.
- Stabilité : Définition et critères mathématiques. Systèmes bouclés : critère de Nyquist.
- Lieu des pôles : Définition, construction du lieu des pôles, pour une variation du paramètre "gain" d'un système bouclé.
- Qualité du réglage : Conditions d'amortissement des transitoires. Qualité de la réponse indicielle (dépassements, etc.). Erreurs permanentes, ordre d'un système. Utilisation de l'abaque de Nichols.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra. Exercices en cours de semestre.

DOCUMENTATION : Cours polycopié édité par l'Institut d'Automatique. Fascicule M + I +

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Réglage automatique I (4è sem.)

Préparation pour : Réglage automatique III et IV

|  |          |                                     |                          |                          |                                     |                          |
|--|----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Titre : REGLAGE AUTOMATIQUE II et applications |          |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| Enseignant : Dominique BONVIN, professeur      |          |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| Heures total : 20                              |          | Par semaine : cours 2               |                          | Exercices                |                                     | Pratiques                |
| Destinataires et contrôle des études :         |          |                                     |                          |                          | Branches                            |                          |
| Sections (s)                                   | Semestre | Oblig.                              | Facult.                  | Option                   | Théoriques                          | Pratiques                |
| ..MECANIQUE.....                               | .6È..    | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| .....  | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| .....  | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| .....  | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |

OBJECTIFS

Méthodes d'étude des systèmes réglés linéaires.  
Introduction à l'étude des systèmes non linéaires.

CONTENU

- Les corrections : Correction en série : avance et retard de phase. Autres corrections : feedback, parallèle. Régulateur PID
- Systèmes échantillonnés : Description et étude par transformation-z. Stabilité.
- Systèmes non linéaires : Méthodes de la fonction de transfert généralisée. Stabilité des régimes oscillants. Systèmes à relais : méthode de Cykin. Méthodes topologiques : espaces de phase. Méthodes analytiques : énergie, méthode de Liapounov.
- Applications industrielles + exemples pratiques

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra. Exercices en cours de semestre.

DOCUMENTATION : Cours photocopié édité par l'Institut d'Automatique. Fascicule II.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Réglage automatique I

Préparation pour : Réglage automatique III et IV

|   |          |   |                          |                          |                                     |                          |
|---|----------|---|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Titre : DROIT I                           |          |   |                          |                          |                                     |                          |
| Enseignant : Baptiste RUSCONI, professeur |          |   |                          |                          |                                     |                          |
| Heures total : 30                         |          | Par semaine : cours 2 Exercices - Pratiques - |                          |                          |                                     |                          |
| Destinataires et contrôle des études :    |          |   |                          |                          | Branches                            |                          |
| Sections (s)                              | Semestre | Oblig.  | Facult.                  | Option                   | Théoriques                          | Pratiques                |
| Mécanique.....                            | 5e..     | <input checked="" type="checkbox"/>           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|   |          | <input type="checkbox"/>                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| Matériaux Electricité.....                |          | <input type="checkbox"/>                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| Chimie.....                               |          | <input type="checkbox"/>                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |

### OBJECTIFS

Après un panorama introductif sur les principales notions du droit privé, l'enseignant entend présenter les principales institutions juridiques pouvant intéresser un ingénieur, tant dans sa formation intellectuelle qu'en vue de son activité professionnelle ultérieure: la responsabilité civile, les assurances, les contrats, la propriété industrielle (les brevets), notamment.

L'étudiant pourra se familiariser avec les éléments essentiels de la science juridique et maîtriser quelques notions pratiques qu'il rencontrera nécessairement dans sa vie professionnelle.

### CONTENU

1. Introduction générale au droit:  
Généralités sur le droit, panorama du droit, les sources du droit, la règle du droit, l'application du droit.
2. Notions de droit civil et de droit des obligations:  
Aperçu du droit des personnes, droit de famille, droit des successions, droits réels, droit des obligations.  
La responsabilité civile.  
Etude détaillée de quelques contrats, vente, bail, travail, entreprise, mandat, cautionnement, d'assurance.  
Aperçu de droit des sociétés.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra

DOCUMENTATION : Ouvrage juridiques indiqués durant le cours

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis :

Préparation pour :

|   |          |  |                          |                          |                                     |                          |
|---|----------|--|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Titre : DROIT II                          |          |  |                          |                          |                                     |                          |
| Enseignant : Baptiste RUSCONI, professeur |          |  |                          |                          |                                     |                          |
| Heures total : 20                         |          | Par semaine : cours 2    Exercices - Pratiques - |                          |                          |                                     |                          |
| Destinataires et contrôle des études :    |          |  |                          |                          | Branches                            |                          |
| Sections (s)                              | Semestre | Oblig.   | Facult.                  | Option                   | Théoriques                          | Pratiques                |
| Mécanique.....                            | 6e.      | <input checked="" type="checkbox"/>              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|   |          | <input type="checkbox"/>                         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| Matériaux, Electricité, ...               |          | <input type="checkbox"/>                         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| Chimie.....                               |          | <input type="checkbox"/>                         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |

OBJECTIFS

Après un panorama introductif sur les principales notions du droit privé, l'enseignant entend présenter les principales institutions juridiques pouvant intéresser un ingénieur, tant dans sa formation intellectuelle qu'en vue de son activité professionnelle ultérieure: la responsabilité civile, les assurances, les contrats, la propriété industrielle (les brevets), notamment.

L'étudiant pourra se familiariser avec les éléments essentiels de la science juridique et maîtriser quelques notions pratiques qu'il rencontrera nécessairement dans sa vie professionnelle.

CONTENU

1. Les accidents de travail
2. La propriété industrielle:
  - les brevets d'invention
  - les dessins et modèles industriels
  - les marques de fabrique et de commerce.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra

DOCUMENTATION : Ouvrages juridiques indiqués durant le cours.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis :

Préparation pour :

|   |                 |                                       |                                     |  |                                     |                          |
|---|-----------------|---------------------------------------|-------------------------------------|--|-------------------------------------|--------------------------|
| <b>Titre :</b> ECONOMIE D'ENTREPRISE I - L'ENTREPRISE ET SON MANAGEMENT |                 |                                       |                                     |  |                                     |                          |
| <b>Enseignant :</b> Gaston CUENDET, professeur invité                   |                 |                                       |                                     |  |                                     |                          |
| <b>Heures total :</b> 30  |                 | <b>Par semaine :</b> cours 2          |                                     | <b>Exercices</b>                       | <b>Pratiques</b>                    |                          |
| <b>Destinataires et contrôle des études :</b>                           |                 |                                       |                                     |  | <b>Branches</b>                     |                          |
| <b>Sections (s)</b>   | <b>Semestre</b> | <b>Oblig.</b>                         | <b>Facult.</b>                      | <b>Option</b>                          | <b>Théoriques</b>                   | <b>Pratiques</b>         |
| Electriciens.....   | 3e              | <input checked="" type="checkbox"/> * | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>               | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Electriciens.....   | 7e              | <input type="checkbox"/>              | <input checked="" type="checkbox"/> | ou <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Mécaniciens.....  | 3e              | <input checked="" type="checkbox"/>   | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>               | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| .....   | .....           | <input type="checkbox"/>              | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>               | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| * A choix avec DROIT  |                 |                                       |                                     |  |                                     |                          |

**OBJECTIFS**

- A la fin de l'année (cours I et II), l'étudiant sera capable de :
- comprendre les principes de base, les problèmes et les contraintes liés au management de l'entreprise industrielle.
  - évaluer, en abordant une entreprise, les particularités qui président à sa structure et à son fonctionnement.
  - discuter intelligemment avec des responsables d'entreprise de problèmes touchant à leur fonction.

**CONTENU**

Les grandes subdivisions du cours sont :

- L'entreprise et ses finalités.
- Anatomie des entreprises (les fonctions principales).

Un plan détaillé du cours est fourni aux étudiants au début de l'année.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** Modules théoriques - Discussion de sujets choisis - Séminaire de synthèse sous forme de cas d'entreprises romandes.

**DOCUMENTATION :** obligatoire : G. Cuendet \*  
de référence : G. Cuendet, Traité systémique de gestion I, II et III, 81/82/83.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :** \*Introduction à la gestion des systèmes sociaux d'action, Lang '984.

Préalable requis :

Préparation pour : Economie d'entreprise II.



|  |                 |  |                                     |  |                                     |                          |
|--|-----------------|--|-------------------------------------|--|-------------------------------------|--------------------------|
| <b>Titre :</b> ECONOMIE D'ENTREPRISE II - L'ENTREPRISE ET SON MANAGEMENT |                 |  |                                     |  |                                     |                          |
| <b>Enseignant :</b> Gaston CUENDET, professeur invité                    |                 |  |                                     |  |                                     |                          |
| <b>Heures total :</b> 20   |                 | <b>Par semaine :</b> cours 2 Exercices |                                     |  | Pratiques                           |                          |
| <b>Destinataires et contrôle des études :</b>                            |                 |  |                                     |  | <b>Branches</b>                     |                          |
| <b>Sections (s)</b>  | <b>Semestre</b> | <b>Oblig.</b>                          | <b>Facult.</b>                      | <b>Option</b>                          | <b>Théoriques</b>                   | <b>Pratiques</b>         |
| Electriciens.....  | 4e              | <input checked="" type="checkbox"/> *  | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>               | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Electriciens.....  | 8e              | <input type="checkbox"/>               | <input checked="" type="checkbox"/> | ou <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Mécaniciens.....   | 4e              | <input checked="" type="checkbox"/>    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>               | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| .....  | .....           | <input type="checkbox"/>               | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>               | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| * A choix avec DROIT   |                 |  |                                     |  |                                     |                          |

- OBJECTIFS** A la fin de l'année (cours I et II), l'étudiant sera capable de :
- comprendre les principes de base, les problèmes et les contraintes liés au management de l'entreprise industrielle.
  - évaluer, en abordant une entreprise, les particularités qui président à sa structure et à son fonctionnement.
  - discuter intelligemment avec des responsables d'entreprise des problèmes touchant à leur fonction.

**CONTENU**

Les grandes subdivisions du cours sont :

- La direction de l'entreprise.
- L'entreprise face à son environnement.

Un plan détaillé du cours est fourni aux étudiants au début de l'année.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** Modules théoriques - Discussion de sujets choisis - Séminaires de synthèse sous forme de cas d'entreprises romandes.

**DOCUMENTATION :** obligatoire : G. Cuendet, Les systèmes sociaux d'action, Lang, 1981.  
de référence : G. Cuendet, Traité systémique de gestion I, II et III, PI

**LIASON AVEC D'AUTRES COURS :** 81/82/83.

**Préalable requis :** Economie d'entreprise I.

**Préparation pour :**

|   |          |   |                          |                          |                          |                                     |
|---|----------|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| Titre : PSYCHOLOGIE DU TRAVAIL          |          |   |                          |                          |                          |                                     |
| Enseignant : GOLDSCHMID M.L. professeur |          |   |                          |                          |                          |                                     |
| Heures total : 30                       |          | Par semaine : cours 2 Exercices Pratiques |                          |                          |                          |                                     |
| Destinataires et contrôle des études :  |          |   |                          |                          | Branches                 |                                     |
| Sections (s)                            | Semestre | Oblig.                                    | Facult.                  | Option                   | Théoriques               | Pratiques                           |
| Mécanique.....                          | ..5..    | <input checked="" type="checkbox"/>       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| .....                                   | .....    | <input type="checkbox"/>                  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| .....                                   | .....    | <input type="checkbox"/>                  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| .....                                   | .....    | <input type="checkbox"/>                  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |

### OBJECTIFS

#### Buts:

Aider les étudiants à devenir plus performants sur le plan humain:

- expression, productivité et créativité personnelles
- relations interpersonnelles, travail en équipe et conduite des hommes.

Faciliter aux futurs ingénieurs:

- l'entrée dans la vie professionnelle
- le développement de leur carrière et leur épanouissement personnel

#### CONTENU:

- Introduction à la psychologie
- La personnalité
- Les aptitudes intellectuelles
- L'environnement humain
- Recherche de l'emploi
- Communication efficace
- Gestion de temps
- Management du stress
- Motivation et leadership
- Expression orale et écrite
- Travail en groupe
- Créativité et résolution de problèmes.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Exposés, travail individuel et en groupe, jeux de rôles, moyens audiovisuels, conférenciers invités.

DOCUMENTATION : Polycopié

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : Cours H T E

Préalable requis :

Préparation pour : Mémoire H T E (obligatoire)

|   |          |                                     |                          |                          |                          |                                     |
|---|----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| Titre : PSYCHOLOGIE DU TRAVAIL          |          |                                     |                          |                          |                          |                                     |
| Enseignant : GOLDSCHMID M.L. professeur |          |                                     |                          |                          |                          |                                     |
| Heures total : 20                       |          | Par semaine : cours 2               |                          | Exercices                |                          | Pratiques                           |
| Destinataires et contrôle des études :  |          |                                     |                          |                          | Branches                 |                                     |
| Sections (s)                            | Semestre | Oblig.                              | Facult.                  | Option                   | Théoriques               | Pratiques                           |
| Mécanique.....                          | 6        | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| .....                                   | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| .....                                   | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| .....                                   | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |

OBJECTIFSButs:

Aider les étudiants à devenir plus performants sur le plan humain:

- expression, productivité et créativité personnelles
- relations interpersonnelles, travail en équipe et conduite des hommes.

Faciliter aux futurs ingénieurs:

- l'entrée dans la vie professionnelle
- le développement de leur carrière et leur épanouissement personnel.

CONTENU:

- Introduction à la psychologie
- La personnalité
- Les aptitudes intellectuelles
- L'environnement humain
- Recherche de l'emploi
- Communication efficace
- Gestion du temps
- Management du stress
- Motivation et leadership
- Expression orale et écrite
- Travail en groupe
- Créativité et résolution de problèmes.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Exposés, travail individuel et en groupe, jeux de rôles, moyens audiovisuels, conférenciers invités.

DOCUMENTATION : Polycopié

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : cours H T E

Préalable requis :

Préparation pour : Mémoire H T E (obligatoire)

|  |          |                          |                                     |                          |                                     |                          |
|--|----------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Titre : MATHÉMATIQUES (répétition)     |          |                          |                                     |                          |                                     |                          |
| Enseignant : K. ARBENZ, professeur     |          |                          |                                     |                          |                                     |                          |
| Heures total : 30                      |          | Par semaine : cours 2    |                                     | Exercices                |                                     | Pratiques                |
| Destinataires et contrôle des études : |          |                          |                                     |                          | Branches                            |                          |
| Sections (s)                           | Semestre | Oblig.                   | Facult.                             | Option                   | Théoriques                          | Pratiques                |
| Mécanique.....                         | ..]      | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| .....                                  | .....    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| .....                                  | .....    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| .....                                  | .....    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |

OBJECTIFS

L'étudiant insuffisamment préparé, en particulier le porteur d'une maturité non scientifique de type A, B, D ou E raffermera ou acquerra les connaissances mathématiques élémentaires nécessaires.

CONTENU

Algèbre des nombres complexes; propriétés des fonctions élémentaires : tangente, normale, maxima et minima, point d'inflexion; éléments de géométrie analytique; calcul vectoriel et matriciel; exercices supplémentaires de calcul différentiel et intégral.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : ex cathedra

DOCUMENTATION :

LIASON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Cours de base et spécifiques en mathématiques et physique.

Préparation pour :

|   |                 |  |                          |                                     |                                     |                          |
|---|-----------------|--|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| <b>Titre : MACHINES HYDRAULIQUES I</b>        |                 |  |                          |                                     |                                     |                          |
| <b>Enseignant : Ugo MOCAFICO, professeur</b>  |                 |  |                          |                                     |                                     |                          |
| <b>Heures totales : 60</b>                    |                 | <b>Par semaine : Cours 4 Exercices</b> |                          |                                     | <b>Pratique</b>                     |                          |
| <b>Destinataires et contrôle des études :</b> |                 |  |                          |                                     | <b>Branches</b>                     |                          |
| <b>Section(s)</b>                             | <b>Semestre</b> | <b>Oblig.</b>                          | <b>Facult.</b>           | <b>Option</b>                       | <b>Théoriques</b>                   | <b>Pratiques</b>         |
| Mécanique .....                               |                 | <input type="checkbox"/>               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| orientation HY.....                           | 7e              | <input checked="" type="checkbox"/>    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| option TH, MA.....                            |                 | <input type="checkbox"/>               | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| .....   |                 | <input type="checkbox"/>               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |

## OBJECTIFS

Connaître le principe de fonctionnement, les organes principaux, les caractéristiques fonctionnelles et les contraintes d'implantation des divers types de turbines et de pompes, de manière à savoir choisir en phase d'avant-projet, le type de machine adapté à une installation donnée.

## CONTENU

**Définitions :** description des types et des domaines d'utilisation des machines hydrauliques

**Transfert de puissance entre une machine hydraulique et une installation :** puissance hydraulique fournie à une turbine ou délivrée par une pompe.

**Introduction aux turbomachines hydrauliques :** organes essentiels : alimentation, réglage du débit-volume, récupération.

**Principes de fonctionnement des turbomachines hydrauliques :** équations fondamentales; transfert d'énergie; pertes, rendements.

**Adaptation d'une turbomachine hydraulique à son installation :** chiffres caractéristiques; surfaces et courbes caractéristiques; domaines de fonctionnement.

**Turbomachines hydrauliques à action :** étude théorique et calcul des organes essentiels des turbines Pelton

**Turbomachines hydrauliques à réaction :** principes du dimensionnement et du tracé des roues radiales-axiales et axiales

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** Ex cathedra, avec exemples numériques et exercices

**DOCUMENTATION :** Notes de cours photocopiés et littérature spécialisée (IMHEF, industrie, associations scientifiques, congrès etc.)

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Mécanique des fluides, Hydraulique I et II

**Préparation pour :**

|   |                 |  |                          |                          |                                     |                          |
|---|-----------------|--|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| <b>Titre : MACHINES HYDRAULIQUES II</b>       |                 |  |                          |                          |                                     |                          |
| <b>Enseignant : Pierre HENRY, professeur</b>  |                 |  |                          |                          |                                     |                          |
| <b>Heures totales : 50</b>                    |                 | <b>Par semaine : Cours 5 Exercices</b> |                          |                          | <b>Pratique</b>                     |                          |
| <b>Destinataires et contrôle des études :</b> |                 |  |                          |                          | <b>Branches</b>                     |                          |
| <b>Section(s)</b>                             | <b>Semestre</b> | <b>Oblig.</b>                          | <b>Facult.</b>           | <b>Option</b>            | <b>Théoriques</b>                   | <b>Pratiques</b>         |
| Mécanique .....                               | 8e              | <input type="checkbox"/>               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| orientation HY .....                          |                 | <input checked="" type="checkbox"/>    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| .....   |                 | <input type="checkbox"/>               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| .....   |                 | <input type="checkbox"/>               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |

## OBJECTIFS

Etre capable de concevoir la turbomachine hydraulique à réaction qui constitue l'équipement optimal d'une installation donnée, c'est-à-dire savoir : déterminer le type de machine, calculer les dimensions principales, réaliser le tracé hydraulique complet, en tenant compte des contraintes aussi bien d'installation qu'économiques.

## CONTENU

### Roue de turbine Francis :

Calcul du canal , évolution de la forme du canal avec la vitesse spécifique, calcul des angles d'entrée et de sortie des aubes, conception de l'aube, méthode de la représentation conforme; influence de la géométrie sur les caractéristiques.

### Roue de turbines Kaplan et Bulbe :

Notions préliminaires, configuration et équations générales de l'écoulement dans la machine, calcul de l'aubage, tracé d'aubage, détermination de la colline de rendement conjuguée, la cavitation et les moyens de l'améliorer, comparaison entre divers types de turbine, étude des fonctionnements particuliers, dimensionnement statistique des diverses parties de la machine.

### Bâche spirale :

Description des bâches spirales et semi-spirales. Dimensionnement, calcul des sections, calcul des angles et de la forme des avants directrices. Ecoulements réels, mesures des répartitions de vitesses réelles, corrections de sections et d'angles. Méthode de dimensionnement statistique d'avant-projet.

### Distributeur :

Rôle du distributeur, type de distributeur, organes de commande et de sécurité des distributeurs; calcul du profil hydraulique du distributeur, forme des autres rayons du distributeur, coefficient d'équilibrage, couple sur les aubes directrices. Bases du calcul mécanique.

### Diffuseur :

Rôle du diffuseur, description des divers types de diffuseurs; rendement du diffuseur, dimensionnement, détermination des angles et de la loi de section. Méthode de dimensionnement statistique d'avant-projet.

### Fonctionnement des machines hydrauliques :

Essais sur modèle réduit, type de cavitation apparaissant dans les Francis, Kaplan et pompes, altération des performances, effet de la cavitation dans les régimes éloignés de l'optimum, phénomènes instationnaires, dégâts sur les aubages, protection.

Choix de la vitesse spécifique et de l'implantation des machines, détermination du  $\sigma$  admissible, domaine de fonctionnement admissible.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** Ex cathedra, avec exemples numériques et exercices.

**DOCUMENTATION :** 4 cours photocopiés: *Calcul et tracé de l'aubage Francis; Turbines Kaplan; La cavitation dans les machines hydrauliques; Bâches spirales et semi-spirales*

## LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

**Préalable requis :** Mécanique des fluides, Hydraulique I et II, Machines hydrauliques I  
**Préparation pour :**

**Titre : REGIMES TRANSITOIRES DANS LES INSTALLATIONS HYDRAULIQUES**
**Enseignant : Jean PRÉNAT, chargé de cours**
**Heures total : 30**
**Par semaine : cours 2 Exercices - Pratiques :**
**Destinataires et contrôle des études :**

| Sections (s)      | Semestre | Oblig.                              | Facult.                  | Option                              | Branches                            |                          |
|-------------------|----------|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
|                   |          |                                     |                          |                                     | Théoriques                          | Pratiques                |
| Mécanique.....    | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| orientation HY .. | 7e..     | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| options ME, TH .. | 7e..     | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| .....             | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |

**OBJECTIFS**

Présenter les phénomènes transitoires dans une installation hydraulique et donner les moyens d'en tenir compte lors de l'élaboration d'un projet.

**CONTENU**

- Etablissement et discussion des équations de base régissant le mouvement varié de l'eau dans une conduite.
- Etablissement de différentes méthodes de résolution:
  - oscillation de masse et chambres d'équilibre
  - coup de béliet d'onde
    - méthode arithmétique d'Allievi
    - méthode graphique de Schnyder-Bergeron
    - méthode des caractéristiques
    - méthode algébrique
  - calcul d'impédance pour des phénomènes périodiques
- Application de ces méthodes à de nombreux problèmes concrets.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT** : Cours ex cathedra, avec exercices.

**DOCUMENTATION** : Aide-mémoire polycopié, avec nombreuses illustrations; notes et programmes de calcul de coup de béliet.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS** : Hydraulique, Mécanique des fluides, Mécanique générale et analyse.

**Préalable requis :**

**Préparation pour :**

**Titre :** INSTALLATIONS HYDRAULIQUES

**Enseignant :** Ugo MOCAFICO, professeur

**Heures total :** 20

**Par semaine :** cours 2 Exercices - Pratiques -

**Destinataires et contrôle des études :**

| Sections (s)     | Semestre | Oblig.                              | Facult.                  | Option                   | Branches                            |                          |
|------------------|----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
|                  |          |                                     |                          |                          | Théoriques                          | Pratiques                |
| Mécanique.....   | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| orientation HY.. | 8e.      | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| .....            | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| .....            | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |

### OBJECTIFS

Situer une machine hydraulique dans une installation; comprendre le rôle des éléments de celle-ci, pour être capable d'identifier les paramètres de base d'un avant-projet.

### CONTENU

- Schémas d'aménagements hydrauliques de puissance: (installations à accumulation naturelle ou par pompage, au fil de l'eau, marémotrices; installations de pompes).
- Ouvrages d'adduction et de restitution; organes accessoires: galeries, chambre d'équilibre, conduites forcées et puits blindés, répartiteurs, vannes (types, caractéristiques constructives et de fonctionnement, systèmes de commande).

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT** : Cours ex cathedra, avec exemples.

**DOCUMENTATION** : Littérature spécialisée (IMHEF, industrie, associations scientifiques, congrès, etc.)

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS** :

**Préalable requis** : Mécanique des fluides, Hydraulique, Machines hydrauliques.

**Préparation pour** :



|   |          |   |                          |                          |                                     |                          |
|---|----------|---|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Titre : MECANIQUE DES FLUIDES INDUSTRIELS I |          |   |                          |                          |                                     |                          |
| Enseignant : Inge RYHMING, professeur       |          |   |                          |                          |                                     |                          |
| Heures total : 30                           |          | Par semaine : cours 2 Exercices - Pratiques - |                          |                          |                                     |                          |
| Destinataires et contrôle des études :      |          |   |                          |                          | Branches                            |                          |
| Sections (s)                                | Semestre | Oblig.  | Facult.                  | Option                   | Théoriques                          | Pratiques                |
| Mécanique                                   | .....    | <input type="checkbox"/>                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| orient. HY et TH                            | ...7e    | <input checked="" type="checkbox"/>           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| .....                                       | .....    | <input type="checkbox"/>                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| .....                                       | .....    | <input type="checkbox"/>                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |

OBJECTIFS

Etre capable d'appliquer les lois fondamentales aux problèmes pratiques.

CONTENU

Dynamique des écoulements compressibles.

Equation d'énergie, couches limites compressibles, onde de choc normale et oblique, écoulement unidimensionnel et isentropique, buse de Laval.

Equation générale de la dynamique des gaz.

Profils sub- et supersoniques.

La méthode de caractéristiques, applications.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra.

DOCUMENTATION : Cours polycopié.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : Mécanique des fluides, thermodynamique, transfert de chaleur et de masse.

Préalable requis :

Préparation pour :

|  |          |   |                          |                          |                                     |                          |
|--|----------|---|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Titre : MECANIQUE DES FLUIDES INDUSTRIELS II |          |   |                          |                          |                                     |                          |
| Enseignant : Inge RYHMING, professeur        |          |   |                          |                          |                                     |                          |
| Heures total : 40                            |          | Par semaine : cours 2 Exercices - Pratiques 2 |                          |                          |                                     |                          |
| Destinataires et contrôle des études :       |          |   |                          |                          | Branches                            |                          |
| Sections (s)                                 | Semestre | Oblig.  | Facult.                  | Option                   | Théoriques                          | Pratiques                |
| Mécanique.....                               | .....    | <input type="checkbox"/>                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| orient, HY.....                              | 8e..     | <input checked="" type="checkbox"/>           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| .....  | .....    | <input type="checkbox"/>                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| .....  | .....    | <input type="checkbox"/>                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |

OBJECTIFS

Etre capable d'appliquer les lois fondamentales aux problèmes pratiques.

CONTENU

Le cours et les projets seront axés sur les applications choisies parmi les domaines suivants:

- Écoulements diphasiques.
- Aéro/Hydro-élasticité, mécanismes d'excitation des structures.
- Aérodynamique et stabilité de vol.
- Dynamique des fluides et accidents, explosions et émissions, leur prévention et prédiction.
- Dynamique des fluides et pollution.
- Surfaces libres.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra.

DOCUMENTATION : Littérature courante..

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : Mécanique des fluides, thermodynamique, transfert de chaleur et de masse.

Préalable requis :

Préparation pour :

|  |          |   |                          |                          |                                     |                          |
|--|----------|---|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Titre : CAVITATION                             |          |   |                          |                          |                                     |                          |
| Enseignant : François AVELLAN, chargé de cours |          |   |                          |                          |                                     |                          |
| Heures total : 30                              |          | Par semaine : cours 3 - Exercices - Pratiques - |                          |                          |                                     |                          |
| Destinataires et contrôle des études :         |          |   |                          |                          | Branches                            |                          |
| Sections (s)                                   | Semestre | Oblig.  | Facult.                  | Option                   | Théoriques                          | Pratiques                |
| Mécanique.....                                 | .....    | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| Orientation HY....                             | Be.      | <input checked="" type="checkbox"/>             | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| .....  | .....    | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| .....  | .....    | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |

### OBJECTIFS

Comprendre les phénomènes de cavitation dans les machines hydrauliques pour être capable l'en tenir compte dans la conception de ces machines et des installations hydrauliques.

### CONTENU

1. Introduction
2. Phénomènes superficiels: conditions d'interfaces
3. Cavités attachées
4. Cavités convectées
5. Modèles de nucléation
6. Equation de Rayleigh-Plesset, influence sur les performances hydrauliques
7. Erosion par cavitation: collapse d'une cavité, formation d'onde de choc.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra avec démonstrations.

DOCUMENTATION : Résumés.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Physique, Mécanique des fluides, Hydraulique

Préparation pour : Tous les cours de l'orientation hydraulique.

|  |          |                                     |                          |                          |                                     |                          |
|--|----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Titre : MESURES HYDRAULIQUES               |          |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| Enseignant : T.-V. TRUONG, chargé de cours |          |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| Heures total : 30                          |          | Par semaine : cours 2               |                          | Exercices                |                                     | Pratiques                |
| Destinations et contrôle des études :      |          |                                     |                          |                          | Branches                            |                          |
| Sections (s)                               | Semestre | Oblig.                              | Facult.                  | Option                   | Théoriques                          | Pratiques                |
| Mécanique orientation.....                 |          | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| ...hydraulique...                          | 7        | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| .....                                      | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| .....                                      | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |

OBJECTIFS

Développer la compréhension des principes de mesure et des problèmes liés à l'analyse et à l'application des équipements de mesure.

CONTENU

Configurations générales et descriptions fonctionnelles des instruments de mesure:  
 Capteurs actifs, passifs. Modes analogique, digital. Méthodes de zéro, de déviation. Entrée/sortie des équipements de mesure.

Caractéristiques générales des instruments:  
 Caractéristiques statiques  
 Caractéristiques dynamiques

Manipulation, enregistrement et acquisition des données:  
 Indicateurs et enregistreurs analogiques, digitaux.  
 Conversions AD, DA. Filtrage.

Mesure des déplacements

Mesure des forces, des couples

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : ex-cathedra avec démonstration

DOCUMENTATION : polycopié

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : Mécanique des Fluides, Physique générale

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : MESURES HYDRAULIQUES

Enseignant : T.-V. TRUONG

Heures total : 30

Par semaine : cours 3 Exercices

Pratiques

Destinataires et contrôle des études :

| Sections (s)                | Semestre | Destinataires et contrôle des études : |                          |                          | Branches                            |                          |
|-----------------------------|----------|--|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
|                             |          | Oblig.                                 | Facult.                  | Option                   | Théoriques                          | Pratiques                |
| Mécanique orientation ..... |          | <input type="checkbox"/>               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| ..... hydraulique .....     | 8        | <input checked="" type="checkbox"/>    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| .....                       | .....    | <input type="checkbox"/>               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| .....                       | .....    | <input type="checkbox"/>               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |

**OBJECTIFS**

Etre capable de déterminer les grandeurs d'un champ d'écoulement fluide.

**CONTENU**Mesuré d'écoulement: pression, vitesse, débit, température.

- A. Sondes de pression: Mesure de pression totale. Mesure de pression statique. Mesure de pression dynamique. Mesure de la direction de l'écoulement. Mesure du frottement local.
- B. Anémomètre à fil chaud: Echange de chaleur. Mesure en écoulement stationnaire. Comportement dynamique. Mode à température constante. Traitement des données.
- C. Anémomètre Laser-Doppler: Théorie des ondes. Lumière diffusée en anémométrie Laser-Doppler. Systèmes optiques et techniques de détection Comportement et génération des particules. Caractéristiques statistiques du signal. Traitement du signal. Traitement et analyse des données.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : ex-cathedra avec démonstrationDOCUMENTATION : polycopiéLIAISON AVEC D'AUTRES COURS : Mécanique des Fluides, Physique générale, Hydraulique

Préalable requis :

Préparation pour :

|   |          |   |                          |                          |                                     |                          |
|---|----------|---|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Titre : CHAPITRES CHOISIS D'HYDRAULIQUE |          |   |                          |                          |                                     |                          |
| Enseignant : Conférenciers              |          |   |                          |                          |                                     |                          |
| Heures total : 1                        |          | Par semaine : cours 1 Exercices - Pratiques - |                          |                          |                                     |                          |
| Destinataires et contrôle des études :  |          |   |                          |                          | Branches                            |                          |
| Sections (s)                            | Semestre | Oblig.  | Facult.                  | Option                   | Théoriques                          | Pratiques                |
| Mécanique.....                          | .....    | <input type="checkbox"/>                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| orientation HY...                       | Be.      | <input checked="" type="checkbox"/>           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| .....                                   | .....    | <input type="checkbox"/>                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| .....                                   | .....    | <input type="checkbox"/>                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |

OBJECTIFS

Orienter les étudiants sur la nature des problèmes concrets qui se posent à l'ingénieur hydraulicien et sur la manière professionnelle de les résoudre; l'accent est mis sur les contraintes auxquelles le constructeur est soumis: garanties et compétitivité notamment. L'étudiant peut confronter les enseignements théoriques avec les exigences de la profession et s'initier aux méthodes de travail de l'industrie. En plus, compléter la formation dans le domaine des pompes.

CONTENU

Méthodes modernes de dimensionnement des turbopompes.

Conception moderne et développement des machines, de leurs accessoires et des installations hydrauliques.

Problèmes de conception en relation avec la construction et l'exploitation des aménagements hydroélectriques et avec le rôle actuel et futur de l'énergie hydroélectrique.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Exposés d'ingénieurs dirigeants de l'industrie des machines hydrauliques; présentation de documentation industrielle; discussions;

DOCUMENTATION : Littérature spécialisée (IMHEF, industrie, associations scientifiques, congrès, etc.)

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Tous les cours de l'orientation HY.

Préparation pour :

|   |                 |                                     |                          |                          |                                     |                          |
|---|-----------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| <b>Titre : SIMILITUDE ET EFFETS D'ECHELLE</b> |                 |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| <b>Enseignant : Pierre HENRY, professeur</b>  |                 |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| <b>Heures totales : 30</b>                    |                 | <b>Par semaine : Cours 2</b>        |                          | <b>Exercices</b>         |                                     | <b>Pratique</b>          |
| <b>Destinataires et contrôle des études :</b> |                 |                                     |                          |                          | <b>Branches</b>                     |                          |
| <b>Section(s)</b>                             | <b>Semestre</b> | <b>Oblig.</b>                       | <b>Facult.</b>           | <b>Option</b>            | <b>Théoriques</b>                   | <b>Pratiques</b>         |
| Mécanique .....                               |                 | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| orientation HY .....                          | 7 e             | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| .....   |                 | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| .....   |                 | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |

**OBJECTIFS**

Connaître les critères de similitude utilisés en machines hydrauliques. Savoir fixer les grandeurs hydrauliques en vue d'un essai sur modèle réduit. Etre en mesure de calculer les performances d'un prototype à partir des essais sur modèle.

**CONTENU**

- Généralités sur la similitude, théorème de Vaschy-Buckingham, application à l'essai des carènes de bateaux.
- Recherche des critères de similitude pour la mesure des performances des machines hydrauliques à réaction
- Discussion des critères de similitude, étude des échelles des divers paramètres d'essai.
- Etude des effets d'échelle
- Etablissement des formules de valorisation du rendement pour les machines hydrauliques à réaction
- Etude du cas spécial des turbines à action (Pelton)
- Essais des machines hydrauliques
- Installation d'essai, systèmes de mesure

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** Ex cathedra, avec exemples

**DOCUMENTATION :** Figures et exemples

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Machines hydrauliques

**Préparation pour :** Machines hydrauliques

|  |          |                                     |                          |                                     |                                     |                          |
|--|----------|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Titre : METHODES NUMERIQUES EN MECANIQUE DES FLUIDES |          |                                     |                          |                                     |                                     |                          |
| Enseignant : M. DROTZ                                |          |                                     |                          |                                     |                                     |                          |
| Heures total : 45                                    |          | Par semaine : cours 2               |                          | Exercices 1                         | Pratiques                           |                          |
| Destinataires et contrôle des études :               |          |                                     |                          |                                     | Branches                            |                          |
| Sections (s)   | Semestre | Oblig.                              | Facult.                  | Option                              | Théoriques                          | Pratiques                |
| Mécanique  | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| orientation HY                                       | 7        | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| orientation TH                                       | 7        | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| orientation ME                                       | 7        | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

OBJECTIFS

Initier l'étudiant aux méthodes numériques avancées utilisées pour la restitution et la modélisation des écoulements fluides.

CONTENU

1. Rappels sur les équations fondamentales de la mécanique des fluides et leurs formulations particulières.
2. Théorie élémentaire des équations différentielles du second ordre, type (hyperbolique, parabolique, elliptique), problèmes aux limites.
3. Eléments de bases de méthodes aux différences finies, discrétisation (centrée, rétrograde, progressive, implicite, explicite), convergence, stabilité, consistance, schémas types.
4. Transformations et génération de maillage: concepts (monobloc, multi-bloc, structure aléatoire, maillage adaptatif), schémas (méthodes différentielles, algébriques).
5. Méthodes de résolution numérique d'écoulements non visqueux: potentiels (Jacobi, Gauss-SEIDEL, S.O.R., méthode des panneaux, Murman-Coles), Euler (Lax-Wendroff, MacCormack, caractéristiques, pseudo-instationnaire, volumes finis).
6. Méthodes de résolution numérique d'écoulements visqueux: couche limite (Crank-Nicholson), Navier-Stokes (Beam-Warming).

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : ex cathedra avec exercices

DOCUMENTATION : notes polycopiées

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : Machines hydrauliques, Mécanique des fluides, Turbomachines thermiques.

Préalable requis : Mécanique des fluides, analyse fonctionnelle et numérique, informatique

Préparation pour :



**Titre :** TURBULENCE DES ECOULEMENTS INCOMPRESSIBLES

**Enseignant :** François AVELLAN, chargé de cours

**Heures total :** 30

**Par semaine :** cours 3 Exercices - Pratiques -

**Destinataires et contrôle des études :**

| Sections (s)       | Semestre | Oblig.                              | Facult.                  | Option                   | Branches                            |                          |
|--------------------|----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
|                    |          |                                     |                          |                          | Théoriques                          | Pratiques                |
| Mécanique.....     | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| Orientation HY.... | ..8e.    | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| .....              | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| .....              | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |

### OBJECTIFS

Introduire la turbulence, sensibiliser l'étudiant à l'importance de la turbulence dans les écoulements techniques; donner les outils théoriques nécessaires à la description et à l'analyse des écoulements turbulents.

### CONTENU

1. Manifestation de la turbulence
2. Description statistique de la turbulence
3. Equations du mouvement moyen: les grosses structures de la turbulence
4. Equations du mouvement fluctuant: les petites échelles de la turbulence
5. Modèles de turbulence

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** Ex cathedra.

**DOCUMENTATION :** Résumés écrits

**LIASON AVEC D'AUTRES COURS :**

**Préalable requis :** Mécanique des fluides, Hydraulique.

**Préparation pour :** Tous les cours de l'orientation hydraulique.

|  |          |                                     |                          |                                     |                                     |                          |
|--|----------|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Titre : MOTEURS A COMBUSTION INTERNE             |          |                                     |                          |                                     |                                     |                          |
| Enseignant : Jean-Pierre CORBAT, chargé de cours |          |                                     |                          |                                     |                                     |                          |
| Heures total : 30                                |          | Par semaine : cours 2               |                          | Exercices                           |                                     | Pratiques                |
| Destinataires et contrôle des études :           |          |                                     |                          |                                     | Branches                            |                          |
| Sections (s)                                     | Semestre | Oblig.                              | Facult.                  | Option                              | Théoriques                          | Pratiques                |
| Mécanique TH.....                                | ..7..    | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Mécanique HY. + ME                               | ..7..    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| .....  | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| .....  | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |

OBJECTIFS

Apprendre à dimensionner et à construire dans les grandes lignes les éléments d'un moteur à combustion interne du point de vue thermique et mécanique.

CONTENU1. Généralités

Eléments des moteurs à mouvement alternatif - Moteurs à deux et quatre temps - Rapport de compression - Moteurs Diesel et Otto - Moteurs à pistons rotatifs - Types de moteurs non-traditionnels - Suralimentation - Caractéristiques de fonctionnement - Applications - Moteurs et environnement.

2. Thermodynamique du moteur à combustion interne

Combustion et combustible - Cycles théoriques et cycles réels - Pression moyenne - Méthodes de calcul thermodynamique des cycles - Simulation par ordinateur des cycles de moteur - Rendements.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : ex cathedra avec exercices corrigés et exemples.

DOCUMENTATION : Cours photocopié.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : Mécanique générale, Thermodynamique, Eléments de machine

Préalable requis : Résistance des matériaux, Mécanique des Fluides.

Préparation pour :

**Titre :** MOTEURS A COMBUSTION INTERNE.

**Enseignant :** Jean-Pierre CORBAT, chargé de cours

**Heures total :** 20      **Par semaine :** cours 2      Exercices      Pratiques

**Destinataires et contrôle des études :**

| Sections (s)      | Semestre | Oblig.                              | Facult.                  | Option                   | Branches                            |                          |
|-------------------|----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
|                   |          |                                     |                          |                          | Théoriques                          | Pratiques                |
| ..Mécanique.....  | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| ..Orientation TH. | ..8...   | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| .....             | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| .....             | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |

## OBJECTIFS

Apprendre à dimensionner et à construire dans les grandes lignes les éléments d'un moteur à combustion interne du point de vue thermique et mécanique.

## CONTENU

### 1. Mécanique du moteur à combustion interne

Système bielle-manivelle - Loi du mouvement du piston - Disposition des cylindres - Ordre d'allumage - Méthodes d'équilibrage - Calcul du volant - Vibrations de torsion  
Contraintes - Amortisseurs.

### 2. Construction des moteurs à combustion interne

Résistance des matériaux aux forces alternatives - Coefficients de forme - Bâti - Bloc-moteur - Carter - Cylindres - Contraintes thermiques - Culasse - Piston - Bielle - Vilebrequin - Paliers.

### 3. Echange des gaz d'un moteur à combustion interne

Théorie des écoulements dans les tubulures, lumières et soupapes - Mécanique et dynamique des commandes des soupapes - Balayage.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : ex cathedra avec exercices corrigés et exemples.

DOCUMENTATION : cours polycopié.

LIEN AVEC D'AUTRES COURS : Suite du cours avec même titre du 7ème semestre

préalable requis : Mécanique générale, Thermodynamique, Eléments de machine,

réparation pour : Résistance des matériaux, Mécanique des Fluides

**Titre :** TURBOMACHINES THERMIQUES

**Enseignant :** Albin Böls, Professeur

**Heures total :** 60

**Par semaine :** cours 4 Exercices Pratiques

**Destinataires et contrôle des études :**

| Sections (s) | Semestre | Oblig.                              | Facult.                  | Option                              | Branches                            |                          |
|--------------|----------|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
|              |          |                                     |                          |                                     | Théoriques                          | Pratiques                |
| Mécanique    |          | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| Orient. TH   | 7e       | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| HY + MA      |          | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|              |          | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |

### OBJECTIFS

Savoir dimensionner les éléments importants des turbomachines en tenant compte de tous les aspects majeurs (écoulement - résistance - nuisances - économie) et en appliquant les méthodes modernes de travail de l'ingénieur. Dans les différents chapitres les bases théoriques sont expliquées et ensuite des solutions pratiques discutées et des exemples typiques sont calculés.

### CONTENU

#### 1. Introduction

Développement, types et utilisation des turbomachines, tendances de développement, aspects économiques

#### 2. Principe de fonctionnement

Equation-d'énergie dans le système absolu et relatif, travail dans la turbomachine parfaite et réelle, rendement, principe de fonctionnement des turbines à gaz, turboréacteur.

#### 3. Théorie élémentaire des turbines axiales

Calcul élémentaire des turbines, types d'étages, degré de réaction, rendement, turbines multi-étages.

#### 4. Théorie élémentaire des compresseurs

Calcul élémentaire des compresseurs, types d'étages, degré de réaction, rendement, compresseurs axiaux multi-étages, compresseur radial.

#### 5. Chiffres caractéristiques adimensionnels des turbomachines

Définitions, valeurs typiques.

#### 6. Ecoulement dans des grilles d'aubes

Efforts sur l'aube, déviation de l'écoulement et pertes dans les aubages.

#### 7. Caractéristique de fonctionnement

Caractéristique d'une turbine et d'un compresseur, fonctionnement d'un compresseur avec récepteur, réglage.

#### 8. Similitude des régimes de fonctionnement

Conditions de similitude, analyse des dimensions, paramètres de similitude.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra, avec exercices

DOCUMENTATION : Notes polycopiées

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Mécanique des fluides, Transfert de chaleur, Résistance des matériaux

Préparation pour : Science des matériaux, Dynamique appliquée, Construction

|  |          |   |                          |                          |                                     |                          |
|--|----------|---|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Titre : TURBOMACHINES THERMIQUES       |          |   |                          |                          |                                     |                          |
| Enseignant : Albin Bölcs, Professeur   |          |   |                          |                          |                                     |                          |
| Heures total : 30                      |          | Par semaine : cours 2 Exercices 1 Pratiques |                          |                          |                                     |                          |
| Destinataires et contrôle des études : |          |   |                          |                          | Branches                            |                          |
| Sections (s)                           | Semestre | Oblig.                                      | Facult.                  | Option                   | Théoriques                          | Pratiques                |
| Mécanique                              | .....    | <input type="checkbox"/>                    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| Orient. TH                             | 8e       | <input checked="" type="checkbox"/>         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| .....                                  | .....    | <input type="checkbox"/>                    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| .....                                  | .....    | <input type="checkbox"/>                    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |

**OBJECTIFS**

Savoir dimensionner les éléments importants des turbomachines en tenant compte de tous les aspects majeurs (écoulement - résistance - nuisances - économie) et en appliquant les bases modernes du travail de l'ingénieur. Dans les différents chapitres les bases théoriques sont expliquées et ensuite des solutions pratiques discutées et des exemples typiques sont calculés.

**CONTENU**

1. Eléments de construction
2. Méthodes de calcul de l'écoulement dans des grilles d'aubes
1. Écoulement tridimensionnel dans l'aubage des turbomachines  
Équilibre radial, conception des aubes pour l'écoulement tridimensionnel.
2. Dimensionnement mécanique  
Contraintes mécaniques et thermiques, contraintes dynamiques.
3. Vibrations dans les turbomachines  
Modes de vibration des aubes, excitation des vibrations, aéroélasticité.
4. Problèmes thermiques des turbomachines  
Production de l'énergie thermique, refroidissement des éléments chauds de la turbine.
5. Matériaux pour turbomachines  
Matériaux pour des éléments froids et chauds, fluage, érosion.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT** : Ex cathedra, avec exercices

**DOCUMENTATION** : Notes photocopées

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS** :

Préalable requis :

Préparation pour :

|  |          |                                     |                          |                          |                                     |                          |
|--|----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Titre : ENERGETIQUE                    |          |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| Enseignant : Daniel FAVRAT, professeur |          |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| Heures total : 30                      |          | Par semaine : cours 2               |                          |                          | Exercices Pratiques                 |                          |
| Destinataires et contrôle des études : |          |                                     |                          |                          | Branches                            |                          |
| Sections (s)                           | Semestre | Oblig.                              | Facult.                  | Option                   | Théoriques                          | Pratiques                |
| Mécanique                              | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| Orientation TH                         | 7e       | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| .....                                  | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| .....                                  | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |

### OBJECTIFS

Savoir concevoir, analyser et optimiser énergétiquement des sites industriels incluant des réseaux de composants thermiques.

### CONTENU

#### **Bilans énergétiques et exergétiques :**

Rappel et exemples d'application.

#### **Intégration de procédés thermiques :**

Théorie du pincement global - Courbes composites - Objectifs énergétiques -  
Eléments d'analyse économique - Conception et optimisation de réseaux de composants  
thermiques incluant échangeurs de chaleur, pompes à chaleur et unités de cogénération  
- Exemples d'application en site industriel.

**Eléments de conception (de systèmes thermiques) assistée par ordinateur**  
(Heatnet, Aspen)

**Génération d'entropie dans les composants de systèmes thermiques.**

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra avec exemples et exercices

DOCUMENTATION : Feuilles photocopiées

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : Thermodynamique et énergétique, Transfert de chaleur et de masse, Mécanique des fluides.

Préalable requis :

Préparation pour :

|   |                 |   |                          |                                     |                                     |                          |
|---|-----------------|---|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| <b>Titre :</b> ENERGETIQUE DU BATIMENT              |                 |   |                          |                                     |                                     |                          |
| <b>Enseignant :</b> Jean-Claude GIANOLA, professeur |                 |   |                          |                                     |                                     |                          |
| <b>Heures total :</b> 30                            |                 | <b>Par semaine :</b> cours <sup>2</sup> |                          | <b>Exercices</b>                    | <b>Pratiques</b>                    |                          |
| <b>Destinataires et contrôle des études :</b>       |                 |   |                          |                                     | <b>Branches</b>                     |                          |
| <b>Sections (s)</b>                                 | <b>Semestre</b> | <b>Oblig.</b>                           | <b>Facult.</b>           | <b>Option</b>                       | <b>Théoriques</b>                   | <b>Pratiques</b>         |
| Mécanique.....                                      | .....           | <input type="checkbox"/>                | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| ...orientation TH .....                             | ..7..           | <input checked="" type="checkbox"/>     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Physiciens.....                                     | .....           | <input type="checkbox"/>                | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| .....   | .....           | <input type="checkbox"/>                | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |

**OBJECTIFS**

Être capable de faire des projets d'application et de participer au développement de solutions nouvelles dans le domaine du chauffage et de la climatisation en ayant pour but l'économie d'énergie, l'utilisation de l'énergie solaire et l'incorporation de l'automatique dans la conception et la gestion des installations.

**CONTENU** 1. **Introduction:** Energie utilisée dans les bâtiments. Coût de construction et frais d'exploitation. Principes généraux d'économie d'énergie. Pollution. Charges et besoins: distribution classée, simultanéité, atténuation et déphasage, stockage. Utilisation de l'énergie solaire: rayonnement solaire, modèles statistiques, capteurs, dimensionnement d'installations.

2. **Conditions de confort de l'homme:** Qualité de l'air, nuisances. Filtration. Humidité. Métabolisme du corps humain, bilan thermique, équation du confort, importances relatives des paramètres.

3. **Calcul des charges:** Influence de la forme, de l'exposition et du mode d'utilisation du bâtiment. Charges climatiques, rayonnement. Transfert combinés. Inertie. Actions instantanées et actions retardées. Ventilation. Récupération sur l'air extrait. Valeurs intégrées des charges. Degrés-jours, énergie solaire surfacique. Production d'eau chaude sanitaire (ECS). Stockage ECS. Hydroaccumulation

4. **Méthodes de dimensionnement:** Conditions non stationnaires. Evaluation de risques: répartition de plusieurs variables, valeurs extrêmes, utilisation de chaînes de Markow.

5. **Mouvements de l'air:** Etude d'une cellule élémentaire. Mouvement de l'air, déplacement, brassage, étude du jet. Essais sur modèle. Similitude.

6. **Système de chauffage et de climatisation:** Fluides chauffants. Corps de chauffe. Eléments incorporés dans la construction. Chaufferie, efficacité des chaudières. Distribution. Climatisation. Systèmes: tout air, tout eau, air et eau. Haute et basse pression. Débit air constant ou variable. Monogaine ou double gaine. Utilisation de pompes à chaleur. Exemples d'équipement d'immeuble.

7. **Régulation:** Introduction. Dynamique du bâtiment, milieu réglé. Réponses individuelles. Eléments de la boucle de régulation. Boucle entière, stabilité, réponse. Utilisation de microprocesseurs. Centralisation, individualisation.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** Ex cathedra avec exemples d'application. Projet personnel ou en groupe de 2, théorique ou pratique, en option.

**DOCUMENTATION :** Feuilles polycopiées.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :**

**Préalable requis :** Transfert de chaleur et de masse, Thermodynamique, Réglage automatique.

**Préparation pour :**

|   |          |   |                          |                          |                                     |                                     |
|---|----------|---|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Titre : PROCÉDES THERMIQUES INDUSTRIELS |          |   |                          |                          |                                     |                                     |
| Enseignant : Ph. JAVET, professeur      |          |   |                          |                          |                                     |                                     |
| Heures total : 20                       |          | Par semaine : cours 2 Exercices - Pratiques - |                          |                          |                                     |                                     |
| Destinataires et contrôle des études :  |          |   |                          |                          | Branches                            |                                     |
| Sections (s)                            | Semestre | Oblig.  | Facult.                  | Option                   | Théoriques                          | Pratiques                           |
| Mécanique.....                          | .....    | <input type="checkbox"/>                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            |
| orientation TH....                      | .8e.     | <input checked="" type="checkbox"/>           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| .....                                   | .....    | <input type="checkbox"/>                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            |
| .....                                   | .....    | <input type="checkbox"/>                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            |

OBJECTIFS

Comprendre les phénomènes en jeu dans les séparations chimiques. Utiliser les relations de base pour concevoir les installations nécessaires à la mise en oeuvre d'un procédé de génie chimique.

Apprendre les méthodes permettant de dimensionner quelques installations simples.

CONTENUAbsorption et distillation

Les relations d'équilibre gaz-liquide. Bilans totaux et partiels sur une colonne. Ligne opératoire. Nombre de plateaux, méthode de McCabe et Thiele. Théories des transferts de matière stationnaires et dynamiques. Relations de dimensionnement. Construction et efficacité de plateaux réels.

Séchage

Utilisation de diagrammes enthalpiques eau-air; les trois phases de séchage. Liaison du liquide au solide, transfert de matière et de chaleur. Vitesse de séchage. Consommation d'énergie, types de séchoirs industriels.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra, exercices incorporés.

DOCUMENTATION : Feuilles polycopiées distribuées au cours.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Transfert de chaleur et de masse.

Préparation pour :



**Titre :** SYSTEMES DE CHAUFFAGE ET DE REFRIGERATION

**Enseignant :** Daniel FAVRAT, professeur

**Heures total :** 30

**Par semaine :** cours 3

**Exercices**

**Pratiques**

**Destinataires et contrôle des études :**

| Sections (s)        | Semestre | Destinataires et contrôle des études : |                          |                                     | Branches                            |                          |
|---------------------|----------|--|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
|                     |          | Oblig.                                 | Facult.                  | Option                              | Théoriques                          | Pratiques                |
| Mécanique.....      | .....    | <input type="checkbox"/>               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| Orientation TH..... | 8è.      | <input checked="" type="checkbox"/>    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Physique.....       | 8è.      | <input type="checkbox"/>               | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| .....               | .....    | <input type="checkbox"/>               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |

### OBJECTIFS

- Connaître les filières de revalorisation de l'énergie et de production de froid.
- Savoir choisir et dimensionner les principaux composants de thermo- ou de frigopompes.
- Connaître les principaux compresseurs volumétriques et leurs caractéristiques de réglage.

### CONTENU

**Généralités :** historique, applications, bases thermodynamiques (fonctions d'état, diagrammes thermodynamiques, rappel des équations générales et des rendements exergetiques, détente, compression)

**Cycles à compression** y compris multi-étagés et cycles à mélanges de réfrigérants (Lorenz).

**Compresseurs volumétriques** (à piston, scroll, à mono- ou double-vis).

**Installations à compression** (réfrigérants, évaporateurs, condenseurs, tuyauterie, vannes et contrôles, caractéristiques de fonctionnement, sécurité).

**Éléments de cryogénie** (cycles, isolation, etc.)

**Installations à absorption :** principes, fluides et diagrammes, cycles avec pompes, à différence de pression géodésique, à diffusion ou hybrides absorption-compression. Revalorisateurs de rejets thermiques (heat transformers).

**Systèmes particuliers et intégration :** chauffage urbain, recompression mécanique des vapeurs, thermopompes à stockage, intégration aux procédés thermiques.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** Ex cathedra avec exemples et exercices.

**DOCUMENTATION :** Cours polycopiés. Bibliographie

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :**

**Préalable requis :** Thermodynamique et Energétique, Mécanique des fluides, Transfert de chaleur et de masse, Réglage.  
**Préparation pour :** Examen final.

|   |          |                                     |                          |                                     |                                     |                          |
|---|----------|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Titre : CHAPITRES CHOISIS EN ENERGETIQUE    |          |                                     |                          |                                     |                                     |                          |
| Enseignant : André TASTAVI, chargé de cours |          |                                     |                          |                                     |                                     |                          |
| Heures total : 30                           |          | Par semaine : cours 2               |                          | Exercices                           |                                     | Pratiques                |
| Destinataires et contrôle des études :      |          |                                     |                          |                                     | Branches                            |                          |
| Sections (s)                                | Semestre | Oblig.                              | Facult.                  | Option                              | Théoriques                          | Pratiques                |
| MECANIQUE .....                             | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| Orientation TH ..                           | 7...     | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Orientation HY + ME .....                   | 7 .....  | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| .....                                       | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |

### OBJECTIFS

- connaître les systèmes de conversion de l'énergie, y compris les dispositifs de protection de l'environnement et les aspects technico-économiques,
- maîtriser les principes et les systèmes de conditionnement de l'air.

### CONTENU

#### 1. TRAITEMENT DE L'AIR

Cycles d'hiver et d'été - centrales de traitement : chauffage, refroidissement, humidification, séchage - Etude d'une cellule élémentaire - Récupération de chaleur - mise en oeuvre de la régénération par absorbants solides.

#### 2. CENTRALES THERMIQUES

Centrales à gaz et à vapeur - cogénération - centrales combinées gaz-vapeur - centrale à accumulation - amélioration de centrales existantes (puissance, rendement) - cycles avancés - cycles de surgénérateur - tour de refroidissement - dépollution des gaz de combustion.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra avec exemples, exercices et visite d'installation

DOCUMENTATION : Cours photocopiés, bibliographie

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Thermodynamique, Energétique, Transfert de chaleur et de masse

Préparation pour : Mécanique des fluides

Diplôme, projets de semestre et de diplôme, laboratoire de thermique

|   |          |                                     |                          |                          |                                     |                          |
|---|----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Titre : CHAPITRES CHOISIS EN TURBOMACHINES THERMIQUES |          |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| Enseignant : Albin Böls, Professeur                   |          |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| Heures total : 30                                     |          | Par semaine : cours 3               |                          |                          | Exercices                           | Pratiques                |
| Destinataires et contrôle des études :                |          |                                     |                          |                          | Branches                            |                          |
| Sections (s)  | Semestre | Oblig.                              | Facult.                  | Option                   | Théoriques                          | Pratiques                |
| Mécanique.....  | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| Orient. TH.....                                       | 8e.....  | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| .....   | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| .....   | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |

OBJECTIFS

- Comprendre des phénomènes physiques spécifiques des turbomachines avancées.  
 Savoir appliquer les méthodes de la dynamique des gaz pour calculer l'écoulement supersonique dans des aubages de turbomachines.

CONTENU

1. Pourquoi des turbomachines à régime transsonique ?
2. Compléments concernant la dynamique des gaz.
3. L'aile isolée en régime supersonique.
4. Aubages transsoniques de compresseur.
5. Aubages transsoniques de turbine.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : ex cathedra avec exemples d'application

DOCUMENTATION : notes polycopiées

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Turbomachines thermiques, Dynamique des gaz

Préparation pour :

|   |          |                                     |                          |                          |                          |                          |
|---|----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Titre : MESURES THERMIQUES                      |          |                                     |                          |                          |                          |                          |
| Enseignant : FRANSSON Torsten - chargé de cours |          |                                     |                          |                          |                          |                          |
| Heures total : 20                               |          | Par semaine : cours 2               |                          | Exercices                |                          | Pratiques                |
| Destinataires et contrôle des études :          |          |                                     |                          |                          | Branches                 |                          |
| Sections (s)                                    | Semestre | Oblig.                              | Facult.                  | Option                   | Théoriques               | Pratiques                |
| Mécanique.....                                  | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Orient. TH.....                                 | 8e.....  | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| .....   | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| .....   | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

OBJECTIFS

Donner un aperçu sur l'utilité d'effectuer des mesures dans le domaine thermique de nos jours et initier les futurs ingénieurs aux différents types de mesures (à leur complexité, au coût de l'instrumentation et des essais et à leurs répercussions sur l'environnement).

CONTENU

- Similitude et analogie, mesures sur modèles
- Mesure des pressions statiques et dynamiques (sondes, capteurs)
- Mesure de la vitesse
- Méthodes optiques pour la mesure et la visualisation de l'écoulement (Schlieren, holographie, laser)
- Mesure du débit
- Mesure des contraintes de cisaillement
- Mesure de la température et des coefficients de transfert de chaleur
- Mesure des phénomènes instationnaires (vibrations, acoustique).

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra, avec exercices

DOCUMENTATION : Notes photocopiées

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : Cours de conception de turbomachines, 7e semestre

Préalable requis : Méc. des Fluides, Transfert de chaleur, Résist. des matériaux,

Préparation pour : Science des Matériaux, Dynamique appliquée, Construction, Thermodynamique.

|   |          |   |                          |                                     |                                     |                          |
|---|----------|---|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Titre : MACHINES OUTILS ET AUTOMATES                                    |          |   |                          |                                     |                                     |                          |
| Enseignant : François PRUVOT, professeur, Pierre PAHUD, chargé de cours |          |   |                          |                                     |                                     |                          |
| Heures total : 60   |          | Par semaine : cours 4 Exercices - Pratiques - |                          |                                     |                                     |                          |
| Destinataires et contrôle des études :                                  |          |   |                          |                                     | Branches                            |                          |
| Sections (s)  | Semestre | Oblig.  | Facult.                  | Option                              | Théoriques                          | Pratiques                |
| Mécaniciens ME..  | 7ème.    | <input checked="" type="checkbox"/>           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Options.....  | 7ème.    | <input type="checkbox"/>                      | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| .....   | .....    | <input type="checkbox"/>                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| .....   | .....    | <input type="checkbox"/>                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |

## OBJECTIFS

Le cours est en fait une initiation à la "construction" scientifique. A la fin du cours, l'étudiant devra savoir utiliser pour la construction des machines une partie des connaissances théoriques qu'il a acquises les semestres précédents (Résistance des matériaux, matériaux, dynamique, mécanique de vibrations, organes de machines, etc...).

## CONTENU

Le cours est essentiellement basé sur l'analyse d'organes de machines-outils.

À l'abord, une machine est décomposée en ses différents organes de base. Ensuite, on aborde l'étude d'un des éléments les plus complexes, la broche. Celle-ci se décompose en :

**Etude statique :** choix des paramètres d'une broche en fonction des caractéristiques micro et macrogéométriques de la surface à usiner, longueur optimale, caractéristiques et performances des différents types de paliers (calcul de rigidité en particulier).

**Etude dynamique :** modélisation, fréquence propre, stabilité de coupe (vibrations auto-entretenues liées à la coupe, broutage).

**Etude thermique :** théorie de la lubrification, constante de temps thermique des différents éléments de la broche et des paliers, instabilité thermique, critère de stabilité.

**Etude technologique :** en particulier méthode de stabilisation thermique, montage des différents éléments, méthodes de lubrification, étanchéité.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra avec nombreuses projections.

DOCUMENTATION : polycopiés Machines-outils et Automates Vol. 1,2,3 et 4.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

**Préalable requis :** Machines-outils et Automates (8e Sem) Concep. des sys. 8e S.

**Préparation pour :** Machines-outils et automates 8ème semestre.

|  |          |   |                          |                          |                                     |                          |
|--|----------|---|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Titre : MACHINES OUTILS ET AUTOMATES     |          |   |                          |                          |                                     |                          |
| Enseignant : François PRUVOT, professeur |          |   |                          |                          |                                     |                          |
| Heures total : 50                        |          | Par semaine : cours 5 Exercices - Pratiques - |                          |                          |                                     |                          |
| Destinataires et contrôle des études :   |          |   |                          |                          | Branches                            |                          |
| Sections (s)                             | Semestre | Oblig.  | Facult.                  | Option                   | Théoriques                          | Pratiques                |
| Mécaniciens.ME...                        | 8ème..   | <input checked="" type="checkbox"/>           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| .....                                    | .....    | <input type="checkbox"/>                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| .....                                    | .....    | <input type="checkbox"/>                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| .....                                    | .....    | <input type="checkbox"/>                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |

### OBJECTIFS

Les objectifs sont exactement les mêmes que ceux du cours du même nom, du 7ème semestre. On étend la méthode aux autres organes d'une machine et on en fait la synthèse. L'étudiant doit, à la fin du cours, avoir acquis les bases de la "construction scientifique".

### CONTENU

On continue l'analyse des différents organes principaux d'une machine :

- les glissières
- les bâtis
- les porte-outils
- un aperçu des autres organes de base (commande de puissance, commande d'avance).

On conserve la même méthode qui consiste à faire, s'il y a lieu, pour chaque organe :

- 1) une étude cinématique et fonctionnelle,
- 2) une étude statique,
- 3) une étude dynamique,
- 4) une étude thermique,
- 5) une étude technologique permettant, à chaque fois, de dégager des solutions à tout problème identifié.

Sur les 5 heures de cours par semaine, 2 heures seront consacrées à l'étude de cas réels et comprendront l'analyse critique de machines existantes et d'une construction modifiée éliminant les défauts constatés. L'étudiant peut ainsi faire une synthèse que l'étude analytique ne permet pas.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra avec nombreuses projections.

DOCUMENTATION : polycopiés Machines-outils et Automates Vol. 5,6,7.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Machines-outils et Automates 7ème semestre. Conception de systèmes (8ème semestre).  
 Préparation pour : Machines outils et automates 7ème semestre.  
 Travail théorique de diplôme.

Titre : SYSTEMES DE CFAO

Enseignant : Michel PORCHET, professeur

Heures total : 30

Par semaine : cours 3

Exercices

Pratiques

Destinataires et contrôle des études :

| Sections (s)   | Semestre | Oblig.                              | Facult.                  | Option                   | Branches                 |                          |
|----------------|----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
|                |          |                                     |                          |                          | Théoriques               | Pratiques                |
| Orientation ME | 8ème     | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| .....          | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| .....          | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| .....          | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

**OBJECTIFS**

Le cours vise à former des cadres capables de participer à la sélection, à la mise en place et à l'évolution d'un système de conception et fabrication assistées par ordinateur (CFAO). A la fin du cours, l'étudiant sera capable de définir l'impact de l'introduction de la CFAO dans une entreprise et de participer à l'implantation d'un tel système, en particulier par l'élaboration d'un cahier des charges, d'une procédure d'évaluation et d'un plan d'introduction.

**CONTENU**

- définition de la CFAO
- le matériel et les logiciels de base
- géométrie et CAO
- les systèmes de CAO du commerce
- l'analyse fonctionnelle d'un produit CFAO mécanique
- l'ingénierie assistée par ordinateur
- la tendance à l'intégration : CIM
- l'introduction de la CFAO dans l'entreprise, facteurs humains, techniques et économiques

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT** : ex cathedra avec discussion**DOCUMENTATION** : cours photocopie**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS** :

Préalable requis : Eléments de construction I, II, Construction des machines

Préparation pour : (Cours et projets) programmation I et II, informatique "Temps réel"  
Projets 8ème semestre diplôme pratique

|  |          |   |                          |                          |                                     |                          |
|--|----------|---|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Titre : COMMANDE DES MACHINES          |          |   |                          |                          |                                     |                          |
| Enseignant : H. MULKENS,               |          |   |                          |                          |                                     |                          |
| Heures total : 45                      |          | Par semaine : cours 2 Exercices 1 Pratiques 0 |                          |                          |                                     |                          |
| Destinataires et contrôle des études : |          |   |                          |                          | Branches                            |                          |
| Sections (s)                           | Semestre | Oblig.  | Facult.                  | Option                   | Théoriques                          | Pratiques                |
| Orientation-ME...                      | 7ème..   | <input checked="" type="checkbox"/>           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| .....                                  | .....    | <input type="checkbox"/>                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| .....                                  | .....    | <input type="checkbox"/>                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| .....                                  | .....    | <input type="checkbox"/>                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |

### OBJECTIFS

Au terme du cours, l'étudiant aura acquis les principes et les particularités des systèmes de commande automatique des machines. Seront décrits les machines à axes commandés et les machines à opérations séquentielles. L'étudiant connaîtra les principaux langages de commande et de programmation des machines.

### CONTENU

1. Introduction et historique de la technologie des commandes
2. Typologie des machines
3. Fonctions et architecture des commandes
4. La commande des mouvements
5. La commande des séquences
6. Les langages de programmation
7. Les principaux types de CNC et d'API.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : cours et travaux pratiques sur stations G-64/LIT et  
McIntosh II

DOCUMENTATION : Notes polycopiées

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Informatique temps réel, Régalge automatique,  
Préparation pour : Informatique industrielle  
Conception de systèmes



|  |          |                                     |                          |                          |                                     |                                     |
|--|----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Titre : CONCEPTION DE SYSTEMES           |          |                                     |                          |                          |                                     |                                     |
| Enseignant : H. MULKENS, J.D. DECOTIGNIE |          |                                     |                          |                          |                                     |                                     |
| Heures total : 40                        |          | Par semaine : cours 2               |                          | Exercices                |                                     | Pratiques 2                         |
| Destinataires et contrôle des études :   |          |                                     |                          |                          | Branches                            |                                     |
| Sections (s)                             | Semestre | Oblig.                              | Facult.                  | Option                   | Théoriques                          | Pratiques                           |
| .Mécanique.....                          | 8ème.    | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| .....                                    | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            |
| .....                                    | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            |
| .....                                    | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            |

### OBJECTIFS

L'étudiant devra être capable en définitive de formuler précisément le cahier des charges d'une commande de machine et d'aborder celui du système informatique de contrôle et de gestion d'un système de fabrication.

Il sera capable de spécifier les composants de la commande à savoir : capteurs, effecteurs, interfaces, cartes électroniques, micros et mini-ordinateurs.

Dans le domaine du logiciel, l'étudiant connaîtra les concepts que les méthodes de communication entre systèmes informatiques en milieu industriel.

### CONTENU

1. Introduction : la notion de système de fabrication
2. Analyse du fonctionnement d'un système de fabrication
3. Capteurs et conditionnement du signal
4. Effecteurs et amplificateurs de puissance
5. Interface entre partie opérative et partie commande
6. Composants d'un système de fabrication
7. Architecture des systèmes de commande
8. Les réseaux informatiques industriels
9. Le lien avec la CFAO
10. La conception des logiciels techniques
11. La gestion de production
12. Méthodologie de conception de systèmes.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Chapitres choisis du cours, laboratoires

DOCUMENTATION : Notes photocopées

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Commande de Machines-Informatique temps réel -  
 Préparation pour : Informatique Industrielle  
 Diplôme

|   |          |                                     |                          |                          |                          |                          |
|---|----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Titre : MECANIQUE DES DEFORMATIONS ET DE LA RUPTURE |          |                                     |                          |                          |                          |                          |
| Enseignant : Bernhard ILSCHNER, Professeur EPFL     |          |                                     |                          |                          |                          |                          |
| Heures total : 30                                   |          | Par semaine : cours 2               |                          | Exercices                | Pratiques                |                          |
| Destinataires et contrôle des études :              |          |                                     |                          |                          | Branches                 |                          |
| Sections (s)  | Semestre | Oblig.                              | Facult.                  | Option                   | Théoriques               | Pratiques                |
| Matériaux.....                                      | 5e...    | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Mécaniciens.....                                    | 7e...    | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| .....   | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| .....   | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

### OBJECTIFS

L'étudiant sera capable de comprendre le comportement réel des matériaux sous contrainte et d'apprécier les aspects microstructuraux. Il résulte soit une déformation plastique accompagnée d'érouissage, soit une rupture fragile. L'étudiant pourra appliquer les méthodes et les notions de la mécanique de rupture linéaire élastique et élasto-plastique (notions).

### CONTENU

1. La déformation élastique et anélastique.
2. L'érouissage/la consolidation : description phénoménologique et discussion microstructurale. Instabilité de la déformation en traction : la striction.
3. Taille des grains, densité des dislocations et dispersion des particules comme facteurs déterminant la résistance mécanique. Rupture ductile.
4. Fatigue des métaux sous contrainte périodique. Rôle de la surface, de la microstructure interne et de l'environnement.
5. Concentration des contraintes par entailles.
6. Stabilité des fissures - La base théorique et les méthodes de la mécanique de rupture. Critères : K, J, C. La notion COD.
7. L'aspect statistique. La notion d'endommagement.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra, avec périodes de discussions

DOCUMENTATION : Feuilles polycopiées. Bibliographie

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis :

Préparation pour :

|  |          |   |                          |                          |                                     |                          |
|--|----------|---|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Titre : TRANSMISSIONS HYDROMECHANIQUES                                 |          |   |                          |                          |                                     |                          |
| Enseignant : Michel PORCHET, professeur, Pierre PAHUD, chargé de cours |          |   |                          |                          |                                     |                          |
| Heures total : 30  |          | Par semaine : cours 2 Exercices 0 Pratiques - |                          |                          |                                     |                          |
| Destinataires et contrôle des études :                                 |          |   |                          |                          | Branches                            |                          |
| Sections (s)   | Semestre | Oblig.  | Facult.                  | Option                   | Théoriques                          | Pratiques                |
| ..Mécaniciens.ME.  | 7ème     | <input checked="" type="checkbox"/>           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| .....  | .....    | <input type="checkbox"/>                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| .....  | .....    | <input type="checkbox"/>                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| .....  | .....    | <input type="checkbox"/>                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |

OBJECTIFS

Ce cours est couplé avec le cours "Transmissions électrohydrauliques" du 8ème semestre (C. KOHLER). Ensemble, ils visent à donner à l'étudiant la capacité de choisir, d'étudier et de construire une transmission de puissance intégrant : moteur, amplificateur hydraulique, électrohydraulique et électrique, transmission mécanique de puissance à la charge.

CONTENU

Les transmissions : transmissions mécaniques pour charges tournantes : définition et structure. Modèle général des transmissions de puissance. Règle des 3 arbres, noeuds planétaires et noeuds mécaniques. Indépendance linéaire. Graphes associés. Matrices des vitesses et des couples. Exercices d'application à différents types de transmissions.

Transmissions hydrostatiques et transmissions hydromécaniques.

Bases de calcul des pompes et moteurs hydrauliques à hautes performances, bases des transmissions hydrostatiques : différents types, premier dimensionnement interne, équilibre du barillet.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra avec projections. Exercices en cours de semestre

DOCUMENTATION : cours photocopié (transmissions mécaniques de puissance, pompes et moteurs hydrauliques)

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : Transmissions électrohydrauliques

Préalable requis : Réglage automatique  
Préparation pour : Travail théorique de diplôme.

Titre : TRANSMISSIONS ELECTROHYDRAULIQUES

Enseignant : Pierre PAHUD, chargé de cours

Heures total : 40 Par semaine : cours 3 Exercices 1 Pratiques 0

Destinataires et contrôle des études :

| Sections (s)      | Semestre | Oblig.                              | Facult.                  | Option                   | Branches                            |                          |
|-------------------|----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
|                   |          |                                     |                          |                          | Théoriques                          | Pratiques                |
| ..Mécaniciens.ME. | .8ème    | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| .....             | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| .....             | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| .....             | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |

### OBJECTIFS

Ce cours est couplé avec le cours "Transmissions hydromécaniques" du 8ème semestre (F. PRUVOT). Ensemble, ils visent à donner à l'étudiant la capacité de choisir, d'étudier et de construire une transmission de puissance intégrant : moteur, amplificateur hydraulique, électrohydraulique et électrique, transmission mécanique de puissance à la charge.

### CONTENU

#### Génération de l'huile sous pression :

description et calcul des principaux composants d'un groupe de génération d'huile sous pression : pompes, accumulateurs (en particulier étude dynamique), réservoirs, etc....

#### Amplificateurs de puissance hydrauliques et électrohydrauliques :

Les différents organes de commandes, les servovalves électrohydrauliques, les moteurs hydrauliques et les vérins. Etude dynamique d'un vérin, d'un moteur hydraulique et d'une servocommande hydraulique complète.

#### Commande d'une transmission électrohydraulique :

Intégration des organes de commandes électrohydrauliques et des capteurs dans une boucle de réglage électrique ou par microprocesseur et étude de stabilité de cette boucle.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra avec projections. Exercices en cours de semestre

DOCUMENTATION : cours photocopie. Documentation de fabricants, présentations de modèles coupés.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : Transmissions hydromécaniques

Préalable requis : Réglage automatique I et II.

Préparation pour : Transmissions hydromécaniques

Titre : METHODES NUMERIQUES EN MECANIQUE DES SOLIDES

Enseignant : Alain CURNIER, chargé de cours

Heures total : 60

Par semaine : cours 3 Exercices 1 Pratiques 0

Destinataires et contrôle des études :

| Sections (s)    | Semestre | Oblig.                              | Facult.                  | Option                              | Branches                            |                          |
|-----------------|----------|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
|                 |          |                                     |                          |                                     | Théoriques                          | Pratiques                |
| Mécanique ME    | 7ème     | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Mécanique HY-TH | 7ème     | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| .....           | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| .....           | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |

### OBJECTIFS

S'initier aux trois méthodes d'analyse numérique les plus couramment utilisées en dynamique non linéaire des solides déformables.

### CONTENU

1. Le problème "modèle" de la barre : rappels de dynamique du solide non linéaire (grandes déformations, plasticité) simplifiée à une dimension. Importance du principe des travaux virtuels.
2. La discrétisation spatiale : révision de la méthode des éléments finis (cf.MEF). Addition des termes non linéaires et d'inertie.
3. Le traitement des non linéarités : adaptation de la méthode des linéarisations successives (de Newton et variantes) aux grandes déformations.
4. L'intégration dans le temps : spécialisation de la méthode des différences finies à la résolution des équations de la dynamique des structures.
5. La combinaison des trois méthodes : description de l'algorithme global et discussion de sa programmation.
6. Le solide en deux et trois dimensions : généralisation des techniques précédentes à des problèmes plans, axisymétriques et tridimensionnels.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : ex cathedra avec exercices et projets (faisant appel à l'ordinateur)

DOCUMENTATION : cours photocopié

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Analyse fonctionnelle, Résistance des matériaux II,  
Préparation pour : Méthode des éléments finis.

|   |                             |                          |                          |                                     |                                     |                          |
|---|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| <b>Titre : REGLAGE AUTOMATIQUE III</b>                      |                             |                          |                          |                                     |                                     |                          |
| <b>Enseignant : Roland LONGCHAMP, professeur EPFL / DME</b> |                             |                          |                          |                                     |                                     |                          |
| <b>Total heures :</b> 30                                    | <b>Par semaine:</b> Cours 2 |                          | <b>Exercices</b>         |                                     | <b>Pratique</b>                     |                          |
| <i>Destinataires et contrôle des études</i>                 |                             |                          |                          |                                     | <i>Branches</i>                     |                          |
| <i>Section(s)</i>   | <i>Semestre</i>             | <i>Oblig.</i>            | <i>Facult.</i>           | <i>Option</i>                       | <i>Théoriques</i>                   | <i>Pratiques</i>         |
| Electricité .....   | 7e                          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Informatique (IT) .....                                     | 7e                          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Microtechnique.....   | 7e                          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Mécanique / Mathématiques .                                 | 7e                          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

**OBJECTIFS**

L'étudiant sera capable d'analyser les systèmes représentés par des variables d'état. Il maîtrisera les algorithmes modernes de conduite et de réglage automatique fondés sur ce type de représentation.

**CONTENU**

- **Représentation des systèmes par variables d'état** : Notion d'état. Modèles à temps continu et à temps discret. Linéarisation.
- **Solution des équations d'état** : Matrice de transition. Modélisation de systèmes commandés par ordinateur. Forme canonique de Jordan. Décomposition modale. Stabilité.
- **Gouvernabilité et observabilité** : Critères de gouvernabilité et d'observabilité. Formes canoniques de gouvernabilité et d'observabilité. Modèle d'état de systèmes décrits par fonctions de transfert.
- **Réglage d'état par placement des pôles** : Commande a priori. Placement des pôles par rétroaction d'état. Observateur. Théorème de séparation.
- **Conduite de processus** : Pyramide d'automatisation. Programmation dynamique.
- **Réglage d'état optimal** : Fonction-coût quadratique. Equation de Riccati. Solution stationnaire.
- **Extensions** : Degré de stabilité prescrit. Algorithme à horizon fuyant. Elimination de l'effet des perturbations. Observateur de perturbation.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT** : Ex cathedra. Exercices.

**DOCUMENTATION** : Cours photocopié édité par l'Institut d'Automatique.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis** : Réglage automatique I et II.

**Préparation pour** : Réglage automatique IV.

|  |                 |                                       |                          |                                     |                                     |                          |
|--|-----------------|---------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| <b>Titre : SIMULATION I</b>                                |                 |                                       |                          |                                     |                                     |                          |
| <b>Enseignant : Denis GILLET, chargé de cours EPFL/DME</b> |                 |                                       |                          |                                     |                                     |                          |
| <b>Heures totales : 30</b>                                 |                 | <b>Par semaine: Cours 2 Exercices</b> |                          |                                     | <b>Pratique</b>                     |                          |
| <b>Destinataires et contrôle des études</b>                |                 |                                       |                          |                                     | <b>Branches</b>                     |                          |
| <b>Section(s)</b>  | <b>Semestre</b> | <b>Oblig.</b>                         | <b>Facult.</b>           | <b>Option</b>                       | <b>Théoriques</b>                   | <b>Pratiques</b>         |
| Informatique (IT).....                                     | 5e              | <input type="checkbox"/>              | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Electricité (A).....                                       | 7e              | <input type="checkbox"/>              | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Mécanique.....   | 7e              | <input type="checkbox"/>              | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Physique.....  | 7e              | <input type="checkbox"/>              | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

## OBJECTIFS

L'étudiant sera capable de modéliser et de simuler sur ordinateur une large classe de systèmes dynamiques. Il sera en mesure de saisir la structure de tels systèmes. Il maîtrisera les méthodes d'analyse et de synthèse offertes dans les logiciels professionnels de CAO de systèmes de commande.

## CONTENU

**Représentation des systèmes sous forme de modèle d'état :** Mise en équation de systèmes physiques. Linéarisation des modèles non linéaires et discrétisation des modèles analogiques. Passage à une représentation sous forme de fonction de transfert.

**Simulation :** Solution analytique des équations d'état. Calcul de l'exponentielle d'une matrice. Simulation au moyen d'une matrice de transition. Intégration numérique des modèles d'état non linéaires. Génération de signaux aléatoires.

**Analyse :** Gouvernabilité et observabilité. Interprétation par les formes canoniques de Jordan. Construction de modèles d'état à partir des matrices de gouvernabilité et d'observabilité. Décomposition modale. Stabilité.

**Synthèse :** Commande a priori. Réglage d'état basé sur le placement des valeurs propres. Elimination de l'effet des perturbations. Intégrateur. Observateur de perturbation.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** Cours ex cathedra avec exemples et exercices intégrés. Utilisation d'un logiciel professionnel de simulation et de CAO de systèmes de commande.

**DOCUMENTATION :** Cours photocopié édité par l'Institut d'Automatique.

## LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

**Préalable requis:**

**Préparation pour:** Simulation II

|  |                 |                                     |                          |                                     |                          |                                     |
|--|-----------------|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| <b>Titre : PROJET D'HYDRAULIQUE ET DE MECANIQUE DES FLUIDES</b>    |                 |                                     |                          |                                     |                          |                                     |
| <b>Enseignant : U. MOCAFICO, P. HENRY, I. RYHMING, professeurs</b> |                 |                                     |                          |                                     |                          |                                     |
| <b>Heures totales : 105 (60*)</b>                                  |                 | <b>Par semaine : Cours</b>          |                          | <b>Exercices</b>                    |                          | <b>Pratique 7 (4*)</b>              |
| <b>Destinataires et contrôle des études :</b>                      |                 |                                     |                          |                                     |                          |                                     |
| <b>Section(s)</b>  | <b>Semestre</b> | <b>Oblig.</b>                       | <b>Facult.</b>           | <b>Option</b>                       | <b>Branches</b>          |                                     |
|  |                 |                                     |                          |                                     | <b>Théoriques</b>        | <b>Pratiques</b>                    |
| Mécanique, orientation HY ..                                       | 7e              | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Option * (4 heures).....   | 7e              | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| .....  |                 | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| .....  |                 | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |

**OBJECTIFS**

Appliquer à un cas concret les connaissances acquises aux cours. Apprendre à exploiter l'information contenue dans la littérature. Acquérir une première initiation aux méthodes de travail de l'ingénieur et apprendre à établir un rapport utilisable par des tiers.

**CONTENU**

Etude théorique de problèmes de mécanique des fluides industriels : écoulements internes, externes et couche limite.

Calcul d'écoulement et conception de machines ou d'organes de machines hydrauliques.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** Travail individuel, éventuellement en groupes de 2 étudiants

**DOCUMENTATION :** Littérature spécialisée (IMHEF, industrie, associations scientifiques, congrès etc.)

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:** Tous les cours de l'orientation HY; Mécanique des fluides, hydraulique

**Préalable requis :**

**Préparation pour :**



|  |                 |                                     |                          |                          |                          |                                     |
|--|-----------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| <b>Titre : PROJET D'HYDRAULIQUE ET DE MECANIQUE DES FLUIDES</b>    |                 |                                     |                          |                          |                          |                                     |
| <b>Enseignant : U. MOCAFICO, P. HENRY, I. RYHMING, professeurs</b> |                 |                                     |                          |                          |                          |                                     |
| <b>Heures totales : 60</b>   |                 | <b>Par semaine : Cours</b>          |                          | <b>Exercices</b>         |                          |                                     |
|  |                 |                                     |                          | <b>Pratique 6</b>        |                          |                                     |
| <b>Destinataires et contrôle des études :</b>                      |                 |                                     |                          |                          |                          |                                     |
| <b>Section(s)</b>  | <b>Semestre</b> | <b>Oblig.</b>                       | <b>Facult.</b>           | <b>Option</b>            | <b>Branches</b>          |                                     |
|  |                 |                                     |                          |                          | <b>Théoriques</b>        | <b>Pratiques</b>                    |
| Mécanique .....  |                 | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| orientation HY .....   | 8 e             | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| .....  |                 | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| .....  |                 | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |

**OBJECTIFS**

Appliquer à un cas concret les connaissances acquises aux cours. Apprendre à exploiter l'information contenue dans la littérature. Acquérir une première initiation aux méthodes de travail de l'ingénieur et apprendre à établir un rapport utilisable par des tiers.

**CONTENU**

Etude théorique de problèmes de mécanique des fluides industriels : écoulements internes, externes et couche limite.

Calcul d'écoulement et conception de machines ou d'organes de machines hydrauliques.

Etude de choix d'équipements : comparaison de solutions techniques et économiques.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** Travail individuel, éventuellement en groupes de 2 étudiants

**DOCUMENTATION :** Littérature spécialisée (IMHEF, industrie, associations scientifiques, congrès etc.)

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:**

**Préalable requis :** Tous les cours de l'orientation HY; Mécanique des fluides; hydraulique

**Préparation pour :**

|  |          |                                     |                          |                                     |                          |                                     |
|--|----------|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| Titre : PROJET DE THERMIQUE I  |          |                                     |                          |                                     |                          |                                     |
| Enseignant : Albin BÖLCS Daniel FAVRAT et Jean-Claude GIANOLA, professeurs |          |                                     |                          |                                     |                          |                                     |
| Heures total : 90 (60*)  |          | Par semaine : cours                 |                          | Exercices                           | Pratiques 6 (4*)         |                                     |
| Destinataires et contrôle des études :                                     |          |                                     |                          |                                     | Branches                 |                                     |
| Sections (s)   | Semestre | Oblig.                              | Facult.                  | Option                              | Théoriques               | Pratiques                           |
| Mécanique  | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| Orientation TH   | 7e       | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Options HY, ME (*)   | 7e       | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| .....  | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |

OBJECTIFS

Mettre en pratique les connaissances acquises dans les cours de Thermique.

CONTENU

- Transfert de chaleur et de masse
- Moteurs à combustion interne
- Turbomachines thermiques
- Energétique
- Energétique du bâtiment
- Installations thermiques

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Travaux personnels, si possible en relations avec l'industrie

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Cours de thermique

Préparation pour : Admission à l'examen final, branche pratique.

|   |          |                                     |                          |                          |                          |                                     |
|---|----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| Titre : PROJET DE THERMIQUE II  |          |                                     |                          |                          |                          |                                     |
| Enseignant : Albin BÖLCS, Daniel FAVRAT, Jean-Claude GIANOLA, professeurs |          |                                     |                          |                          |                          |                                     |
| heures total : 120  |          | Par semaine : cours                 |                          | Exercices                |                          | Pratiques 12                        |
| Obligatoires et contrôle des études :                                     |          |                                     |                          | Branches                 |                          |                                     |
| Actions (s)   | Semestre | Oblig.                              | Facult.                  | Option                   | Théoriques               | Pratiques                           |
| Mécanique.....  | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| Orientat. TH..  | ..8e.    | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| .....   | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| .....   | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |

OBJECTIFS

Acquérir une méthode de travail nécessaire au futur ingénieur grâce à des projets choisis dans les domaines de recherche et de développement du Laboratoire de thermique appliquée et de turbomachines (LTT) et du Laboratoire de Thermodynamique et d'Energétique (LTE).

CONTENU

Tous les domaines d'activité du LTE et du LTT sont concernés sous la forme de :

- applications du cours
- calculs avec des programmes existants
- études théoriques et développement de programmes de calcul
- conception et réalisation des équipements d'essais
- études expérimentales

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Travaux personnels, si possible en relation avec l'industrie

DOCUMENTATION :

LIEN AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Cours de Thermique

Préparation pour : Admission à l'examen final, branche pratique

**Titre :** PROJET DE MECANIQUE APPLIQUEE I (HIVER)

**Enseignant :** M. DEL PEDRO, M. PORCHET, F. PRUVOT, N. XENOPHONTIDIS,

**Heures total :** 150 ou 160

**Par semaine :** cours - Exercices - Pratiques 10 ou 4

**Destinataires et contrôle des études :**

| Sections (s)     | Semestre | Oblig.                              | Facult.                  | Option                              | Branches                 |                                     |
|------------------|----------|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
|                  |          |                                     |                          |                                     | Théoriques               | Pratiques                           |
| Mécanique MA     | 7ème     | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Mécanique HY, TH | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| .....            | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| .....            | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |

### OBJECTIFS

Au cours de la quatrième année, les étudiants de l'orientation MA ont à effectuer deux projets de mécanique appliquée, désignés I (HIVER) et II (ETE). Les thèmes de ces projets sont choisis dans les domaines de recherche et de développement de l'IMECO (Institut de mécanique appliquée et de construction des machines). Au total, un tiers environ du travail est de nature expérimentale.

### CONTENU

Domaines d'activité de l'IMECO

- Analyse des contraintes et déformations
- Mécanique vibratoire
- Méthodes numériques de la mécanique
- Conception et calcul des organes de machines
- Conception et calcul des structures des machines
- Conception et commande des machines-outils
- Conception assistée par ordinateur, développement et utilisation de systèmes.

### REMARQUES

Le projet de mécanique appliquée I (HIVER) est proposé en option aux étudiants des orientations hydraulique (HY) et thermique (TH) avec un total semestriel de 60 h. (au lieu de 150 h. pour MA).

Les étudiants des orientations (HY) et (TH) choisissant l'option CFAO devront faire un projet de 6h. (et non 4h.) soit un total semestriel de 90 h.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : travail personnel guidé, en laboratoire et salle de projets

DOCUMENTATION : photocopiés et bibliothèques de l'IMECO

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Ensemble des cours de la 3ème année

Préparation pour :

|   |          |  |                          |                          |                          |                                     |
|---|----------|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| Titre : PROJET DE MECANIQUE APPLIQUEE II (ETE)                      |          |  |                          |                          |                          |                                     |
| Enseignant : M. DEL PEDRO, M. PORCHET, F. PRUVOT, N. XENOPHONTIDIS, |          |  |                          |                          |                          |                                     |
| Heures total : 160  |          | Par semaine : cours - Exercices - Pratiques 16 |                          |                          |                          |                                     |
| Destinataires et contrôle des études :                              |          |  |                          |                          | Branches                 |                                     |
| Sections (s)  | Semestre | Oblig.   | Facult.                  | Option                   | Théoriques               | Pratiques                           |
| Mécanique MA ....   | 8ème     | <input checked="" type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| .....   | .....    | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| .....   | .....    | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| .....   | .....    | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |

OBJECTIFS

cours de la quatrième année, les étudiants de l'orientation MA ont à effectuer ux projets de mécanique appliquée, désignés I (HIVER) et II (ETE). Les thèmes de s projets sont choisis dans les domaines de recherche et de développement de IMECO (Institut de mécanique appliquée et de construction des machines). Au tal, un tiers environ du travail est de nature expérimentale.

CONTENU

omains d'activité de l'IMECO

Analyse des contraintes et déformations

Mécanique vibratoire

Méthodes numériques de la mécanique

Conception et calcul des organes de machines

Conception et calcul des structures des machines

Conception et commande des machines-outils.

Conception assistée par ordinateur, développement et utilisation de systèmes.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : travail personnel guidé, en laboratoire et salle de projets

DOCUMENTATION : photocopiés et bibliothèques de l'IMECO

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Orientation MA du 7ème semestre

Préparation pour : -

|  |                 |                           |                          |                                     |                          |                                     |
|--|-----------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| <i>Titre :</i> <b>PROJET D'AUTOMATIQUE</b>                         |                 |                           |                          |                                     |                          |                                     |
| <i>Enseignant :</i> <b>Roland LONGCHAMP, professeur EPFL / DME</b> |                 |                           |                          |                                     |                          |                                     |
| <i>Total heures :</i> 60   |                 | <i>Par semaine: Cours</i> |                          | <i>Exercices</i>                    |                          | <i>Pratique</i> 4                   |
| <i>Destinataires et contrôle des études</i>                        |                 |                           |                          |                                     | <i>Branches</i>          |                                     |
| <i>Section(s)</i>  | <i>Semestre</i> | <i>Oblig.</i>             | <i>Facult.</i>           | <i>Option</i>                       | <i>Théoriques</i>        | <i>Pratiques</i>                    |
| Mécanique .....  | 7e              | <input type="checkbox"/>  | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| .....  |                 | <input type="checkbox"/>  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| .....  |                 | <input type="checkbox"/>  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| .....  |                 | <input type="checkbox"/>  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |

**OBJECTIFS**

L'étudiant exploitera les connaissances des cours de réglage automatique pour traiter un problème pratique. De plus, il s'initiera à des méthodes avancées de l'automatique.

**CONTENU**

Les orientations du projet sont le réglage automatique, la conduite de processus et la simulation. Les domaines d'application sont vastes et interdisciplinaires, par exemple les machines-outils, les robots, les processus chimiques. Les projets recouvrent des aspects théoriques et pratiques, ainsi que des problèmes d'informatique technique.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** Projet individuel, éventuellement à deux.

**DOCUMENTATION :** De l'Institut d'Automatique et de l'industrie.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Application des cours de réglage I et II, ainsi que simulation.

**Préparation pour :**

|  |          |                          |                                     |                          |                          |                                     |
|--|----------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| Titre : MESURES DES DEFORMATIONS         |          |                          |                                     |                          |                          |                                     |
| Enseignant : P. JACQUOT, chargé de cours |          |                          |                                     |                          |                          |                                     |
| Heures total : 20                        |          | Par semaine : cours 2    |                                     |                          | Exercices Pratiques      |                                     |
| Destinataires et contrôle des études :   |          |                          |                                     |                          | Branches                 |                                     |
| Sections (s)                             | Semestre | Oblig.                   | Facult.                             | Option                   | Théoriques               | Pratiques                           |
| Mécanique.....                           | 8        | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| orientation TH-ME-HY.....                | .....    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| .....                                    | .....    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| .....                                    | .....    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |

### OBJECTIFS

A l'issu du cours, l'étudiant doit

- avoir assimilé les phénomènes et principes mis en jeu dans chaque groupe de méthodes;
- être en mesure d'imaginer des adaptations de schémas types en fonction de la nature des déformations à mesurer.

### CONTENU

- Présentation des méthodes de photographie speckle, d'interférométrie speckle et d'interférométrie holographique.
- Définition du speckle. Influence des déformations et des déplacements de l'objet sur les propriétés du speckle.
- Photographie speckle: mesure des déformations dans le plan; enregistrement, dépouillement, filtrage point par point et à champ complet.
- Interférométrie speckle: mesure d'une composante de la déformation; technique de la double exposition; technique du masque; variantes.
- Interférométrie holographique: mesure des déformations hors du plan; enregistrement, restitution et dépouillement.
- Résumé comparatif: nature et étendue des domaines de mesure; limitations, sensibilité.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra.

DOCUMENTATION : Fiches et documents polycopiés.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : Préalable utile pour :

- construction de machines
- mécanique appliquée
- métrologie optique.

|   |                 |                            |                          |                                     |                                     |                          |
|---|-----------------|----------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| <b>Titre : PHOTOELASTICITE</b>                |                 |                            |                          |                                     |                                     |                          |
| <b>Enseignant : Léopold PFLUG, professeur</b> |                 |                            |                          |                                     |                                     |                          |
| <b>Heures totales : 15</b>                    |                 | <b>Par semaine : Cours</b> |                          |                                     | <b>Exercices</b>                    | <b>Pratique 1</b>        |
| <b>Destinataires et contrôle des études :</b> |                 |                            |                          |                                     |                                     |                          |
| <b>Section(s)</b>                             | <b>Semestre</b> | <b>Oblig.</b>              | <b>Facult.</b>           | <b>Option</b>                       | <b>Branches</b>                     |                          |
|   |                 |                            |                          |                                     | <b>Théoriques</b>                   | <b>Pratiques</b>         |
| Mécanique.....                                | 7               | <input type="checkbox"/>   | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Orientation TH-HY -MA.....                    |                 | <input type="checkbox"/>   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| .....   |                 | <input type="checkbox"/>   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| .....   |                 | <input type="checkbox"/>   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |

**OBJECTIFS**

- Percevoir et établir la transmission des efforts dans une structure.
- Adapter la conception d'éléments structuraux afin de minimiser les contraintes internes.

**CONTENU**

- Rappel des notions fondamentales d'élasticité bi-dimensionnelle.
- Théorème de Lamé-Maxwell.
- Les réseaux caractéristiques.
- Points singuliers d'ordre I.
- Les bases optiques de la photoélasticité.
- Exercices pratiques par groupe de deux ou trois étudiants.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** Le cours comporte une partie théorique, illustrée d'exemples concrets et une partie expérimentale comportant des manipulations en laboratoire.

**DOCUMENTATION :** Fiches et documents photocopiés, photographies réalisées par les participants.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

- Préalable utile pour :**
- Construction de machines.
  - Mécanique appliquée.



|   |                 |                            |                          |                                     |                                     |                          |
|---|-----------------|----------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| <b>Titre : MOIRES</b>                         |                 |                            |                          |                                     |                                     |                          |
| <b>Enseignant : Léopold PFLUG, professeur</b> |                 |                            |                          |                                     |                                     |                          |
| <b>Heures totales : 10</b>                    |                 | <b>Par semaine : Cours</b> |                          | <b>Exercices</b>                    |                                     | <b>Pratique 1</b>        |
| <b>Destinataires et contrôle des études :</b> |                 |                            |                          |                                     |                                     |                          |
| <b>Section(s)</b>                             | <b>Semestre</b> | <b>Oblig.</b>              | <b>Facult.</b>           | <b>Option</b>                       | <b>Branches</b>                     |                          |
|   |                 |                            |                          |                                     | <b>Théoriques</b>                   | <b>Pratiques</b>         |
| Mécanique.....                                | 8               | <input type="checkbox"/>   | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Orientation TH-HY -MA.....                    |                 | <input type="checkbox"/>   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| .....   |                 | <input type="checkbox"/>   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| .....   |                 | <input type="checkbox"/>   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |

**OBJECTIFS**

- Percevoir et établir la transmission des efforts dans une structure.
- Adapter la conception d'éléments structuraux afin de minimiser les contraintes internes.

**CONTENU**

- Définition du phénomène.
- Domaines d'application - Les différents types de moirés.
- Etude des déformations planes (u,v) → moiré de contact - moiré aléatoire.
- Etude des déformations hors du plan (w) → moiré d'ombre - moiré de projection - moiré de réflexion.
- Application à des cas pratiques.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** Le cours comporte une partie théorique, illustrée d'exemples concrets et une partie expérimentale comportant des manipulations en laboratoire.

**DOCUMENTATION :** Fiches et documents photocopiés, photographies réalisées par les participants.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable utile pour:**

- Construction de machines.
- Mécanique appliquée.

|   |          |                                     |                          |                          |                          |                                     |
|---|----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| Titre : LABORATOIRE D'ENERGETIQUE ET DE THERMIQUE           |          |                                     |                          |                          |                          |                                     |
| Enseignant : A.BÖLCS - D. FAVRAT - J.C. GIANOLA professeurs |          |                                     |                          |                          |                          |                                     |
| Heures total : 60   |          | Par semaine : cours                 |                          | Exercices                |                          | Pratiques 4                         |
| Destinataires et contrôle des études :                      |          |                                     |                          |                          | Branches                 |                                     |
| Sections (s)  | Semestre | Oblig.                              | Facult.                  | Option                   | Théoriques               | Pratiques                           |
| Mécanique.....  | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| Orientation TH  | 7e       | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| .....   | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| .....   | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |

OBJECTIFS

Savoir concevoir un programme d'essais, maîtriser l'instrumentation adéquate, dépouiller les résultats, faire une évaluation critique et présenter la synthèse de son travail dans un rapport écrit.

CONTENU

Moteur à combustion interne  
 Installations frigorifiques  
 Turbines à gaz  
 Compresseur radial  
 Capteurs solaires  
 Tuyères supersoniques  
 Soufflerie  
 Instrumentation et Mécanique des Fluides  
 Pompes à chaleur  
 Transfert de chaleur  
 Table hydraulique

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Labos de type démonstration et technique de mesure.

DOCUMENTATION : Introduction et manuels des différents instruments et installations.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Thermodynamique, Mécanique des fluides appliquée, Transfert de chaleur  
 Préparation pour : et de masse, Turbomachines.  
 Admission à l'examen final, branche pratique.

|  |          |                                     |                          |                          |                          |                                     |
|--|----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| Titre : LABORATOIRE D'ENERGETIQUE ET DE THERMIQUE            |          |                                     |                          |                          |                          |                                     |
| Enseignant : A. BÖLCS . D. FAVRAT - J.C. GIANOLA professeurs |          |                                     |                          |                          |                          |                                     |
| Heures total : 60  |          | Par semaine : cours                 |                          | Exercices                |                          | Pratiques <sup>6</sup>              |
| Destinataires et contrôle des études :                       |          |                                     |                          |                          | Branches                 |                                     |
| Sections (s)   | Semestre | Oblig.                              | Facult.                  | Option                   | Théoriques               | Pratiques                           |
| Mécanique .....  | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| Orientation JH ..  | .8e..    | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| .....  | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| .....  | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |

OBJECTIFS

Savoir concevoir un programme d'essais, choisir et maîtriser l'instrumentation adéquate, dépouiller les résultats, faire une évaluation critique et présenter la synthèse de son travail dans un rapport écrit.

CONTENU

Etude particulière personnelle liée au développement des installations de recherche et des équipements scientifiques du Laboratoire de Thermodynamique et d'Energétique et du Laboratoire de Thermique Appliquée et de Turbomachines.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Labos personnels (10 séances): résolution de problèmes posés par l'expérience.

DOCUMENTATION : Introduction et manuels des différents instruments et installations.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Thermodynamique, Mécanique des fluides appliquée, Transfert de chaleur  
Préparation pour : et de masse, Turbomachines, Moteurs à combustion interne, Installations thermiques.  
 Admission à l'examen final, branche pratique.

|   |          |   |                          |                          |                          |                                     |
|---|----------|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| Titre : LABORATOIRE D'HYDRAULIQUE ET DE MECANIQUE DES FLUIDES |          |   |                          |                          |                          |                                     |
| Enseignant : P. HENRY, U. MOCAFICO, I. RYHMING, professeurs   |          |   |                          |                          |                          |                                     |
| Heures total : 45   |          | Par semaine : cours - Exercices - Pratiques 3 |                          |                          |                          |                                     |
| Destinataires et contrôle des études :                        |          |   |                          |                          | Branches                 |                                     |
| Sections (s)  | Semestre | Oblig.  | Facult.                  | Option                   | Théoriques               | Pratiques                           |
| Mécanique.....  | .....    | <input type="checkbox"/>                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| orientation HY...   | 7e..     | <input checked="" type="checkbox"/>           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| .....   | .....    | <input type="checkbox"/>                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| .....   | .....    | <input type="checkbox"/>                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |

OBJECTIFS

Assimiler la matière théorique par l'étude et par la mesure de cas concrets: établissement d'un programme d'essais; étalonnage et manipulation des instruments de mesure; dépouillement; estimation des erreurs et discussion des résultats; rédaction d'un rapport utilisable par un tiers.

CONTENU

Les travaux de laboratoire sont choisis dans une liste qui comprend:

- mesure de pertes de charge par frottement et singulières: changements de section et de direction
- mesure d'un jet libre
- mesure de la traînée d'un cylindre
- mesure de la caractéristique d'un ventilateur
- mesure de la caractéristique d'une turbine Pelton
- mesure de l'évolution de la pression et du débit dans une conduite lors d'un coup de bélier
- simulation numérique de phénomènes, par exemple: oscillation de masse dans une chambre d'équilibre; écoulement autour d'un obstacle.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Séances par groupes de 2 étudiants.

DOCUMENTATION : Cours de l'orientation-HY.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : Métrologie et tous les cours de l'orientation HY.

Préalable requis :

Préparation pour :

|   |          |   |                          |                          |                          |                                     |
|---|----------|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| Titre : LABORATOIRE D'HYDRAULIQUE ET DE MECANIQUE DES FLUIDES |          |   |                          |                          |                          |                                     |
| Enseignant : P. HENRY, U. MOCAFICO, I. RYHMING, professeurs   |          |   |                          |                          |                          |                                     |
| heures total : 60   |          | Par semaine : cours - Exercices - Pratiques 6 |                          |                          |                          |                                     |
| Destinataires et contrôle des études :                        |          |   |                          |                          | Branches                 |                                     |
| Sections (s)  | Semestre | Oblig.  | Facult.                  | Option                   | Théoriques               | Pratiques                           |
| Mécanique.....  | .....    | <input type="checkbox"/>                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| Orientation HY...   | 8e..     | <input checked="" type="checkbox"/>           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| .....   | .....    | <input type="checkbox"/>                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| .....   | .....    | <input type="checkbox"/>                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |

**OBJECTIFS**

Après avoir eu un contact concret avec les phénomènes et les machines dont il connaît la théorie, l'étudiant sera capable d'en mieux comprendre les mécanismes. Il saura également établir un programme d'essai, étalonner et manipuler des instruments de mesure, dépouiller des résultats, les discuter, rédiger un rapport.

**CONTENU**

Les travaux de laboratoire sont choisis dans une liste qui comprend :

- mesure de la caractéristique d'une turbo-pompe; cavitation
- mesure de la portance d'un avion par balance aérodynamique à 6 composantes
- mesure de la caractéristique d'une turbine Kaplan
- mesure de la répartition de vitesse à la sortie d'un coude par sonde à 5 trous
- simulation d'écoulements par différentes méthodes numériques.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT** : Séances par groupes de 2 étudiants.

**DOCUMENTATION** : Cours de l'orientation HY.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS** : Métrologie et tous les cours de l'orientation HY.

Préalable requis :

Préparation pour :

|   |          |                                     |                          |                          |                          |                                     |
|---|----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| Titre : PROJET H T E                        |          |                                     |                          |                          |                          |                                     |
| Enseignant : GOLDSCHMID M.L. Professeur CPD |          |                                     |                          |                          |                          |                                     |
| Heures total : 30                           |          | Par semaine : cours                 |                          | Exercices                |                          | Pratiques <sup>2</sup>              |
| Destinataires et contrôle des études :      |          |                                     |                          |                          | Branches                 |                                     |
| Sections (s)                                | Semestre | Oblig.                              | Facult.                  | Option                   | Théoriques               | Pratiques                           |
| Mécanique.....                              | 7e.....  | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| .....                                       | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| .....                                       | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| .....                                       | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |

OBJECTIFS

CONTENU : Travail personnel en relation avec le cours HTE

FORME DE L'ENSEIGNEMENT :

DOCUMENTATION :

LIASON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : PROJET H T E

Enseignant : GOLDSCHMID M.L. Professeur CPD

Heures total : 20

Par semaine : cours

Exercices

Pratiques 2

Destinataires et contrôle des études :

| Sections (s)    | Semestre | Oblig.                              | Facult.                  | Option                   | Branches                 |                                     |
|-----------------|----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
|                 |          |                                     |                          |                          | Théoriques               | Pratiques                           |
| Mécanicien..... | 8e       | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| .....           | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| .....           | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| .....           | .....    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |

OBJECTIFSCONTENU : travail personnel en relation avec le cours HTEFORME DE L'ENSEIGNEMENT :DOCUMENTATION :LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis :

Préparation pour :