

ECOLE POLYTECHNIQUE FEDERALE  
DE LAUSANNE

SECTION DE MECANIQUE

# **LIVRET DES COURS**

ANNEE ACADEMIQUE 1991-1992

ECOLE POLYTECHNIQUE FEDERALE DE LAUSANNE

SECTION DE MECANIQUE

---

**LIVRET DES COURS**

Année académique 1991-1992

**Table des matières**

|                                                                                                       | Page     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| <b>Liste des cours</b>                                                                                |          |
| - classés selon le nom des enseignants                                                                | I-VI     |
| - classés par année d'études :                                                                        |          |
| <b>1ère année</b>                                                                                     |          |
| 1er et 2ème semestres                                                                                 | VII      |
| <b>2ème année</b>                                                                                     |          |
| 3ème et 4ème semestres                                                                                | VII-VIII |
| <b>3ème année</b>                                                                                     |          |
| 5ème et 6ème semestres                                                                                | VIII     |
| <b>Choix de l'orientation et de l'option, 4ème année</b>                                              | IX-X     |
| <b>4ème année</b>                                                                                     |          |
| 7ème semestre                                                                                         | XI-XII   |
| 8ème semestre                                                                                         | XIII-XIV |
| <b>Plan d'études et Règlement d'application du<br/>contrôle des études de la Section de Mécanique</b> | XVI-XXII |
| <b>Résumé des cours</b>                                                                               | 1-107    |

# Liste des cours classés selon le nom des enseignants

| Enseignants | Cours                                                 | Semestres | Pages |
|-------------|-------------------------------------------------------|-----------|-------|
| Avellan     | Cavitation                                            | 8         | 63    |
|             | Turbulence des écoulements incompressibles            | 7         | 69    |
| Bachmann    | Mathématiques (répétitions)                           | 1         | 3     |
| Barmaverain | Eléments de construction I<br>(avec Ramseyer)         | 2         | 39    |
|             | Eléments de construction II<br>(avec Spinnler)        | 3         | 40    |
|             | Projet de conception des machines<br>(avec Spinnler)  | 5/6       | 43-44 |
|             |                                                       |           |       |
| Benoit      | Mécanique générale I,II                               | 1/2       | 31-32 |
|             | Physique générale, TP<br>(avec Riesen)                | 3         | 35    |
| Bölcs       | Transfert de chaleur et de masse<br>(avec Gianola)    | 5         | 29    |
|             | Turbomachines thermiques                              | 7/8       | 76-77 |
|             | Chapitres choisis en Thermique                        | 8         | 83    |
|             | Projet de thermique I, II<br>(avec Favrat et Gianola) | 7/8       | 85-86 |
|             | Laboratoire d'énergétique et de<br>thermique          | 7/8       | 87-88 |
|             | (avec Favrat et Gianola)                              |           |       |
| Bonvin      | Modélisation et Simulation I                          | 7         | 101   |
| Boulic      | Eléments de programmation avancée<br>(avec Thalmann)  | 3         | 50    |
| Buser       | Analyse II                                            | 2         | 2     |
| Cairolì     | Géométrie I,II                                        | 1/2       | 10-11 |
| Corbat      | Moteurs à combustion interne                          | 7/8       | 74-75 |

## II

| Enseignants | Cours                                                                                              | Semestres | Pages |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------|
| Curnier     | Résistance des matériaux II<br>(avec Del Pedro)                                                    | 4         | 17    |
|             | Méthodes numériques en mécanique<br>des solides                                                    | 7         | 97    |
| Decotignie  | Conception de systèmes<br>(avec Mulkens)                                                           | 8         | 93    |
| Del Pedro   | Résistance des matériaux I                                                                         | 3         | 16    |
|             | Résistance des matériaux II<br>(avec Curnier)                                                      | 4         | 17    |
|             | Mécanique appliquée I, II                                                                          | 5/6       | 36-37 |
|             | Projet de mécanique appliquée I, II<br>(avec Mulkens, Porchet, Pruvot, Spinnler,<br>Xenophontidis) | 7/8       | 98-99 |
|             |                                                                                                    |           |       |
| Descloix    | Analyse III, IV                                                                                    | 3/4       | 4-5   |
| Douchet     | Analyse I                                                                                          | 1         | 1     |
| Drotz       | Mécanique des fluides I, II                                                                        | 4/5       | 24-25 |
|             | Méthodes numériques en mécanique<br>des fluides                                                    | 7         | 68    |
| Eldem       | Aérodynamique (avec Sawley)                                                                        | 8         | 60    |
| Favrat      | Thermodynamique et énergétique                                                                     | 3/4       | 27-28 |
|             | Energétique                                                                                        | 7         | 78    |
|             | Systèmes de chauffage et de<br>réfrigération                                                       | 8         | 81    |
|             | Projet de thermique I, II<br>(avec Bölcs et Gianola)                                               | 7/8       | 85-86 |
|             | Laboratoire d'énergétique et de<br>thermique (avec Bölcs et Gianola)                               | 7/8       | 87-88 |
| Fransson    | Mesures thermiques                                                                                 | 8         | 84    |
| Gianola     | Transfert de chaleur et de masse<br>(avec Bölcs)                                                   | 6         | 30    |
|             | Thermique du bâtiment                                                                              | 7         | 79    |
|             | Projet de thermique I, II<br>(avec Bölcs et Favrat)                                                | 7/8       | 85-86 |
|             | Laboratoire d'énergétique et de<br>thermique (avec Bölcs et Favrat)                                | 7/8       | 87-88 |
|             |                                                                                                    |           |       |

### III

| Enseignants | Cours                                                                                    | Semestres  | Pages         |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------|
| Gillet      | Systèmes                                                                                 | 4          | 47            |
| Gmür        | Méthode des éléments finis                                                               | 6          | 38            |
| Goldschmid  | HTE : Psychologie du management<br>Projet HTE                                            | 5/6<br>7/8 | 53<br>106-107 |
| Haldy       | Droit I,II                                                                               | 5/6        | 54-55         |
| Henry       | Conception et comportement des turbomachines hydrauliques                                | 8          | 58            |
|             | Similitude, effets d'échelle                                                             | 7          | 67            |
|             | Projet d'hydraulique et de mécanique des fluides ( <i>avec Mocafico et Truong</i> )      | 7/8        | 70-71         |
|             | Laboratoire d'hydraulique et de mécanique des fluides ( <i>avec Mocafico et Truong</i> ) | 7/8        | 72-73         |
|             |                                                                                          |            |               |
| Hersch      | Informatique en temps réel ( <i>avec Mange</i> )                                         | 1          | 51            |
|             | Informatique industrielle                                                                | 5          | 52            |
| Ilschner    | Métaux et alliages                                                                       | 2          | 13            |
|             | Formage des matériaux                                                                    | 4          | 18            |
|             | Mécanique des déformations et de la rupture                                              | 7          | 94            |
| Jacquot     | Mesures des déformations                                                                 | 8          | 103           |
| Javet       | Chimie appliquée ( <i>avec Lerch et Plattner</i> )                                       | 1          | 12            |
|             | Procédés thermiques industriels                                                          | 8          | 80            |
| Kayal       | Electronique I                                                                           | 5          | 21            |
| Kuenzi      | Métaux et alliages TP                                                                    | 3          | 14            |
| Lerch       | Chimie appliquée ( <i>avec Javet et Plattner</i> )                                       | 1          | 12            |
| Liebling    | Algèbre linéaire I, II                                                                   | 1/2        | 7-8           |
| Longchamp   | Réglage automatique I,II                                                                 | 5/6        | 45-46         |
|             | Réglage automatique III                                                                  | 7          | 100           |
|             | Projet d'automatique                                                                     | 7          | 102           |

IV

| Enseignants  | Cours                                                                                                   | Semestres | Pages |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------|
| Mange        | Informatique en temps réel ( <i>avec Hersch</i> )                                                       | 1         | 51    |
| Margaritondo | Physique générale I,II                                                                                  | 2/3       | 33-34 |
| Mocafico     | Hydraulique                                                                                             | 6         | 26    |
|              | Turbomachines hydrauliques                                                                              | 7         | 66    |
|              | Projet d'hydraulique et de mécanique des fluides ( <i>avec Henry et Truong</i> )                        | 7/8       | 70-71 |
|              | Laboratoire d'hydraulique et de mécanique des fluides ( <i>avec Henry et Truong</i> )                   | 7/8       | 72-73 |
| Morgenthaler | Probabilité et statistique I                                                                            | 3         | 9     |
| Mulkens      | Commande des machines                                                                                   | 7         | 92    |
|              | Conception de systèmes ( <i>avec Decotignie</i> )                                                       | 8         | 93    |
|              | Projet de mécanique appliquée I,II ( <i>avec Del Pedro, Porchet, Pruvot, Spinnler, Xenophontidis</i> )  | 7/8       | 98-99 |
| Pahud        | Machines-outils et automates ( <i>avec Pruvot</i> )                                                     | 7/8       | 89-90 |
|              | Transmissions électrohydrauliques                                                                       | 8         | 96    |
| Petitpierre  | Programmation I, II                                                                                     | 1/2       | 48-49 |
| Pflug        | Photoélasticité                                                                                         | 7         | 104   |
|              | Moirés                                                                                                  | 8         | 105   |
| Plattner     | Chimie appliquée ( <i>avec Javet et Lerch</i> )                                                         | 1         | 12    |
| Porchet      | Systèmes de CFAO                                                                                        | 8         | 91    |
|              | Transmissions hydromécaniques                                                                           | 7         | 95    |
|              | Projet de mécanique appliquée I, II ( <i>avec Del Pedro, Mulkens, Pruvot, Spinnler, Xenophontidis</i> ) | 7/8       | 98-99 |
| Prénat       | Régimes transitoires dans les installations hydrauliques                                                | 8         | 59    |

| Enseignants | Cours                                                                                                 | Semestres | Pages  |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------|
| Pruvot      | Usinage des métaux                                                                                    | 4         | 19     |
|             | Machines-outils et automates<br>(avec Pahud)                                                          | 7/8       | 89-90  |
|             | Projet de mécanique appliquée I, II<br>(avec Del Pedro, Mulkens, Porchet,<br>Spinnler, Xenophontidis) | 7/8       | 98-99  |
| Raffournier | Gestion d'entreprise I,II                                                                             | 5/6       | 56-57  |
| Ramseyer    | Eléments de construction I<br>(avec Barmaverain)                                                      | 2         | 39     |
| Rappaz      | Analyse numérique                                                                                     | 4         | 6      |
| Riesen      | Physique générale TP (avec Benoit)                                                                    | 3         | 18     |
| Sawley      | Aérodynamique (avec Eldem)                                                                            | 8         | 60     |
| Semmler     | Analysis I,II                                                                                         | 1/2       | 1-2bis |
| Simond      | Electrotechnique                                                                                      | 4         | 20     |
|             | Machines et installations électriques I,II                                                            | 5/6       | 22-23  |
| Spinnler    | Eléments de construction II<br>(avec Barmaveraqin)                                                    | 3         | 40     |
|             | Conception des machines                                                                               | 4/5       | 41-42  |
|             | Projet de conception des machines<br>(avec Barmaverain)                                               | 5/6       | 43-44  |
|             | Projet de mécanique appliquée I,II<br>(avec Del Pedro, Mulkens, Porchet,<br>Pruvot, Xenophontidis)    | 7/8       | 98-99  |
|             |                                                                                                       |           |        |
| Tastavi     | Centrales thermiques et environnement                                                                 | 7         | 82     |
| Thalmann    | Eléments de programmation avancés<br>(avec Boulic)                                                    | 3         | 50     |
| Truong      | Mesures en mécanique des fluides                                                                      | 7/8       | 64-65  |
|             | Mécanique des fluides industriels I,II                                                                | 7/8       | 61-62  |
|             | Projet d'hydraulique et de mécanique<br>des fluides (avec Henry et Mocafico)                          | 7/8       | 70-71  |
|             | Laboratoire d'hydraulique et de<br>mécanique des fluides                                              | 7/8       | 72-73  |
|             | (avec Henry et Mocafico)                                                                              |           |        |

## VI

| Enseignants   | Cours                                                                                          | Semestres | Pages |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------|
| Xenophontidis | Projet de mécanique appliquée I, II<br>(avec Del Pedro, Mulkens, Porchet,<br>Pruvot, Spinnler) | 7/8       | 98-99 |
| Zambelli      | Introduction à la science des matériaux                                                        | 1         | 15    |

# VII

## Liste des cours classés par année d'études

| Cours                                      | Enseignants            | Pages |
|--------------------------------------------|------------------------|-------|
| <b>Première année - premier semestre</b>   |                        |       |
| Analyse I                                  | Douchet                | 1     |
| Analysis I                                 | Semmler                | 1bis  |
| Mathématiques (répétition)                 | Bachmann               | 3     |
| Algèbre linéaire I                         | Liebling               | 7     |
| Géométrie I                                | Cairolì                | 10    |
| Programmation I                            | Petitpierre            | 48    |
| Mécanique générale I                       | Benoit                 | 31    |
| Chimie appliquée                           | Javet, Lerch, Plattner | 12    |
| Introduction à la science des matériaux    | Zambelli               | 15    |
| Informatique en temps réel                 | Mange, Hersch          | 51    |
| <b>Première année - deuxième semestre</b>  |                        |       |
| Analyse II                                 | Buser                  | 2     |
| Analysis II                                | Semmler                | 2bis  |
| Algèbre linéaire II                        | Liebling               | 8     |
| Géométrie II                               | Cairolì                | 11    |
| Programmation II                           | Petitpierre            | 49    |
| Mécanique générale II                      | Benoit                 | 32    |
| Physique générale I                        | Margaritondo           | 33    |
| Métaux et alliages                         | Iltschner              | 13    |
| Eléments de construction I                 | Barmaverain, Ramseyer  | 39    |
| <b>Deuxième année - troisième semestre</b> |                        |       |
| Analyse III                                | Descloix               | 4     |
| Probabilité et statistique I               | Morgenthaler           | 9     |
| Eléments de programmation avancée          | Thalmann, Boulic       | 50    |
| Physique générale II                       | Margaritondo           | 34    |
| Physique générale TP                       | Benoit, Riesen         | 35    |
| Métaux et alliages TP                      | Kuenzi                 | 14    |
| Thermodynamique et énergétique             | Favrat                 | 27    |
| Résistance des matériaux I                 | Del Pedro              | 16    |
| Eléments de construction II                | Spinnler, Barmaverain  | 40    |

## VIII

| Cours                                    | Enseignants           | Pages |
|------------------------------------------|-----------------------|-------|
| Deuxième année - quatrième semestre      |                       |       |
| Analyse IV                               | Descoux               | 5     |
| Analyse numérique                        | Rappaz                | 6     |
| Electrotechnique                         | Simond                | 20    |
| Mécanique des fluides I                  | Drotz                 | 24    |
| Thermodynamique et énergétique           | Favrat                | 28    |
| Résistance des matériaux II              | Del Pedro, Curnier    | 17    |
| Formage des matériaux                    | Ilchner               | 18    |
| Usinage des métaux                       | Pruvot                | 19    |
| Conception des machines                  | Spinnler              | 41    |
| Systèmes                                 | Gillet                | 47    |
| Troisième année - cinquième semestre     |                       |       |
| Electronique I                           | Kayal                 | 21    |
| Machines et installations électriques I  | Simond                | 22    |
| Mécanique des fluides II                 | Drotz                 | 25    |
| Transfert de chaleur et de masse         | Bölcs                 | 29    |
| Mécanique appliquée I                    | Del Pedro             | 36    |
| Conception des machines                  | Spinnler              | 42    |
| Projet de conception des machines        | Spinnler, Barmaverain | 43    |
| Informatique industrielle                | Hersch                | 52    |
| Réglage automatique I                    | Longchamp             | 45    |
| Droit I                                  | Haldy                 | 54    |
| HTE : Psychologie du management          | Goldschmid            | 53    |
| Gestion d'entreprise                     | Raffournier           | 56    |
| Troisième année - sixième semestre       |                       |       |
| Machines et installations électriques II | Simond                | 23    |
| Hydraulique                              | Mocafico              | 26    |
| Transfert de chaleur et de masse         | Gianola               | 30    |
| Mécanique appliquée II                   | Del Pedro             | 37    |
| Méthode des éléments finis               | Gmür                  | 38    |
| Projet de conception des machines        | Spinnler, Barmaverain | 44    |
| Réglage automatique II                   | Longchamp             | 46    |
| Droit II                                 | Haldy                 | 55    |
| HTE : Psychologie du management          | Goldschmid            | 53    |
| Gestion d'entreprise                     | Raffournier           | 57    |

## 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 1991/92 sont :

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| Hydraulique et Mécanique des fluides | HY |
| Thermique                            | TH |
| Mécanique appliquée                  | MA |

\*   \*   \*

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 1991/92 sont les suivants :

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

- a) Turbomachines hydrauliques  
+  
Similitude, effets d'échelle  
(Cours 3 h. + 1 h. - projet 4 h.)

ou

- b) Méthodes numériques en mécanique des fluides  
(Cours 4 h. - projet 4 h.)

### Option dans l'orientation Thermique:

- a) Turbomachines thermiques  
(Cours 4 h. - projet 4 h.)
- ou
- b) Moteurs à combustion interne  
+  
Centrales thermiques et environnement  
(Cours 2 h. + 2 h. - projet 4 h.)

\*

### Option dans l'orientation Mécanique appliquée:

- a) Machines-outils et automates  
(Cours 4 h. - projet 4 h.)
- ou
- b) Méthodes numériques en mécanique des solides  
(Cours 4 h. - projet 4 h.)

\*

### Option Automatique:

Réglage automatique III  
+  
Modélisation et Simulation I  
(Cours 2 h. + 2 h. - projet 4 h.)

Quatrième année - septième semestre

Orientation HYDRAULIQUE - HY

|                                                       |                       |     |
|-------------------------------------------------------|-----------------------|-----|
| Mécanique des fluides industriels I                   | Truong                | 61  |
| Mesures en Mécanique des fluides                      | Truong                | 64  |
| * Turbomachines hydrauliques                          | Mocafico              | 66  |
| * Similitude, effets d'échelle                        | Henry                 | 67  |
| * Méthodes numériques en mécanique des fluides        | Drotz                 | 68  |
| Turbulence des écoulements incompressibles            | Avellan               | 69  |
| * Projet d'hydraulique et de mécanique des fluides    | Henry,Mocafico,Truong | 70  |
| Laboratoire d'hydraulique et de mécanique des fluides | Henry,Mocafico,Truong | 72  |
| Cours "Option"                                        |                       |     |
| Projet "Option"                                       |                       |     |
| Photoélasticité                                       | Pflug                 | 104 |
| Projet HTE                                            | Goldschmid            | 106 |

Orientation THERMIQUE - TH

|                                           |                        |     |
|-------------------------------------------|------------------------|-----|
| Mécanique des fluides industriels I       | Truong                 | 61  |
| * Moteurs à combustion interne            | Corbat                 | 74  |
| * Turbomachines thermiques                | Bölcs                  | 76  |
| Energétique                               | Favrat                 | 78  |
| Thermique du bâtiment                     | Gianola                | 79  |
| * Centrales thermiques et environnement   | Tastavi                | 82  |
| * Projet de thermique I                   | Bölcs, Favrat, Gianola | 85  |
| Laboratoire d'énergétique et de thermique | Bölcs, Favrat, Gianola | 87  |
| Cours "Option"                            |                        |     |
| Projet "Option"                           |                        |     |
| Photoélasticité                           | Pflug                  | 104 |
| Projet HTE                                | Goldschmid             | 106 |

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

| Cours                                          | Enseignants                                                  | Pages |
|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-------|
| <b>Orientation MECANIQUE APPLIQUEE - MA</b>    |                                                              |       |
| * Machines-outils et automates                 | Pruvot, Pahud                                                | 89    |
| Commande des machines                          | Mulkens                                                      | 92    |
| Mécanique des déformations et de la rupture I  | Ilchner                                                      | 94    |
| Transmissions hydromécaniques                  | Porchet                                                      | 95    |
| * Méthodes numériques en mécanique des solides | Curnier                                                      | 97    |
| * Projet de mécanique appliquée I              | Del Pedro, Mulkens, Porchet, Pruvot, Spinnler, Xenophonditis | 98    |
| Cours "Option"                                 |                                                              |       |
| Projet "Option"                                |                                                              |       |
| Photoélasticité                                | Pflug                                                        | 104   |
| Projet HTE                                     | Goldschmid                                                   | 106   |
| <b>Option AUTOMATIQUE</b>                      |                                                              |       |
| * Réglage automatique III                      | Longchamp                                                    | 100   |
| * Modélisation et Simulation I                 | Bonvin                                                       | 101   |
| * Projet d'Automatique                         | Longchamp                                                    | 102   |

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

| Cours                                                     | Enseignants             | Pages |
|-----------------------------------------------------------|-------------------------|-------|
| Quatrième année - huitième semestre                       |                         |       |
| Orientation HYDRAULIQUE - HY                              |                         |       |
| Conception et comportement des turbomachines hydrauliques | Henry                   | 58    |
| Régimes transitoires                                      | Prénat                  | 59    |
| Aérodynamique                                             | (Ryhming) Eldem, Sawley | 60    |
| Mécanique des fluides industriels II                      | Truong                  | 62    |
| Cavitation                                                | Avellan                 | 63    |
| Mesures en Mécanique des fluides                          | Truong                  | 65    |
| Projet d'hydraulique et de mécanique des fluides          | Henry, Mocaïco, Truong  | 71    |
| Mesures des déformations                                  | Jacquot                 | 103   |
| Moirés                                                    | Pflug                   | 105   |
| Laboratoire d'hydraulique et de mécanique des fluides     | Henry, Mocaïco, Truong  | 73    |
| Projet HTE                                                | Goldschmid              | 107   |

## Orientation THERMIQUE - TH

|                                           |                        |     |
|-------------------------------------------|------------------------|-----|
| Moteurs à combustion interne              | Corbat                 | 75  |
| Turbomachines thermiques                  | Bölcs                  | 77  |
| Procédés thermiques industriels           | Javet                  | 80  |
| Systèmes de chauffage et de réfrigération | Favrat                 | 81  |
| Chapitres choisis en Thermique            | Bölcs                  | 83  |
| Mesures thermiques                        | Fransson               | 84  |
| Projet de thermique II                    | Bölcs, Favrat, Gianola | 86  |
| Mesures des déformations                  | Jacquot                | 103 |
| Moirés                                    | Pflug                  | 105 |
| Laboratoire d'énergétique et de thermique | Bölcs, Favrat, Gianola | 88  |
| Projet HTE                                | Goldschmid             | 107 |

| Cours                                | Enseignants                                                        | Pages |
|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-------|
| Orientation MECANIQUE APPLIQUEE - MA |                                                                    |       |
| Machines-outils et automates         | Pruvot, Pahud                                                      | 90    |
| Systèmes de CFAO                     | Porchet                                                            | 91    |
| Conception de systèmes               | Mulkens, Decotignie                                                | 93    |
| Transmissions électrohydrauliques    | Pahud                                                              | 96    |
| Projet de mécanique appliquée II     | Del Pedro, Mulkens, Porchet,<br>Pruvot, Spinnler,<br>Xenophontidis | 99    |
| Mesures des déformations             | Jacquot                                                            | 103   |
| Moirés                               | Pflug                                                              | 105   |
| Projet HTE                           | Goldschmid                                                         | 107   |

# Plan d'études

## de la section de Mécanique

arrêté par le CEPF le 28 juin 1991 en vertu de l'article 7, 3e alinéa  
de l'ordonnance sur le CEPF du 16 novembre 1983

**valable seulement  
pour l'année académique 1991/92**

|                                           |                        |
|-------------------------------------------|------------------------|
| Chef de département                       | Prof. R. Longchamp     |
| Président de la commission d'enseignement | Prof. D. Favrat        |
| Conseillers d'études                      |                        |
| : 1ère année                              | Prof. H. Mulkens       |
| : 2ème année                              | Prof. D. Bonvin        |
| : 3ème année                              | Prof. D. Favrat        |
| : 4ème année                              | Prof. G. Spinnler      |
| : diplômants                              | Prof. R. Longchamp     |
| Coordinateur HTE                          | Prof. N. Xenophontidis |
| Administrateur                            | G. Schlienger          |

## MECANIQUE

| SEMESTRE | Matière                                    | Les enseignants sont indiqués sous réserve de modification | TRONC COMMUN |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |     |
|----------|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-----|
|          |                                            |                                                            | 1            |   |   | 2 |   |   | 3 |   |   | 4 |   |   | 5 |   |   | 6 |   |     |
|          |                                            |                                                            | c            | e | p | c | e | p | c | e | p | c | e | p | c | e | p | c | e | p   |
|          | Enseignants                                |                                                            |              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |     |
|          | Analyse I-I (cours en français) ou         | Douchet+Buser                                              | 4            | 4 |   | 4 | 4 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 200 |
|          | Analyse I.II (cours en allemand)           | Semmler                                                    | 4            | 4 |   | 4 | 4 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 200 |
|          | Mathématiques (répétition)                 | Bachmann                                                   | <2>          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 115 |
|          | Analyse III.IV                             | Descloux                                                   |              |   |   |   |   |   | 3 | 2 |   | 2 | 2 |   |   |   |   |   |   | 30  |
|          | Analyse numérique                          | Rappaz J.                                                  |              |   |   |   |   |   |   |   |   | 2 | 1 |   |   |   |   |   |   | 75  |
|          | Algèbre linéaire I.II                      | Liebling                                                   | 2            | 1 |   | 2 | 1 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 45  |
|          | Probabilité et statistique I               | Morgenthaler                                               |              |   |   |   |   |   | 2 | 1 |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 75  |
|          | Géométrie I.II                             | Cairolì                                                    | 2            | 1 |   | 2 | 1 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |     |
|          |                                            |                                                            |              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |     |
|          | Chimie appliquée                           | Lerch/Plattner/Javet                                       | 3            | 1 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 60  |
|          |                                            |                                                            |              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |     |
|          | Métaux et alliages + TP                    | Iltschner+Künzi                                            |              |   |   |   | 4 |   |   |   | 2 |   |   |   |   |   |   |   |   | 70  |
|          | Introduction à la science des matériaux    | Zambelli                                                   | 3            |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 45  |
|          | Résistance des matériaux I                 | Del Pedro                                                  |              |   |   |   |   |   | 3 | 2 |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 75  |
|          | Résistance des matériaux II                | Del Pedro/Cumier                                           |              |   |   |   |   |   |   |   |   | 3 | 2 |   |   |   |   |   |   | 50  |
|          | Formage des matériaux                      | Iltschner                                                  |              |   |   |   |   |   |   |   |   | 2 |   |   |   |   |   |   |   | 20  |
|          | Usinage des métaux                         | Pruvot                                                     |              |   |   |   |   |   |   |   |   | 3 |   |   |   |   |   |   |   | 30  |
|          |                                            |                                                            |              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |     |
|          | Electrotechnique                           | Simond                                                     |              |   |   |   |   |   |   |   |   | 2 |   |   |   |   |   |   |   | 20  |
|          | Electronique I                             | Kayal                                                      |              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 2 | 1 |   |   |   | 45  |
|          | Machines et installations électriques I.II | Simond                                                     |              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 2 | 1 |   | 2 |   | 85  |
|          |                                            |                                                            |              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |     |
|          | Mécanique des fluides I.II                 | Drotz                                                      |              |   |   |   |   |   |   |   |   | 3 | 2 |   | 2 | 2 |   |   |   | 110 |
|          | Hydraulique                                | Mocafico                                                   |              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 4 |   | 40  |
|          |                                            |                                                            |              |   |   |   |   |   |   |   |   | 2 | 1 |   |   |   |   |   |   | 100 |



**SEMESTRE**

[illegible]

**c** = cours    **e** = exercices    **p** = branches pratiques    **<>** = facultatif    en italique = cours à option

**REGLEMENT D'APPLICATION DU CONTROLE DES  
ETUDES DE LA SECTION  
DE MECANIQUE DE L'EPFL**  
(sessions de printemps, d'été et d'automne 1992)

du 28 juin 1991

*Le Conseil des écoles polytechniques fédérales*

vu l'article 28 de l'ordonnance générale du contrôle des études à l'EPFL du 28.6.91

arrête

**Article premier - Champ d'application**

Le présent règlement est applicable aux examens de la section de Mécanique de l'EPFL dans le cadre des études de diplôme.

**Examens propédeutiques**

**Art. 2 - Examen propédeutique I**

1 L'examen propédeutique I comprend des épreuves dans les branches théoriques suivantes:

|                                                    | coefficient |
|----------------------------------------------------|-------------|
| 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           |

2 Les notes obtenues dans les branches pratiques suivantes entrent dans le calcul des résultats de l'examen:

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

3 L'examen propédeutique I est réussi lorsque le candidat a obtenu une moyenne égale ou supérieure à 6 dans les branches théoriques d'une part, et une moyenne égale ou supérieure à 6 dans l'ensemble des branches désignées aux alinéas 1 et 2 d'autre part.

4 Lorsque les conditions de réussite ne sont pas remplies, la répétition ne porte que sur les branches théoriques si la moyenne des branches pratiques est suffisante.

**Art. 3 - Examen propédeutique II**

1 L'examen propédeutique II comprend des épreuves dans les branches théoriques suivantes:

|                                                              | coefficient |
|--------------------------------------------------------------|-------------|
| 1. Analyse III,IV (écrit)                                    | 1           |
| 2. Physique générale I,II (écrit)                            | 1           |
| 3. Résistance des matériaux I,II (oral)                      | 1           |
| 4. Formage des matériaux et Usinage des métaux (oral)        | 1           |
| 5. Thermodynamique et Energétique (oral)                     | 1           |
| 6. Probabilité et Statistique I et Analyse numérique (écrit) | 1           |
| 7. Mécanique des fluides I (oral)                            | 1           |
| 8. Electrotechnique (oral)                                   | 1           |

2 Les notes obtenues dans les branches pratiques suivantes entrent dans le calcul des résultats de l'examen:

|                                               |   |
|-----------------------------------------------|---|
| 9. TP de Physique générale (hiver)            | 1 |
| 10. Métaux et alliages, Laboratoire (hiver)   | 1 |
| 11. Eléments de programmation avancée (hiver) | 1 |
| 12. Eléments de construction II (hiver)       | 1 |

3 L'examen propédeutique II est réussi lorsque le candidat a obtenu

une moyenne égale ou supérieure à 6 dans les branches théoriques d'une part, et une moyenne égale ou supérieure à 6 dans l'ensemble des branches désignées aux alinéas 1 et 2 d'autre part.

4 Lorsque les conditions de réussite ne sont pas remplies, la répétition ne porte que sur les branches théoriques si la moyenne des branches pratiques est suffisante.

**Art. 4 - Stage obligatoire**

1 Pour être admis en 3ème année, l'étudiant doit en outre avoir effectué un stage d'une durée de quatre à six semaines entre les semestres durant la 2ème année d'études.

2 Les directives relatives au stage et au rapport de stage font l'objet de dispositions internes au département.

**Examens de promotion**

**Art. 5 - Examen de promotion de 3ème année**

1 L'examen de promotion de 3ème année comprend des épreuves dans les branches théoriques suivantes:

|                                               | coefficient |
|-----------------------------------------------|-------------|
| Session de printemps                          |             |
| 1. Electronique I                             | 1           |
| 2. Mécanique des fluides II                   | 1           |
| Session d'été                                 |             |
| 3. Hydraulique                                | 1           |
| 4. Méthode des éléments finis                 | 1           |
| 5. Conception des machines I,II               | 1           |
| 6. Machines et installations électriques I,II | 1           |
| 7. Réglage automatique I,II et Systèmes       | 1           |
| 8. Droit I,II et Gestion d'entreprise I,II    | 1           |

2 Les notes obtenues dans les branches pratiques suivantes entrent dans le calcul des résultats de l'examen:

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

3 L'examen de promotion de 3ème année est réussi lorsque le candidat a obtenu une moyenne égale ou supérieure à 6 dans les branches théoriques d'une part, et une moyenne égale ou supérieure à 6 dans les branches pratiques d'autre part.

4 Lorsque les conditions de réussite ne sont pas remplies, la répétition ne porte que sur les branches pratiques si la moyenne des branches théoriques est suffisante, ou sur les branches théoriques si la moyenne des branches pratiques est suffisante.

**Art. 6 - Admission en 4ème année**

En 4ème année, l'étudiant choisit l'une des trois orientations:

- Hydraulique (HY)
- Thermique (TH)
- Mécanique appliquée (MA)

**Art. 7 - Branches à option de 4ème année**

1 Au 7ème semestre, l'étudiant doit choisir, dans une autre orientation, une des options suivantes:

- dans l'orientation HY, "Turbomachines hydrauliques et Similitude" ou "Méthodes numériques en mécanique des fluides";
- dans l'orientation TH, "Turbomachines thermiques" ou "Moteurs à combustion interne, Centrales thermiques et environnement";
- dans l'orientation MA, "Machines-outils et automates" ou "Méthodes numériques en mécanique des solides";
- dans l'option réglage, "Réglage automatique III, Modélisation et simulation I".

2 Chaque branche comprend 4 heures de cours et exercices ainsi que 4 heures de travaux pratiques, par semaine.

## Art. 8 - Examen de promotion de 4ème année

1 L'examen de promotion de 4ème année comprend des épreuves dans les branches théoriques suivantes:

|                                                | coefficient |
|------------------------------------------------|-------------|
| <i>Orientation "Hydraulique (HY)"</i>          |             |
| Session de printemps                           |             |
| 1. Similitude, effets d'échelle                | 1           |
| 2. Turbomachines hydrauliques                  | 1           |
| 3. Turbulences des écoulements incompressibles |             |
| Session d'été                                  |             |
| 4. Mesures en mécanique des fluides            | 1           |
| 5. Aerodynamique                               | 1           |

*Orientation "Thermique (TH)"*

|                                              |   |
|----------------------------------------------|---|
| Session de printemps                         |   |
| 1. Mécanique des fluides industriels I       | 1 |
| Session d'été                                |   |
| 2. Moteurs à combustion interne              | 1 |
| 3. Systèmes de chauffage et de réfrigération | 1 |
| 4. Mesures thermiques                        | 1 |

*Orientation "Mécanique appliquée (MA)"*

|                                                                       |   |
|-----------------------------------------------------------------------|---|
| Session de printemps                                                  |   |
| 1. Méthodes numériques en mécanique des solides                       | 1 |
| Session d'été                                                         |   |
| 2. Commande des machines et conception de systèmes                    | 1 |
| 3. Transmissions hydromécaniques et transmissions électrohydrauliques | 1 |

2 Les notes obtenues dans les branches pratiques suivantes entrent dans le calcul des résultats de l'examen:

*Orientation "Hydraulique (HY)"*

|                                                                      |   |
|----------------------------------------------------------------------|---|
| 6. Projet d'hydraulique et de mécanique des fluides (hiver)          | 1 |
| 7. Projet d'hydraulique et de mécanique des fluides (été)            | 1 |
| 8. Laboratoire d'hydraulique et de mécanique des fluides (hiver+été) | 1 |
| 9. Projet option autre orientation (hiver)                           | 1 |
| 10. Projet HTE (hiver+été)                                           | 1 |

*Orientation "Thermique (TH)"*

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

*Orientation "Mécanique appliquée (MA)"*

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

3 L'examen de promotion de 4ème année est réussi lorsque le candidat a obtenu une moyenne égale ou supérieure à 6 dans les branches théoriques d'une part, et une moyenne égale ou supérieure à 6 dans les branches pratiques d'autre part.

4 Lorsque les conditions de réussite ne sont pas remplies, la répétition ne porte que sur les branches pratiques si la moyenne des branches théoriques est suffisante, ou sur les branches théoriques si la moyenne des branches pratiques est suffisante.

## Examen final de diplôme

## Art. 9 - Epreuves de l'examen final (EF)

L'examen final de diplôme comprend des épreuves dans les branches théoriques suivantes:

|                                             | coefficient |
|---------------------------------------------|-------------|
| <i>Tronc commun</i>                         |             |
| 1. Mécanique des fluides I,II <sup>1)</sup> | 1           |
| 2. Mécanique appliquée I,II                 | 1           |
| 3. Transfert de chaleur et de masse I,II    | 1           |

*Orientation "Hydraulique (HY)"*

|                                                                          |   |
|--------------------------------------------------------------------------|---|
| 4. Conception et comportement des turbomachines hydrauliques, cavitation | 1 |
| 5. Régimes transitoires et méthodes numériques en mécanique des fluides  | 1 |
| 6. Mécanique des fluides industriels I,II                                | 1 |
| 7. Une option selon l'art.7                                              | 1 |

*Orientation "Thermique (TH)"*

|                                                                 |   |
|-----------------------------------------------------------------|---|
| 4. Turbomachines thermiques et méthodes numériques en thermique | 1 |
| 5. Technique du bâtiment et procédés thermiques industriels     | 1 |
| 6. Energétique, centrales thermiques et environnement           | 1 |
| 7. Une option selon l'art.7                                     | 1 |

*Orientation "Mécanique appliquée"*

|                                                  |   |
|--------------------------------------------------|---|
| 4. Machines-outils et automates                  | 1 |
| 5. Systèmes de CFAO                              | 1 |
| 6. Mécanique des déformations et de la rupture I | 1 |
| 7. Une option selon l'art.7                      | 1 |

## Art. 10 - Travail pratique de diplôme (TPD)

1 Pour pouvoir entreprendre le TPD, le candidat doit avoir obtenu une moyenne égale ou supérieure à 6 dans les épreuves théoriques mentionnées à l'art. 9.

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

3 La durée du TPD est de quatre mois.

## Dispositions finales

## Art. 11 - Abrogation du droit en vigueur

Le règlement d'application du contrôle des études de la section de Mécanique de l'EPFL du 26 juin 1990 est abrogé.

## Art. 12 - Entrée en vigueur

Le présent règlement entre en vigueur le 1er janvier 1992.

28 juin 1991

Au nom du Conseil des Ecoles  
polytechniques fédérales:

Le président, Crottaz  
Le secrétaire général, Fulda

<sup>1)</sup> Mécanique des fluides jusqu'en 92/93

|                                                   |                                           |                                     |                          |                          |                                     |                          |
|---------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Titre : ANALYSE I                                 |                                           |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| Enseignant : J. DOUCHET, Chargé de cours EPFL/DMA |                                           |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| Heures totales : 120                              | Par semaine: Cours 4 Exercices 4 Pratique |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| Destinataires et contrôle des études              |                                           |                                     |                          |                          | Branches                            |                          |
| Section(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"/> |
| Matériaux.....                                    | 1                                         | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Génie civil.....                                  | 1                                         | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Génie Rural + Géomètre .....                      | 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: Calcul différentiel et intégral I & III, J. Douchet & B. Zwahlen  
PPR 1983 / 1987  
Calcul différentiel et intégral I & II, N. Piskounov, Ed. Mir, Moscou

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis:

Préparation pour:

|                                                                    |                     |                                     |                          |                          |                                     |                          |
|--------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| <b>Titre : ANALYSIS I - cours en allemand</b>                      |                     |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| <b>Enseignant : Klaus-Dieter SEMMLER, chargé de cours EPFL/DMA</b> |                     |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| <b>Heures totales :</b> 120                                        | <b>Par semaine:</b> | <b>Cours</b>                        | 4                        | <b>Exercices</b>         | 4                                   | <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.....                                                     | 1                   | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| MX, G.C., G.R.G.....                                               | 1                   | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| MI, MA.....                                                        | 1                   | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Electricité,Physique,Inform..                                      | 1                   | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

**ZIEL**

Differential- und Integralrechnung : Grundbegriffe, Methoden, Resultate

**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

**LEHRFORM :** Ex cathedra, Uebungen im Saal

**DOKUMENTATION :** *Calcul différentiel et intégral I & III*, J. Douchet & B. Zwahlen  
P.P.R. 1983 / 1987  
*Ingenieur Analysis I & II*, Christian Blatter, VdF, Zürich 1989

**ZUSAMMENHANG MIT ANDEREN KURSEN :**

**Vorbedingungen :**  
**Vorbereitung für :**

|                                                      |                                                  |                                     |                          |                          |                                     |                          |
|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| <b>Titre : ANALYSE II</b>                            |                                                  |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| <b>Enseignant : Peter BUSER, professeur EPFL/DMA</b> |                                                  |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| <b>Heures totales :</b> 80                           | <b>Par semaine:</b> Cours 4 Exercices 4 Pratique |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| <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.....                                       | 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"/> |
| Génie civil.....                                     | 2                                                | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Génie Rural + Géomètre .....                         | 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 d'une variable 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:** *Calcul différentiel et intégral II & IV*, J. Douchet & B. Zwahlen, PPR  
*Calcul différentiel et intégral I & II*, N. Piskounov, Ed. Mir, Moscou

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis:**

**Préparation pour:**

|                                                             |          |                                           |                          |                          |                                     |                          |  |
|-------------------------------------------------------------|----------|-------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--|
| Titre : ANALYSIS II - cours en allemand                     |          |                                           |                          |                          |                                     |                          |  |
| Enseignant : Klaus-Dieter SEMMLER, chargé de cours EPFL/DMA |          |                                           |                          |                          |                                     |                          |  |
| Heures totales : 80                                         |          | Par semaine: Cours 4 Exercices 4 Pratique |                          |                          |                                     |                          |  |
| Destinataires et contrôle des études                        |          |                                           |                          |                          | Branches                            |                          |  |
| Section(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"/> |  |
| MX, G.C., G.R.G. ....                                       | 2        | <input checked="" type="checkbox"/>       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |
| MI. MA.....                                                 | 2        | <input checked="" type="checkbox"/>       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |
| Electricité,Physique,Inform..                               | 2        | <input checked="" type="checkbox"/>       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |

**ZIEL**

Differential- und Integralrechnung : Grundbegriffe, Methoden, Resultate

**INHALT**

Differential- und Integralrechnung der Funktionen mehrerer Variablen :

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

**LEHRFORM :** Ex cathedra, Uebungen im Saal

**DOKUMENTATION:** *Calcul différentiel et intégral II & IV*, J. Douchet & B. Zwahlen, P.P.R. 1985 / 1988  
*Ingenieur Analysis I & II*, Christian Blatter, VdF, Zürich 1989

**ZUSAMMENHANG MIT ANDEREN KURSEN :**

**Vorbedingungen :** Analysis I, Lineare Algebra I

**Vorbereitung für :**

|                                                           |                 |                                                |                                     |                          |                          |                          |
|-----------------------------------------------------------|-----------------|------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <b>Titre : MATHEMATIQUES (REPETITIONS)</b>                |                 |                                                |                                     |                          |                          |                          |
| <b>Enseignant : O. BACHMANN, chargé de cours EPFL/DMA</b> |                 |                                                |                                     |                          |                          |                          |
| <b>Heures totales : 30</b>                                |                 | <b>Par semaine: Cours 2 Exercices 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>         |
| Toutes .....                                              | 1               | <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"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

**OBJECTIFS**

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

**CONTENU**

Eléments du calcul différentiel et intégral des fonctions d'une variable; éléments de géométrie analytique; algèbre des nombres complexes; calcul vectoriel et matriciel.

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

**DOCUMENTATION:**

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis:** Cours de base en mathématiques et physique

**Préparation pour:**

|                                               |                                                  |                                     |                          |                          |                                     |                          |
|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| <b>Titre : ANALYSE III</b>                    |                                                  |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| <b>Enseignant : Jean DESCLOUX, professeur</b> |                                                  |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| <b>Heures totales : 75</b>                    | <b>Par semaine: Cours 3 Exercices 2 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:** M. Spiegel : Analyse vectorielle, Schaum, Mc Graw-Hill 1973.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

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

**Préparation pour:**

|                                        |          |                                           |                          |                          |                                     |                          |
|----------------------------------------|----------|-------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Titre : ANALYSE IV                     |          |                                           |                          |                          |                                     |                          |
| Enseignant : Jean DESCLOUX, professeur |          |                                           |                          |                          |                                     |                          |
| Heures totales : 40                    |          | Par semaine: Cours 2 Exercices 2 Pratique |                          |                          |                                     |                          |
| Destinataires et contrôle des études   |          |                                           |                          |                          | Branches                            |                          |
| Section(s)                             | Semestre | Oblig.                                    | Facult.                  | Option                   | Théoriques                          | Pratiques                |
| 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 NUMERIQUE               |          |                                           |                          |                          |                                     |                          |
| Enseignant : Jacques RAPPAZ, professeur |          |                                           |                          |                          |                                     |                          |
| Heures totales : 30                     |          | Par semaine: Cours 2 Exercices 1 Pratique |                          |                          |                                     |                          |
| Destinataires et contrôle des études    |          |                                           |                          |                          | Branches                            |                          |
| Section(s)                              | Semestre | Oblig.                                    | Facult.                  | Option                   | Théoriques                          | Pratiques                |
| GENIE CIVIL.....                        | 4        | <input checked="" type="checkbox"/>       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| GENIE RURAL.....                        | 4        | <input checked="" type="checkbox"/>       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| MECANIQUE.....                          | 4        | <input checked="" type="checkbox"/>       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| PHYSIQUE.....                           | 2        | <input checked="" type="checkbox"/>       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| PHYSIQUE UNIL                           |          |                                           |                          |                          |                                     |                          |

### 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:** A. Ralston, Ph. Rabinowitz : A first course in numerical analysis, Mc Graw-Hill (International Student Edition).

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS** Analyse. Algèbre linéaire. Programmation.

**Préalable requis:**

**Préparation pour:**

|                                                          |                                                  |                                     |                          |                          |                                     |                          |
|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| <b>Titre : ALGEBRE LINEAIRE I</b>                        |                                                  |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| <b>Enseignant : Thomas LIEBLING, professeur EPFL/DMA</b> |                                                  |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| <b>Heures totales :</b> 45                               | <b>Par semaine: Cours 2 Exercices 1 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.....                                           | 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"/> |
| G.C., G.R.G.....                                         | 1                                                | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ETS.....                                                 | 1                                                | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input 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
- Calcul matriciel, inversion des matrices, déterminants, applications
- Espaces vectoriels, bases, sous-espaces, interprétation géométrique
- Espaces associés à une matrice, rang
- Les produits scalaires généralisés, orthogonalisation de Gram Schmidt
- 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:**

|                                                   |          |                                           |                          |                          |                                     |                          |
|---------------------------------------------------|----------|-------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Titre : ALGEBRE LINEAIRE II                       |          |                                           |                          |                          |                                     |                          |
| Enseignant : Thomas LIEBLING, professeur EPFL/DMA |          |                                           |                          |                          |                                     |                          |
| Heures totales : 30                               |          | Par semaine: Cours 2 Exercices 1 Pratique |                          |                          |                                     |                          |
| Destinataires et contrôle des études              |          |                                           |                          |                          | Branches                            |                          |
| Section(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"/> |
| Microtechnique.....                               | 2        | <input checked="" type="checkbox"/>       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| G.C., G.R.G.....                                  | 2        | <input checked="" type="checkbox"/>       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ETS.....                                          | 2        | <input checked="" type="checkbox"/>       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input 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, noyau, image
- Les valeurs propres et les vecteurs propres, équations aux différences
- Les quadriques
- Eléments de la théorie des graphes
- Programmation linéaire et algorithme du simplexe

**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:**

| Titre : <b>PROBABILITE ET STATISTIQUE I</b>                   |              |                                     |                          |                          |                                     |                          |
|---------------------------------------------------------------|--------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Enseignant : <b>Stephan MORGENTHALER, Professeur EPFL/DMA</b> |              |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| Heures totales : 45                                           | Par semaine: | Cours                               | 2                        | Exercices                | 1                                   | Pratique                 |
| Destinataires et contrôle des études                          |              |                                     |                          | Branches                 |                                     |                          |
| Section(s)                                                    | Semestre     | Oblig.                              | Facult.                  | Option                   | Théoriques                          | Pratiques                |
| Mécanique, Physique.....                                      | 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, ETS.....                                           | 3            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Génie civil.....                                              | 3            | <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, transformation.
- *Lois discrètes* : Bernoulli, binomiale, hypergéométrique, 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, estimation ponctuelle, biais, carré moyen de l'erreur, estimateurs du maximum de vraisemblance, estimateurs par la méthode des moments, méthode des moindres carrés, estimation par intervalle.
- *Tests d'hypothèses* : Erreurs de 1ère et 2e espèces, puissance d'un test, tests basés sur la loi normale, 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:**

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

*Préalable requis:*

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

|                                              |          |                                           |                          |                          |                                     |                          |
|----------------------------------------------|----------|-------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Titre : GEOMETRIE I                          |          |                                           |                          |                          |                                     |                          |
| Enseignant : R. CAIROLI, professeur EPFL/DMA |          |                                           |                          |                          |                                     |                          |
| Heures totales : 45                          |          | Par semaine: Cours 2 Exercices 1 Pratique |                          |                          |                                     |                          |
| Destinataires et contrôle des études         |          |                                           |                          |                          | Branches                            |                          |
| Section(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"/> |
| Microtechnique .....                         | 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"/> |
| .....                                        |          | <input type="checkbox"/>                  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input 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**

1. Géométrie vectorielle      Longueur, distance, droites, plans, produit scalaire, produit vectoriel, produit mixte, aire, volume, etc.
2. Transformations du plan et de l'espace
3. Axonométrie      Axonométrie générale, orthogonale, cavalière.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT:**      Exposé oral. Exercices par groupes.

**DOCUMENTATION:**

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**      Algèbre linéaire, analyse.

**Préalable requis:**

**Préparation pour:**

|                                              |          |                                     |                          |                          |                                     |                          |
|----------------------------------------------|----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Titre : GEOMETRIE II                         |          |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| Enseignant : R. CAIROLI, professeur EPFL/DMA |          |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| Heures totales : 30                          |          | Par semaine: Cours 2                |                          | Exercices 1              |                                     | Pratique                 |
| Destinataires et contrôle des études         |          |                                     |                          |                          | Branches                            |                          |
| Section(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"/> |
| Microtechnique .....                         | 2        | <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 vision spatiale. Résoudre des problèmes concrets à l'aide de la géométrie graphique, vectorielle et différentielle.

**CONTENU**

- |                |                                                                                                                                                   |
|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4. Courbes     | Courbes planes et courbes dans l'espace; courbure, torsion, repère de Frenet, ordre de contact.                                                   |
| 5. Surfaces    | Notion de surface, de plan tangent, etc.; surfaces réglées, surfaces de révolution; première et deuxième forme fondamentale, courbure géodésique. |
| 6. Perspective | Méthode radiale, méthode de deux points de fuite.                                                                                                 |

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT:** Exposé oral. Exercices par groupes.

**DOCUMENTATION:**

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS** Algèbre linéaire, analyse.

*Préalable requis:*

*Préparation pour:*

|                                                                                      |                                                  |                                     |                          |                          |                                     |                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| <b>Titre : CHIMIE APPLIQUEE</b>                                                      |                                                  |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| <b>Enseignant : Philippe JAVET, Eric PLATTNER, Pierre LERCH, professeurs EPFL/DC</b> |                                                  |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| <b>Heures totales : 60</b>                                                           | <b>Par semaine: Cours 3 Exercices 1 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.....                                                                       | 1                                                | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Microtechnique, Electricité...                                                       | 1                                                | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Physique .....                                                                       | 1                                                | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Génie civil, Génie rural.....                                                        | 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 cathedra 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

**Préalable requis:**

**Préparation pour:**

|                                                            |                 |                                                |                          |                          |                                     |                          |
|------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| <b>Titre : METAUX ET ALLIAGES</b>                          |                 |                                                |                          |                          |                                     |                          |
| <b>Enseignant : Bernhard ILSCHNER, professeur EPFL/DMX</b> |                 |                                                |                          |                          |                                     |                          |
| <b>Heures totales : 40</b>                                 |                 | <b>Par semaine: Cours 4 Exercices 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.....                                             | 2               | <input checked="" type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Matériaux.....                                             |                 | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| .....                                                      |                 | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/> | <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 à 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 de 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. Applications 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 polycopiées

### LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

**Préalable requis:** Introduction à la science des matériaux  
**Préparation pour:** TP métallurgie générale

|                                                       |  |                    |                                     |                          |                          |                          |                                     |
|-------------------------------------------------------|--|--------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| Titre : METAUX ET ALLIAGES / TP                       |  |                    |                                     |                          |                          |                          |                                     |
| Enseignant : Hans.-U. KUENZI, chargé de cours EPF/DMX |  |                    |                                     |                          |                          |                          |                                     |
| Heures totales : 30                                   |  | Par semaine: Cours |                                     | Exercices                |                          | Pratique 2               |                                     |
| Destinataires et contrôle des études                  |  |                    |                                     |                          | Branches                 |                          |                                     |
| Section(s)                                            |  | Semestre           | Oblig.                              | Facult.                  | Option                   | Théoriques               | Pratiques                           |
| Mécanique.....                                        |  | 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 traitements thermiques des métaux et alliages et les méthodes expérimentales des essais mécaniques.
- Introduction aux contrôles non-destructifs
- Etre capable de rédiger un rapport de laboratoire

**CONTENU**

- Traitements thermiques et trempabilité des aciers
- Durcissement par précipitation
- Ecouissage, restauration et recristallisation
- Essai de traction et mesure des déformations élastiques
- Fatigue
- Résilience des aciers
- Métallographie
- Contrôles non destructifs
- Profilométrie des surfaces

**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. Métaux et alliages.  
**Préparation pour:** Mécanique de la rupture

|                                                       |          |                                         |                          |                          |                                     |                          |
|-------------------------------------------------------|----------|-----------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Titre : INTRODUCTION A LA SCIENCE DES MATERIAUX       |          |                                         |                          |                          |                                     |                          |
| Enseignant : Gérald ZABELLI, chargé de cours EPFL/DMX |          |                                         |                          |                          |                                     |                          |
| Heures totales : 45                                   |          | Par semaine: Cours 3 Exercices Pratique |                          |                          |                                     |                          |
| Destinataires et contrôle des études                  |          |                                         |                          |                          | Branches                            |                          |
| Section(s)                                            | Semestre | Oblig.                                  | Facult.                  | Option                   | Théoriques                          | Pratiques                |
| Mécanique + ETS.....                                  | 1        | <input checked="" type="checkbox"/>     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Microtechnique + ETS.....                             | 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"/> |
| .....                                                 |          | <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; état cristallin; diffraction; défauts cristallins

**Propriétés mécaniques d'un métal pur :** Déformation élastique; déformation plastique; durcissement par les défauts cristallins

**Alliages :** Phases; diagrammes d'équilibre

**Transformations de phase :** Germination et croissance; microstructure des alliages

**Propriétés mécaniques des alliages :** Durcissement par la présence de phase; rupture

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

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

**Composites**

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

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 des 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 photocopiés, 1ère partie (1985), 2ème partie (1982), exercices (1982), fascicules divers.

### LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

**Préalable requis:** Mécanique générale, analyse et algèbre linéaire.  
**Préparation pour:** Résistance des matériaux II, Construction des machines.

|                                                                                                             |                 |                                                    |                          |                          |                                     |                          |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--|
| <b>Titre : RESISTANCE DES MATERIAUX II</b>                                                                  |                 |                                                    |                          |                          |                                     |                          |  |
| <b>Enseignant : Michel DEL PEDRO, professeur EPFL/DME</b><br><b>Alain CURNIER, chargé de cours EPFL/DME</b> |                 |                                                    |                          |                          |                                     |                          |  |
| <b>Heures totales : 50</b>                                                                                  |                 | <b>Par semaine: Cours 3 Exercices 2 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 ME ETS.....                                                                                       | 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"/> |  |
| .....                                                                                                       |                 | <input type="checkbox"/>                           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |  |

**OBJECTIFS**

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 - disques d'égale résistance - volants d'inertie.
- Principes d'évolution des solides déformables :**  
Cinématique : mouvement, déformation, taux de déformation  
Dynamique : vecteur et tenseur des contraintes, lois de conservation
- Lois de comportement des matériaux solides :**  
Généralités : objectivité, homogénéité, isotropie  
Elasticité : lois de Hooke, Kirchhoff-St. Venant

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

**DOCUMENTATION :** cours polycopié, 1ère partie (1985), 2ème parties (1982), exercices (1982), fascicules divers

**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.

|                                                            |                 |                                       |                          |                          |                                     |                          |
|------------------------------------------------------------|-----------------|---------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| <b>Titre : FORMAGE DES MATERIAUX</b>                       |                 |                                       |                          |                          |                                     |                          |
| <b>Enseignant : Bernhard ILSCHNER, Professeur EPFL/DMX</b> |                 |                                       |                          |                          |                                     |                          |
| <b>Heures totales : 20</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>         |
| Mécanique.....                                             | 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"/> |
| .....                                                      |                 | <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 conventionnelles : Projection thermique, projection assistée par plasma, électroformage, formage par explosion.

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

**DOCUMENTATION:** Notes polycopiées. Bibliographie

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis:**  
a) Introduction à la science des matériaux  
b) Métaux et alliages

**Préparation pour:**

|                                          |          |                                             |                          |                          |                                     |                          |  |
|------------------------------------------|----------|---------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--|
| Titre : USINAGE DES METAUX               |          |                                             |                          |                          |                                     |                          |  |
| Enseignant : François PRUVOT, professeur |          |                                             |                          |                          |                                     |                          |  |
| Heures totales : 30                      |          | Par semaine: Cours 3 Exercices - Pratique - |                          |                          |                                     |                          |  |
| Destinataires et contrôle des études     |          |                                             |                          |                          | Branches                            |                          |  |
| Section(s)                               | Semestre | Oblig.                                      | Facult.                  | Option                   | Théoriques                          | Pratiques                |  |
| Mécanique .....                          | 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"/> |  |
| .....                                    |          | <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 : ELECTROTECHNIQUE                             |          |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| Enseignant : Jean-Jacques SIMOND, professeur EPFL/DE |          |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| Heures totales : 20                                  |          | Par semaine : Cours 2 Exercices     |                          |                          | Pratique -                          |                          |
| Destinataires et contrôle des études :               |          |                                     |                          |                          | Branches                            |                          |
| Section(s)                                           | Semestre | Oblig.                              | Facult.                  | Option                   | Théoriques                          | Pratiques                |
| Mécanique.....                                       | 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"/> |
| .....                                                |          | <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

- 1. Introduction :** Définition, système d'unités, notations.
- 2. Circuits électriques et magnétiques :** Modèles de Maxwell et de Kirchhoff, équations de Maxwell, champ et induction magnétiques, loi d'Ampère, perméances, inductances, loi de l'induction, circuits couplés.
- 3. Eléments de circuits :** Sources idéales, lois de Kirchhoff, régimes transitoires, réponses indicielles de circuits R-L-C, enclenchement sur une source de tension sinusoïdale, méthode générale, résolution par la transformée de Laplace.
- 4. Circuits monophasés et régime sinusoïdal :** Obtention d'une tension alternative, nombres complexes associés, impédances, admittances, régimes permanents, puissances, sources réelles.
- 5. Systèmes polyphasés :** Définitions, systèmes symétriques, tensions simples et composées, couplages, puissances, passages étoile-triangle, systèmes asymétriques.

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

**DOCUMENTATION :** Polycopié.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Physique Générale, Analyse.

**Préparation pour :** Electrotechnique, Machines et Installations Electriques I et II.

|                                                          |                 |                                                  |                          |                          |                                     |                          |
|----------------------------------------------------------|-----------------|--------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| <b>Titre : ELECTRONIQUE I</b>                            |                 |                                                  |                          |                          |                                     |                          |
| <b>Enseignant : Maher KAYAL, chargé de cours EPFL/DE</b> |                 |                                                  |                          |                          |                                     |                          |
| <b>Heures totales : 45</b>                               |                 | <b>Par semaine: Cours 2 Exercices 1 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.....                                           | 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"/> |
| .....                                                    |                 | <input type="checkbox"/>                         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |

**OBJECTIFS**

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 et amplificateurs à transistor
7. Les circuits logiques
8. Les bascules
9. Les oscillateurs sinusoïdaux
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

|                                                      |          |                                              |                          |                          |                                     |                          |
|------------------------------------------------------|----------|----------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Titre : MACHINES ET INSTALLATIONS ELECTRIQUES I      |          |                                              |                          |                          |                                     |                          |
| Enseignant : Jean-Jacques SIMOND, professeur EPFL/DE |          |                                              |                          |                          |                                     |                          |
| Heures totales : 45                                  |          | Par semaine : Cours 2 Exercices 1 Pratique - |                          |                          |                                     |                          |
| Destinataires et contrôle des études :               |          |                                              |                          |                          | Branches                            |                          |
| Section(s)                                           | Semestre | Oblig.                                       | Facult.                  | Option                   | Théoriques                          | Pratiques                |
| Mécanique.....                                       | 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"/> |
| .....                                                |          | <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 dans les machines tournantes.

Acquisition des caractéristiques externes des principales machines électriques

### CONTENU

- Généralités** : Matériaux constitutifs des machines électriques, rappel des lois fondamentales, bilan énergétique et conversion d'énergie électromécanique.
- Transformateur** : Constitution, morphologie, équations et diagrammes, schémas équivalents, régimes particuliers, marche en parallèle, indice horaire.
- Machines tournantes** : Généralités, types d'enroulements, solénations pulsantes et tournantes, tension induite, réactances.
- Moteur asynchrone** : Constitution, principe de fonctionnement, équations et diagrammes, schéma équivalent, caractéristiques de couple et de courant, modes de démarrage, réglage de la vitesse.
- Machine synchrone** : Constitution, principe de fonctionnement, machines à rotor lisse et à pôles saillants non saturées, équations et diagrammes de tension et de puissance, alimentation par convertisseur de fréquence.

Laboratoire de machines et installations électriques : voir page Machines et Installations Electriques II.

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

**DOCUMENTATION** : 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 EPFL/DE |          |                                            |                          |                          |                                     |                                     |
| Heures totales : 40                                  |          | Par semaine : Cours 2 Exercices Pratique 2 |                          |                          |                                     |                                     |
| Destinataires et contrôle des études :               |          |                                            |                          |                          |                                     |                                     |
| Section(s)                                           | Semestre | Oblig.                                     | Facult.                  | Option                   | Branches                            |                                     |
| Mécanique.....                                       | 6        | <input checked="" type="checkbox"/>        | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Théoriques                          | Pratiques                           |
| .....                                                |          | <input 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**

Acquisitions des caractéristiques externes des principales machines électriques. Etre capable de choisir un entraînement électrique. Connaissance générale des divers aspects liés à la conception d'une machine de puissance.

**CONTENU**

6. **Machine à courant continu** : Constitution, principe de fonctionnement, équations fondamentales, modes de couplage de l'excitation, réglage de la vitesse.
7. **Compléments et aperçus constructifs** : Notions de prédimensionnement, calcul des pertes, systèmes de refroidissement, systèmes d'isolation, régimes perturbés.
8. **Eléments d'installations électriques** : Chapitres choisis.
9. **Entraînements électriques** : Composantes d'un système d'entraînement, domaines d'application.

**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;
- Machine synchrone : essai en charge, fonctionnement en moteur et en génératrice, synchronisation (courbes en V, topogramme);
- Machine courant continu : relevé des caractéristiques en charge, démarrage.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT** : Ex cathedra avec démonstrations; laboratoire par groupes de 3.

**DOCUMENTATION** : Polycopié Machines et Installations Electriques I.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis** : Electrotechnique, Machines et Installations Electriques I.

**Préparation pour** :

| Titre : MECANIQUE DES FLUIDES I                    |                                           |                                     |                          |                          |                                     |                          |
|----------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Enseignant : Alain DROTZ, Chargé de cours EPFL/DME |                                           |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| Heures totales : 50                                | Par semaine: Cours 3 Exercices 2 Pratique |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| Destinataires et contrôle des études               |                                           |                                     |                          |                          | Branches                            |                          |
| Section(s)                                         | Semestre                                  | Oblig.                              | Facult.                  | Option                   | Théoriques                          | Pratiques                |
| Mécanique.....                                     | 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"/> |
| .....                                              |                                           | <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

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

**Equation de continuité** : Conservation de masse – formulation intégrale et différentielle – vecteur potentiel – fonction de courant – potentiel de vitesse – conditions aux limites.

**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.

**La théorie potentielle des écoulements incompressibles** : Ecoulements 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.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT**: Cours 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 : Alain DROTZ, Chargé de cours EPFL/DME |          |                                           |                          |                          |                                     |                          |  |
| Heures totales : 50                                |          | Par semaine: Cours 2 Exercices 2 Pratique |                          |                          |                                     |                          |  |
| Destinataires et contrôle des études               |          |                                           |                          |                          | Branches                            |                          |  |
| Section(s)                                         | Semestre | Oblig.                                    | Facult.                  | Option                   | Théoriques                          | Pratiques                |  |
| Mécanique.....                                     | 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"/> |  |
| .....                                              |          | <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**

**La théorie potentielle des écoulements incompressibles** : Théorie des profils - portance et traînée - transformations conformes - l'aile tridimensionnelle - écoulement instationnaire - masse ajoutée - écoulements potentiels avec une surface libre.

**Eléments de la théorie des couches limites** : Equations de Navier-Stokes - solutions exactes - la théorie des couches limites laminares à un nombre de Reynolds élevé - la couche limite sur une plaque plane (Blasius) et un dièdre (Falkner-Skan) - l'équation intégrale de von Karman - méthodes approximatives Karman - 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.

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

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT:** Cours 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 - Hydraulique.

**Préalable requis:**

**Préparation pour:**

|                                                |          |                                     |                          |                          |                                     |                          |
|------------------------------------------------|----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Titre : HYDRAULIQUE                            |          |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| Enseignant : Ugo MOCAFICO, professeur EPFL/DME |          |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| Heures totales : 40                            |          | Par semaine : Cours 4               |                          | Exercices -              |                                     | Pratique -               |
| Destinataires et contrôle des études :         |          |                                     |                          | Branches                 |                                     |                          |
| Section(s)                                     | Semestre | Oblig.                              | Facult.                  | Option                   | Théoriques                          | Pratiques                |
| Mécanique .....                                | 6        | <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.
- 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 exemples numériques et exercices.

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

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Physique; Mécanique des fluides I et II  
**Préparation pour :** Notamment tous les cours de l'orientation HY

|                                                   |          |                                           |                          |                          |                                     |                          |
|---------------------------------------------------|----------|-------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Titre : THERMODYNAMIQUE ET ENERGETIQUE            |          |                                           |                          |                          |                                     |                          |
| Enseignant : Daniel FAVRAT, professeur EPFL / DME |          |                                           |                          |                          |                                     |                          |
| Heures totales : 60                               |          | Par semaine: Cours 3 Exercices 1 Pratique |                          |                          |                                     |                          |
| Destinataires et contrôle des études              |          |                                           |                          |                          | Branches                            |                          |
| Section(s)                                        | Semestre | Oblig.                                    | Facult.                  | Option                   | Théoriques                          | Pratiques                |
| 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"/> |
| .....                                             |          | <input type="checkbox"/>                  | <input type="checkbox"/> | <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 exergetiques 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 monophases**

**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**

**Approche exergetique des cycles thermodynamiques et cycles spéciaux :** Généralités – Propriétés générales des cycles – Cycles bithermes moteurs ou générateurs

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

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

**DOCUMENTATION:** Feuilles polycopiées et livres : *Thermodynamique et Energetique*, 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:**

|                                                          |                                                  |                                     |                          |                          |                                     |                          |
|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| <b>Titre : THERMODYNAMIQUE ET ENERGETIQUE</b>            |                                                  |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| <b>Enseignant : Daniel FAVRAT, professeur EPFL / DME</b> |                                                  |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| <b>Heures totales :</b> 40                               | <b>Par semaine: Cours 3 Exercices 1 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.....                                           | 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"/> |
| .....                                                    |                                                  | <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

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

**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.

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

**DOCUMENTATION:** Feuilles polycopiées 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:**

|                                                        |                 |                                                |                          |                          |                                     |                          |  |
|--------------------------------------------------------|-----------------|------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--|
| <b>Titre : TRANSFERT DE CHALEUR ET DE MASSE I</b>      |                 |                                                |                          |                          |                                     |                          |  |
| <b>Enseignant : Albin BÖLCS, Professeur EPFL / DME</b> |                 |                                                |                          |                          |                                     |                          |  |
| <b>Heures totales : 30</b>                             |                 | <b>Par semaine: Cours 2 Exercices 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 .....                                        | 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"/> |  |
| .....                                                  |                 | <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:** Cours polycopiés.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS** Thermodynamique, Mécanique des Fluides  
**Préalable requis:**  
**Préparation pour:**

|                                                                |                 |                                                  |                          |                          |                                     |                                     |
|----------------------------------------------------------------|-----------------|--------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| <b>Titre : TRANSFERT DE CHALEUR ET DE MASSE II</b>             |                 |                                                  |                          |                          |                                     |                                     |
| <b>Enseignant : Jean-Claude GIANOLA, professeur EPFL / DME</b> |                 |                                                  |                          |                          |                                     |                                     |
| <b>Heures totales : 40</b>                                     |                 | <b>Par semaine: Cours 2 Exercices 2 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.....                                                 | 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; résoudre des problèmes de transfert de chaleur ou de diffusion apparaissant dans les installations, en s'appuyant sur les lois de base et en utilisant l'analogie entre transfert-chaleur et transfert de masse.

### CONTENU

**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.

**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.

**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. Ailettes.

**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.

**DOCUMENTATION:** Feuilles polycopiées.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis:** Thermodynamique et énergétique, Analyse III, Mécanique des Fluides, Transfert-chaleur et de masse I (prof. Bôlcs)

**Préparation pour:** Installations thermiques et nucléaires.

|                                                      |                                                  |                                     |                          |                          |                                     |                          |
|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| <b>Titre : MECANIQUE GENERALE I</b>                  |                                                  |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| <b>Enseignant : Willy BENOIT, Professeur EPFL/DP</b> |                                                  |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| <b>Heures totales : 75</b>                           | <b>Par semaine: Cours 3 Exercices 2 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.....                                       | 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"/> |
| ME ETS / MI ETS .....                                | 3                                                | <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"/> |

**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 : Willy BENOIT, Professeur EPFL/DP |          |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| Heures totales : 40                           |          | Par semaine: Cours                  |                          | 2                        | Exercices                           | 2 Pratique               |
| Destinataires et contrôle des études          |          |                                     |                          |                          | Branches                            |                          |
| Section(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"/> |
| Microtechnique .....                          | 2        | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ME ETS / MI ETS .....                         | 4        | <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"/> |

**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

|                                                              |                                                  |                                     |                          |                          |                                     |                          |
|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| <b>Titre : PHYSIQUE GENERALE I</b>                           |                                                  |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| <b>Enseignant : MARGARITONDO Giorgio, professeur EPFL/DP</b> |                                                  |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| <b>Heures totales : 60</b>                                   | <b>Par semaine: Cours 4 Exercices 2 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.....                                               | 2                                                | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 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"/> |
| .....                                                        |                                                  | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |

**OBJECTIFS**

A la fin du cours, l'étudiant possédera 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 possédera 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 phases, gaz de Van der Waals.

**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.

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

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

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis:** Mécanique I et II

**Préparation pour:**

|                                                              |          |                                           |                          |                          |                                     |                          |
|--------------------------------------------------------------|----------|-------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Titre : <b>PHYSIQUE GENERALE II</b>                          |          |                                           |                          |                          |                                     |                          |
| Enseignant : <b>MARGARITONDO Giorgio, professeur EPFL/DP</b> |          |                                           |                          |                          |                                     |                          |
| Heures totales : 75                                          |          | Par semaine: Cours 3 Exercices 2 Pratique |                          |                          |                                     |                          |
| Destinataires et contrôle des études                         |          |                                           |                          |                          | Branches                            |                          |
| Section(s)                                                   | Semestre | Oblig.                                    | Facult.                  | Option                   | Théoriques                          | Pratiques                |
| Mécanique.....                                               | 3        | <input checked="" type="checkbox"/>       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 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"/> |
| .....                                                        |          | <input type="checkbox"/>                  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |

### OBJECTIFS

A la fin du cours, l'étudiant possédera 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 possédera en physique, une culture générale indispensable à un ingénieur de bon niveau.

### CONTENU

#### Electricité 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 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:**

|                                                                                                |                 |                                     |                          |                          |                          |                                     |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--|
| <b>Titre : TRAVAUX PRATIQUES DE PHYSIQUE GENERALE</b>                                          |                 |                                     |                          |                          |                          |                                     |  |
| <b>Enseignant : Willy BENOIT, professeur EPFL/DP</b><br><b>A. RIESEN, adjoint scientifique</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>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.....                                                                                 | 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**

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 de base dispensés par le Département concerné

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

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

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS** Cours de Mathématiques, Mécanique générale et Physique générale

**Préalable requis:**

**Préparation pour:**

|                                                    |          |                                     |                          |                          |                                     |                          |
|----------------------------------------------------|----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Titre : MECANIQUE APPLIQUEE I                      |          |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| Enseignant : Michel DEL PEDRO, professeur EPFL/DME |          |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| Heures totales : 60                                |          | Par semaine: Cours 2                |                          | Exercices 2              |                                     | Pratique                 |
| Destinataires et contrôle des études               |          |                                     |                          |                          | Branches                            |                          |
| Section(s)                                         | Semestre | Oblig.                              | Facult.                  | Option                   | Théoriques                          | Pratiques                |
| Mécanique.....                                     | 5        | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Microtechnique .....                               | 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"/> |

## 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.

## CONTENU

### A. Mécanique des chocs

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

### B. 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

Etude du régime libre et du couplage - formes énergétiques - amortisseurs 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

Equations 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

Etablissement 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 polycopiés et livre PPR (1988).

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :**

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

**Préparation pour :** Mécanique appliquée II.

|                                                           |                                                    |                                     |                          |                          |                                     |                          |
|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| <b>Titre : MECANIQUE APPLIQUEE II</b>                     |                                                    |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| <b>Enseignant : Michel DEL PEDRO, professeur EPFL/DME</b> |                                                    |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| <b>Heures totales : 30</b>                                | <b>Par semaine: Cours 2 Exercices 1 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 .....                                           | 6                                                  | <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****1. 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.

**2. 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.

**3. Systèmes à caractéristiques variables**

Définitions - exemples pratiques - méthodes de résolution - vibrations auto-entretenues et paramétriques - conditions de stabilité.

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

**DOCUMENTATION:** cours polycopiés 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 EPFL/DME |  |                                             |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| Heures totales : 50                                 |  | Par semaine: Cours 4 Exercices 1 Pratique - |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| Destinataires et contrôle des études                |  |                                             |                                     |                          | Branches                 |                                     |                          |
| Section(s)                                          |  | Semestre                                    | Oblig.                              | Facult.                  | Option                   | Théoriques                          | Pratiques                |
| Mécanique.....                                      |  | 6                                           | <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. Apprendre à exploiter ces techniques avancées pour résoudre les problèmes rencontrés dans les projets de semestre et de diplôme.

### CONTENU

- Notions de base en analyse fonctionnelle :**  
Espaces normés, espaces de Banach, Hilbert et Sobolev. Théorème de Sobolev. Formulations faible et variationnelle d'un problème.
- 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. Eléments isoparamétriques.
- Méthode des éléments finis appliquée 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, Mécanique des fluides, Transfert de chaleur

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

|                                                                                               |                 |                                                  |                          |                          |                          |                                     |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--|
| <b>Titre : ELEMENTS DE CONSTRUCTION I</b>                                                     |                 |                                                  |                          |                          |                          |                                     |  |
| <b>Enseignant : Pierre BARMAVERAIN,<br/>Claude RAMSEYER, Maîtres de construction EPFL/DME</b> |                 |                                                  |                          |                          |                          |                                     |  |
| <b>Heures totales : 30</b>                                                                    |                 | <b>Par semaine: Cours 1 Exercices 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>                    |  |
| Mécanique.....                                                                                | 2               | <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 de 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

- 1. Introduction**  
Processus de la conception et transmission de l'information; rôle de la DAO/CAO; les divers types de documents graphiques.
- 2. Règles du dessin technique**  
Traits, lois des projections, nombre min. de vues, coupes, section, rabattements.
- 3. Dessin assisté par ordinateur**  
Utilisation d'un logiciel de dessin
- 4. Dessin de détail**  
Principes de la cotation liés à la fabrication.
- 5. Dessin d'ensemble**  
Processus de la lecture de dessin. Représentation symbolique des éléments de machines.
- 6. Structure des machines**  
Chaîne cinématique, liaisons et degrés de liberté.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT:** Cours ex cathedra  
Exercices 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

|                                                                                                               |                 |                                                    |                          |                          |                          |                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| <b>Titre : ELEMENTS DE CONSTRUCTION II</b>                                                                    |                 |                                                    |                          |                          |                          |                                     |
| <b>Enseignant : Georges SPINLER, Professeur EPFL/DME</b><br><b>Pierre BARMAVERAIN, Maître de construction</b> |                 |                                                    |                          |                          |                          |                                     |
| <b>Heures totales : 60</b>                                                                                    |                 | <b>Par semaine: Cours 1 Exercices - 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.....                                                                                                | 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 éléments de machines, leur fonctionnement et les bases de leur dimensionnement.

Maîtriser des outils informatiques de dimensionnement. Savoir analyser la transmission des efforts dans les mécanismes.

**CONTENU**

- Géométrie et fonctionnement**  
Cotation fonctionnelle et ajustements. Etats de surface. Tolérances de forme et de position.
- Eléments de machines**  
Assemblages, guidages, organes de transmission, bâtis, analyse de leurs conditions de fonctionnement.
- Dimensionnement**  
Méthodologie, utilisation de logiciels de calcul, critique des résultats.

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

**DOCUMENTATION:** Normes VSM, fiches polycopiées, cours polycopiés, documentation professionnelle

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis:** Eléments de construction I

**Préparation pour:** Conception des machines

|                                                           |                 |                                                    |                          |                          |                                     |                          |
|-----------------------------------------------------------|-----------------|----------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| <b>Titre : CONCEPTION DES MACHINES</b>                    |                 |                                                    |                          |                          |                                     |                          |
| <b>Enseignant : Georges SPINLER, Professeur, EPFL/DME</b> |                 |                                                    |                          |                          |                                     |                          |
| <b>Heures totales : 30</b>                                |                 | <b>Par semaine: Cours 3 Exercices - 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.....                                            | 4               | <input checked="" type="checkbox"/>                | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ME-ETS.....                                               |                 | <input type="checkbox"/>                           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| .....                                                     |                 | <input type="checkbox"/>                           | <input type="checkbox"/> | <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  
 Savoir concevoir une machine et choisir ses organes

**CONTENU**

- Tribologie**  
 Contact des surfaces. Mécanismes du frottement et de l'usure. Pression de contact. Rodage. Lubrification.
- Transmission des efforts**  
 Transmission des forces par obstacle et par frottement. Transmission des couples. Roues.
- Déformations**  
 Rigidité. Rigidité de divers éléments. Constructions rigides ou souples.
- Précontrainte**  
 Principe, statique intérieure. Principes de création de la précontrainte, facteurs d'influences. Charges intérieures. Propriétés et applications.
- Répartition des efforts et des déformations**  
 Isostatisme, hyperstatisme. Transmission d'efforts en parallèle. Equilibrage isostatique. Influence des rigidités sur la transmission des efforts.
- Fonctions mécaniques**  
 Fonctions et organes fonctionnels, distribution des fonctions.

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

**DOCUMENTATION:**

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

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

|                                                    |          |                                             |                          |                          |                                     |                          |
|----------------------------------------------------|----------|---------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Titre : CONCEPTION DES MACHINES                    |          |                                             |                          |                          |                                     |                          |
| Enseignant : Georges SPINNLER, professeur EPFL/DME |          |                                             |                          |                          |                                     |                          |
| Heures totales : 60                                |          | Par semaine: Cours 4 Exercices - Pratique - |                          |                          |                                     |                          |
| Destinataires et contrôle des études               |          |                                             |                          |                          | Branches                            |                          |
| Section(s)                                         | Semestre | Oblig.                                      | Facult.                  | Option                   | Théoriques                          | Pratiques                |
| Mécanique .....                                    | 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"/> |
| .....                                              |          | <input type="checkbox"/>                    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |

**OBJECTIFS**

Comprendre le fonctionnement des machines  
Savoir concevoir une machine et choisir ses organes

**CONTENU**

- Mécanismes**  
Propriétés générales. Transmission de l'énergie. Transmissions positives, non-positives. Autoblocage. Chaînes cinématiques.
- Amplification**  
Amplification d'efforts ou de mouvements. Gain limite.
- Modélisation**  
Modèles rigides, modèles déformables.
- Mouvement des machines rigides**  
Equations du mouvement. Point de fonctionnement, régime permanent. Démarrage, freinage. Irrégularité de marche.
- Précision des mouvements**  
Causes d'erreur. Erreurs dynamiques. Mouvement saccadé, affolement. Amélioration de la précision.
- Efforts dans les transmissions**  
Modèles de calcul. Equilibrage des efforts. Réponse aux perturbations. Protection des mécanismes.
- Forces d'inertie imposées**  
Cheminement. Vitesse limite. Puissance optimale. Vitesses critiques. Protection contre les vibrations. Equilibrage.
- Flux d'énergie**  
Régimes de fonctionnement. Répartition et circulation de puissance. Irréversibilité. Stockage d'énergie.
- Echauffement**  
Bilan thermique. Limitation de puissance. Dimensionnement thermique.
- Entraînement**  
Choix des moteurs, puissance et vitesse. Rapport de transmission. Positionnement.
- Resistance mécanique**  
Fatigue. Choix des matériaux.

**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:**

|                                                                                                           |                 |                                                    |                          |                          |                          |                                     |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--|
| <b>Titre : CONCEPTION DES MACHINES - PROJET</b>                                                           |                 |                                                    |                          |                          |                          |                                     |  |
| <b>Enseignant : Georges SPINLER, Professeur/<br/>Pierre BARMAVERAIN, Maître de Construction, EPFL/DME</b> |                 |                                                    |                          |                          |                          |                                     |  |
| <b>Heures totales : 45</b>                                                                                |                 | <b>Par semaine: Cours - Exercices - 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.....                                                                                            | 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**

Acquisition de la méthode de travail de l'ingénieur.  
Savoir concevoir des mécanismes et des machines.

**CONTENU****Méthodologie**

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 photocopiés et documentation professionnelle.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

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

|                                                                                                                |                 |                                                    |                          |                          |                          |                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| <b>Titre : CONCEPTION DES MACHINES - PROJET</b>                                                                |                 |                                                    |                          |                          |                          |                                     |
| <b>Enseignant : Georges SPINLER, Professeur</b><br><b>Pierre BARMAVERAIN, Maître de Construction, EPFL/DME</b> |                 |                                                    |                          |                          |                          |                                     |
| <b>Heures totales : 60</b>                                                                                     |                 | <b>Par semaine: Cours - Exercices - Pratique 6</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 .....                                                                                                | 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"/>            |

**OBJECTIFS**

Acquisition de méthodes de travail de l'ingénieur.  
Savoir concevoir des mécanismes et des machines.

**CONTENU****Méthodologie**

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 photocopiés et documentation professionnelle.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis:** Eléments de construction, conception des machines.

**Préparation pour:**

|                                                             |                 |                                                  |                          |                                     |                                     |                          |
|-------------------------------------------------------------|-----------------|--------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| <b>Titre : REGLAGE AUTOMATIQUE I</b>                        |                 |                                                  |                          |                                     |                                     |                          |
| <b>Enseignant : Roland LONGCHAMP, professeur EPFL / DME</b> |                 |                                                  |                          |                                     |                                     |                          |
| <b>Total heures :</b>                                       | 45              | <b>Par semaine: Cours 2 Exercices 1 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 .....                                           | 5               | <input checked="" type="checkbox"/>              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Informatique (IT) .....                                     | 5               | <input checked="" type="checkbox"/>              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Microtechnique.....                                         | 5               | <input checked="" type="checkbox"/>              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Mécanique .....                                             | 5               | <input checked="" type="checkbox"/>              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Mathématiques .....                                         | 5               | <input type="checkbox"/>                         | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

### OBJECTIFS

L'étudiant sera capable de modéliser les systèmes dynamiques en vue de leur commande. Il maîtrisera les méthodes classiques d'analyse et de synthèse des régulateurs et sera en mesure d'évaluer la qualité d'un réglage et de l'améliorer.

### CONTENU

- **Introduction** : Principe de la rétroaction. Mise en équations des systèmes, schéma fonctionnel.
- **Réglages élémentaires** : Réglage tout ou rien, représentation dans le plan de phase. Réglage proportionnel, statisme. Réglage PID (Proportionnel - Intégral - Dérivateur).
- **Fonction de transfert** : Rappels de calcul opérationnel. Notion de fonction de transfert. Etude des systèmes par réponse harmonique. Diagrammes de Nyquist et de Bode. Application à des fonctions de transfert d'éléments courants.
- **Stabilité** : Définition et critères mathématiques. Critère de Nyquist pour systèmes bouclés.
- **Lieu des pôles** : Définition et construction du lieu des pôles.
- **Qualité du réglage** : Conditions d'amortissement des transitoires. Qualité de la réponse indicielle. Erreurs permanentes, type d'un système.
- **Corrections** : Correction série : avance et retard de phase. Autres corrections : feedback, parallèle. Régulateur PID.

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

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

### LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

**Préalable requis** : Physique élémentaire, équations différentielles linéaires et variables complexes.  
**Préparation pour** : Réglage automatique II, III, IV.

|                                                      |          |                                           |                          |                                     |                                     |                          |  |
|------------------------------------------------------|----------|-------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--|
| Titre : REGLAGE AUTOMATIQUE II                       |          |                                           |                          |                                     |                                     |                          |  |
| Enseignant : Roland LONGCHAMP, professeur EPFL / DME |          |                                           |                          |                                     |                                     |                          |  |
| Total heures : 30                                    |          | Par semaine: Cours 2 Exercices 1 Pratique |                          |                                     |                                     |                          |  |
| Destinataires et contrôle des études                 |          |                                           |                          |                                     | Branches                            |                          |  |
| Section(s)                                           | Semestre | Oblig.                                    | Facult.                  | Option                              | Théoriques                          | Pratiques                |  |
| Electricité .....                                    | 6        | <input checked="" type="checkbox"/>       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |
| Informatique (IT) .....                              | 6        | <input checked="" type="checkbox"/>       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |
| Microtechnique.....                                  | 6        | <input checked="" type="checkbox"/>       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |
| Mécanique .....                                      | 6        | <input checked="" type="checkbox"/>       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |
| Mathématiques .....                                  | 6        | <input type="checkbox"/>                  | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |

### OBJECTIFS

L'étudiant sera capable de modéliser les systèmes dynamiques discrets en vue de leur commande. Il maîtrisera les méthodes classiques d'analyse et de synthèse des régulateurs numériques et sera en mesure d'en évaluer la qualité et de l'améliorer.

### CONTENU

- **Réglage par calculateur de processus** : Principes d'un réglage automatique par ordinateur. Nécessité d'une théorie des systèmes échantillonnés.
- **Echantillonnage et reconstruction** : Echantillonnage d'un signal analogique. Théorème de Shannon. Filtre de garde. Reconstruction.
- **Systèmes discrets** : Systèmes discrets au repos, linéaires, causals et stationnaires. Produit de convolution. Processus régis par une équation aux différences.
- **Transformée en z** : Définition et propriétés de la transformée en z. Transformée en z inverse. Fonction de transfert.
- **Fonction de transfert discrète du système bouclé** : Modèle échantillonné du processus à régler. Algorithme de réglage. Fonction de transfert du système bouclé.
- **Stabilité** : Stabilité BIBO. Critères algébriques.
- **Numérisation** : Numérisation de régulateurs analogiques. Régulateur PID numérique. Problèmes opérationnels.
- **Synthèse** : Synthèse de régulateurs numériques dans le lieu des pôles.

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

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

### LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

**Préalable requis** : Réglage automatique I.  
**Préparation pour** : Réglage automatique III, IV.

|                                                       |          |                                           |                          |                          |                                     |                          |  |
|-------------------------------------------------------|----------|-------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--|
| Titre : SYSTEMES                                      |          |                                           |                          |                          |                                     |                          |  |
| Enseignant : Denis GILLET, chargé de cours EPFL / DME |          |                                           |                          |                          |                                     |                          |  |
| Heures totales : 30                                   |          | Par semaine: Cours 2 Exercices 1 Pratique |                          |                          |                                     |                          |  |
| Destinataires et contrôle des études                  |          |                                           |                          |                          | Branches                            |                          |  |
| Section(s)                                            | Semestre | Oblig.                                    | Facult.                  | Option                   | Théoriques                          | Pratiques                |  |
| Mécanique.....                                        | 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"/> |  |
| .....                                                 |          | <input type="checkbox"/>                  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |  |

## OBJECTIFS

L'étudiant sera capable d'élaborer le modèle mathématique d'un système dynamique et d'évaluer son degré de conformité avec la réalité expérimentale. Il connaîtra les propriétés principales des systèmes dynamiques et saura utiliser la transformée de Laplace comme outil d'analyse de ces systèmes.

## CONTENU

### I. Introduction

- systèmes, systèmes dynamiques
- modélisation

### II. Modélisation de systèmes

- mécaniques, électriques, hydrauliques, thermiques, pneumatiques

### III. Systèmes linéaires

- linéarisation
- propriétés, convolution

### IV. Transformée de Laplace

- définition, propriétés
- fonction de transfert

### V. Analyse de systèmes dynamiques

- réponse temporelle
- réponse harmonique
- diagrammes de Bode et de Nyquist

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** Cours ex cathedra avec exercices, exemples et démonstrations sur des systèmes réels.

**DOCUMENTATION :** Notes polycopiées.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis:**

**Préparation pour:** Réglage automatique I et II.

|                                                     |          |                                     |                          |                          |                          |                                     |
|-----------------------------------------------------|----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| Titre : PROGRAMMATION I                             |          |                                     |                          |                          |                          |                                     |
| Enseignant : Claude PETITPIERRE, professeur EPFL/DI |          |                                     |                          |                          |                          |                                     |
| Heures totales : 60                                 |          | Par semaine : Cours 2               |                          |                          | Exercices Pratique 2     |                                     |
| Destinataires et contrôle des études :              |          |                                     |                          |                          | Branches                 |                                     |
| Section(s)                                          | Semestre | Oblig.                              | Facult.                  | Option                   | Théoriques               | Pratiques                           |
| 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

Mettre l'étudiant à même de

- 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.

## CONTENU

Pascal est un des langages le mieux adapté à l'enseignement de la programmation. Bien qu'il soit simple, ce langage possède les caractéristiques qu'on retrouve dans tous les langages généraux modernes: structuration des instructions et des données et variables dynamiques.

Ce cours vise à faire comprendre ce qu'est le concept de "programmation" et comment on passe d'une idée à un programme qui la réalise. Il est destiné à ceux qui ne sauraient pas encore programmer.

Le cours est fait d'une série d'exercices qui introduisent les instructions les unes après les autres. Chaque étudiant fait les exercices à son rythme, un assistant étant présent pendant les heures indiquées à l'horaire pour répondre aux questions. Les tests prévus pour la détermination des notes peuvent être passés n'importe quand, mais par groupes. Dès qu'un certain nombre d'étudiants se sentent prêts, ils peuvent fixer une date de passage du test en accord avec le professeur.

Le premier semestre présentera toutes les instructions de Pascal.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** Exercices en classe.

**DOCUMENTATION :** Cours photocopié contenant la présentation de Pascal et les exercices

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :**

**Préparation pour :** Programmation II

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

**CONTENU**

- Compilation séparée, bibliothèques de programmes.
- Divers problèmes techniques ou d'analyse numérique
  - détermination des zéros d'une fonction
  - intégration numérique de fonctions
  - simulation continue de phénomènes physiques
- Présentation de FORTRAN
  - codage des mêmes exercices en FORTRAN

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** Exercices en classe

**DOCUMENTATION :** Cours polycopié. Exemples sur ordinateur

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

*Préalable requis :* Programmation I

*Préparation pour :* Programmation III et IV, projets de mécanique

|                                                                                   |          |                                           |                          |                          |                                     |                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------|-------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Titre : ELEMENTS DE PROGRAMMATION AVANCEE                                         |          |                                           |                          |                          |                                     |                                     |
| Enseignant : Daniel THALMANN, professeur EPFL/DI<br>Ronan BOULIC, chargé de cours |          |                                           |                          |                          |                                     |                                     |
| Heures totales : 45                                                               |          | Par semaine: Cours 1 Exercices Pratique 2 |                          |                          |                                     |                                     |
| Destinataires et contrôle des études                                              |          |                                           |                          |                          | Branches                            |                                     |
| Section(s)                                                                        | Semestre | Oblig.                                    | Facult.                  | Option                   | Théoriques                          | Pratiques                           |
| Mécanique.....                                                                    | 3        | <input checked="" type="checkbox"/>       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Microtechnique.....                                                               | 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

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 et de l'animation de corps articulés.

### CONTENU

Le langage C

Le système UNIX

Notions de programmation-objet

La programmation graphique

Langages d'animation et de description de mouvements

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra, projets

DOCUMENTATION: Notes de cours et transparents

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis: Programmation I et II

Préparation pour:

|                                                              |  |                                           |                                     |                          |                          |                          |                                     |
|--------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| Titre : INFORMATIQUE EN TEMPS REEL                           |  |                                           |                                     |                          |                          |                          |                                     |
| Enseignant : Daniel MANGE, Roger HERSCH, professeurs EPFL/DI |  |                                           |                                     |                          |                          |                          |                                     |
| Heures totales : 75                                          |  | Par semaine: Cours 2 Exercices Pratique 3 |                                     |                          |                          |                          |                                     |
| Destinataires et contrôle des études                         |  |                                           |                                     |                          | Branches                 |                          |                                     |
| Section(s)                                                   |  | Semestre                                  | Oblig.                              | Facult.                  | Option                   | Théoriques               | Pratiques                           |
| 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 diagrammes de décision binaire. Réalisation de ces diagrammes par une machine de décision binaire. Sous-programme, procédure 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*  
 D. Mange : *Systèmes microprogrammés : une introduction au magique*

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis:**

**Préparation pour:**

|                                                         |                 |                                     |                          |                          |                          |                                     |
|---------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| <b>Titre : INFORMATIQUE INDUSTRIELLE</b>                |                 |                                     |                          |                          |                          |                                     |
| <b>Enseignant : Roger D. HERSCH, Professeur EPFL/DI</b> |                 |                                     |                          |                          |                          |                                     |
| <b>Heures totales :</b>                                 | 45              | <b>Par semaine :</b>                | <b>Cours</b>             | 1                        | <b>Exercices</b>         | <b>Pratique</b> 2                   |
| <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.....                                          | 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

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. Introduction au langage Modula-2.
3. Espace d'adressage, décodage et commande de périphériques (capteurs, moteurs).
4. Décompte d'événements et gestion temporelle par compteurs programmables.
5. Gestion de moteur en Modula-2.
6. Introduction au temps réel (programmation multi-tâche, mécanismes de synchronisation).
7. Grafcet et automates programmables.
8. 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

|                                                            |            |                                         |                          |                                     |                          |                                     |
|------------------------------------------------------------|------------|-----------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| Titre : PSYCHOLOGIE DU MANAGEMENT                          |            |                                         |                          |                                     |                          |                                     |
| Enseignant : Marcel-Lucien GOLDSCHMID, professeur EPFL/CPD |            |                                         |                          |                                     |                          |                                     |
| Heures totales : 50                                        |            | Par semaine: Cours 2 Exercices Pratique |                          |                                     |                          |                                     |
| Destinataires et contrôle des études                       |            |                                         |                          |                                     | Branches                 |                                     |
| Section(s)                                                 | Semestres  | Oblig.                                  | Facult.                  | Option                              | Théoriques               | Pratiques                           |
| Mécanique.....                                             | 5+6        | <input checked="" type="checkbox"/>     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Physique, Matériaux .....                                  | 3+4 ou 5+6 | <input type="checkbox"/>                | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Génie rural .....                                          | 3+4 ou 5+6 | <input type="checkbox"/>                | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Electricité.....                                           | 3+4 ou 5+6 | <input type="checkbox"/>                | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |

**OBJECTIFS**

- Favoriser l'entrée et l'épanouissement dans la vie professionnelle
- Augmenter son potentiel personnel par une approche des facteurs proprement humains et une interaction directe avec des personnes de terrain

**CONTENU**

- Théories de management, leadership, motivation, dynamique de groupe
- Organisation et gestion des ressources humaines
- Modèles et styles de communication, expression orale
- Personnalité et identification de son potentiel
- Concept et processus de la créativité avec ses facteurs stimulants et ses freins
- Gestion du temps et management du stress
- Approche de la psychologie sociale et des concepts d'attitudes, d'opinions, préjugés, stéréotypes, conformisme et comportements face à l'autorité
- Confrontation avec des professionnels, représentatifs du monde économique, permettant aux participants d'exprimer leurs interrogations, d'orienter le choix de leur carrière et de la préparer

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT:** Exposés, travail individuel et en groupe, films, jeux de rôles, discussions et exercices pratiques

**DOCUMENTATION:** Dossier de documentation polycopié

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:**

*Préalable requis:*

*Préparation pour:*

|                                                             |                                                |                                     |                          |                                     |                                     |                                     |
|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| <b>Titre : DROIT I</b>                                      |                                                |                                     |                          |                                     |                                     |                                     |
| <b>Enseignant : Jacques HALDY, chargé de cours EPFL/DMT</b> |                                                |                                     |                          |                                     |                                     |                                     |
| <b>Heures totales :</b> 30                                  | <b>Par semaine: Cours 2 Exercices 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>                    |
| Microtechnique.....                                         | 7                                              | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| Mécanique.....                                              | 5                                              | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| Matériaux.....                                              | 3                                              | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Electricité.....                                            | 5                                              | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" 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 :

Fonction et notion du droit, les sources du droit, les divisions du droit.

#### 2. Notions de droit civil et de droit des obligations :

Droit civil : le droit des personnes, le droit de la famille, le droit successoral, les droits réels

Droit des obligations : généralités, la responsabilité civile,  
étude de quelques contrats : vente, bail, travail, entreprise, mandat

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

**DOCUMENTATION:** Ouvrages juridiques indiqués durant le cours

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis:**

**Préparation pour:** Droit II

|                                                             |                                                |                                     |                          |                                     |                                     |                                     |
|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| <b>Titre : DROIT II</b>                                     |                                                |                                     |                          |                                     |                                     |                                     |
| <b>Enseignant : Jacques HALDY, chargé de cours EPFL/DMT</b> |                                                |                                     |                          |                                     |                                     |                                     |
| <b>Heures totales :</b> 20                                  | <b>Par semaine: Cours 2 Exercices 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>                    |
| Microtechnique.....                                         | 8                                              | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| Mécanique.....                                              | 6                                              | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| Matériaux.....                                              | 4                                              | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Electricité.....                                            | 6                                              | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" 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. Le droit des poursuites
2. La propriété industrielle :  
Les marques et raisons de commerce, les brevets d'invention, les dessins et modèles industriels
3. Le droit de la concurrence déloyale
4. Notions du droit des assurances

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

**DOCUMENTATION:** Ouvrages juridiques indiqués durant le cours

**LIASON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis:** Droit I

**Préparation pour:**

| Titre : GESTION D'ENTREPRISE                            |          |                                       |                          |                                       |                                     |                                     |
|---------------------------------------------------------|----------|---------------------------------------|--------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Enseignant : Bernard RAFFOURNIER, professeur UNI/Genève |          |                                       |                          |                                       |                                     |                                     |
| Heures totales : 30                                     |          | Par semaine : Cours 2 Exercices       |                          |                                       | Pratique                            |                                     |
| Destinataires et contrôle des études :                  |          |                                       |                          |                                       | Branches                            |                                     |
| Section(s)                                              | Semestre | Oblig.                                | Facult.                  | Option                                | Théoriques                          | Pratiques                           |
| Mécanique.....                                          | 5        | <input checked="" type="checkbox"/>   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>              | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| Electricité.....                                        | 5        | <input checked="" type="checkbox"/> * | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>              | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| Physique.....                                           | 5        | <input type="checkbox"/>              | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> * | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Matériaux.....                                          | 3        | <input type="checkbox"/>              | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> * | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Microtechnique .....                                    | 7        | <input type="checkbox"/>              | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/>   | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| * à choix avec Droit.....                               |          |                                       |                          |                                       |                                     |                                     |

### OBJECTIFS

- Connaître les contraintes environnementales qui s'exercent sur l'entreprise.
- Connaître l'organisation interne et la nature des principales fonctions de l'entreprise.
- Connaître les contraintes financières auxquelles l'entreprise est soumise.
- Acquérir les connaissances nécessaires pour :
  - mesurer les coûts de production et en analyser les variations,
  - prendre des décisions économiquement rationnelles en matière d'investissements.

### CONTENU

1. L'entreprise et son environnement
  - L'environnement économique et social
  - Le contexte juridico-institutionnel
2. Les fonctions de l'entreprise
  - L'organisation interne
  - La stratégie d'entreprise
  - Les politiques commerciales
3. L'analyse financière de l'entreprise
  - L'analyse de la rentabilité de l'entreprise
  - L'analyse du financement

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra avec de nombreux exercices d'application

DOCUMENTATION : Polycopié "Gestion d'entreprise"

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour : Gestion d'entreprise II

|                                                         |          |                                          |                          |                                       |                                     |                                     |
|---------------------------------------------------------|----------|------------------------------------------|--------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Titre : GESTION D'ENTREPRISE                            |          |                                          |                          |                                       |                                     |                                     |
| Enseignant : Bernard RAFFOURNIER, professeur UNI/Genève |          |                                          |                          |                                       |                                     |                                     |
| Heures totales : 20                                     |          | Par semaine : Cours 2 Exercices Pratique |                          |                                       |                                     |                                     |
| Destinataires et contrôle des études :                  |          |                                          |                          |                                       |                                     |                                     |
| Section(s)                                              | Semestre | Oblig.                                   | Facult.                  | Option                                | Branches                            |                                     |
|                                                         |          |                                          |                          |                                       | Théoriques                          | Pratiques                           |
| Mécanique.....                                          | 6        | <input checked="" type="checkbox"/>      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>              | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| Electricité.....                                        | 6        | <input checked="" type="checkbox"/> *    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>              | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| Physique.....                                           | 6        | <input type="checkbox"/>                 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> * | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Matériaux.....                                          | 4        | <input type="checkbox"/>                 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> * | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Microtechnique .....                                    | 8        | <input type="checkbox"/>                 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/>   | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| * à choix avec Droit.....                               |          |                                          |                          |                                       |                                     |                                     |

**OBJECTIFS**

Acquérir les connaissances nécessaires pour :

- mesurer les coûts et prix de revient,
- prendre des décisions économiquement rationnelles en matière d'investissements.

**CONTENU**

1. Le calcul des coûts et prix de revient
  - Les méthodes de calcul
  - Les coûts standard et l'analyse des écarts
2. Le choix des investissements
  - Les mesures de rentabilité d'un projet
  - La prise en compte du risque

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** Ex cathedra avec de nombreux exercices d'application

**DOCUMENTATION :** Polycopié "Gestion d'entreprise"

**LIASON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Gestion d'entreprise I

**Préparation pour :**

|                                                              |          |                                             |                          |                          |                                     |                          |
|--------------------------------------------------------------|----------|---------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Titre: CONCEPTION ET COMPORTEMENT DES TURBOMACHINES HYDRAUL. |          |                                             |                          |                          |                                     |                          |
| Enseignant: Pierre HENRY, professeur EPFL/DME                |          |                                             |                          |                          |                                     |                          |
| Heures totales: 50                                           |          | Par semaine: Cours 5 Exercices - Pratique - |                          |                          |                                     |                          |
| Destinataires et contrôle des études:                        |          |                                             |                          |                          | Branches                            |                          |
| Section(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.....                                          | 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 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 turbines; 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 avant-directrices. Ecoulement réels; mesures des répartitions de vitesses réelles; corrections de sections et d'angles. Méthode de dimensionnement statistique d'avant-projet.

### Distributeur:

Rôle du distributeur; types de distributeurs. Organes de commande et de sécurité des distributeurs. Calcul du profil hydraulique du distributeur; forme des aubes 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. Types 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 polycopiés: *Calcul et tracé de l'aubage Francis; Turbines Kaplan; La cavitation dans les machines hydrauliques; Bâches spirales et semi-spirales*; littérature spécialisée.

## LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

**Préalable requis :** Mécanique des fluides I et II; Hydraulique; Turbomachines hydrauliques

**Préparation pour :**

|                                                                  |          |                                              |                          |                          |                                     |                          |
|------------------------------------------------------------------|----------|----------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Titre : REGIMES TRANSITOIRES DANS LES INSTALLATIONS HYDRAULIQUES |          |                                              |                          |                          |                                     |                          |
| Enseignant : Jean PRENAT, chargé de cours EPFL/DME               |          |                                              |                          |                          |                                     |                          |
| Heures totales : 30                                              |          | Par semaine : Cours 2 Exercices 1 Pratique - |                          |                          |                                     |                          |
| Destinataires et contrôle des études :                           |          |                                              |                          |                          |                                     |                          |
| Section(s)                                                       | Semestre | Oblig.                                       | Facult.                  | Option                   | Branches                            |                          |
| Mécanique .....                                                  |          | <input type="checkbox"/>                     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Théoriques                          | Pratiques                |
| orientation HY.....                                              | 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

Initier l'étudiant aux phénomènes transitoires pouvant se produire dans une installation hydraulique. A la fin du cours, il sera capable de mettre en oeuvre les méthodes appropriées permettant de tenir compte de ces phénomènes au stade de l'élaboration d'un projet.

## CONTENU

- Etablissement et discussion des équations de base régissant les phénomènes dynamiques et en particulier les mouvements de l'eau dans une conduite consécutivement à une modification du régime d'écoulement.
- Application à l'établissement de différentes méthodes de résolution pour
  - le calcul des oscillations de masse et des chambres d'équilibre dans le cas des phénomènes lents où déformations et compressibilité peuvent être ignorées
  - le calcul du coup de bélier proprement dit, prenant en compte déformations des conduites et élasticité de l'eau
  - méthode arithmétique d'Allievi appliquée à la manoeuvre d'une vanne à l'extrémité d'une conduite
  - méthode graphique de Schnyder-Bergeron; utilisation pour des installations plus complexes comprenant plusieurs conduites, intégration de machines ainsi que d'autres organes
  - méthode des caractéristiques, principe de résolution, et explication de sa mise en oeuvre pour les installations les plus complexes
  - méthode algébrique qui se prête bien à la numérisation
  - le calcul d'impédance mis en oeuvre pour des phénomènes périodiques.

Out au long du cours, ces méthodes sont appliquées à de nombreux problèmes concrets.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours ex cathedra et de nombreux exercices

DOCUMENTATION : Aide-mémoire polycopié comprenant de nombreuses illustrations de problèmes; notes de cours.

LIEN AVEC D'AUTRES COURS: Mécanique générale; Analyse; Hydraulique; Mécanique des fluides

Pré-requis :

Préparation pour :

|                                                                                                         |                 |                                     |                          |                          |                                     |                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| <b>Titre : AERODYNAMIQUE</b>                                                                            |                 |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| <b>Enseignant : (I.L. RYHMING, Professeur EPFL)<br/>C. ELDEM / M. SAWLEY, Chargés de cours EPFL/DME</b> |                 |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| <b>Heures totales : 20</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.....                                                                                          | 8               | <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 saisir les aspects complexes des phénomènes et techniques de calcul associées aux écoulements autour de profils d'ailes d'avion, ainsi que les principes de la stabilité statique et dynamique d'un avion.

**CONTENU**

**Aérodynamique des ailes et des profils : Concepts avancés**

**Stabilité statique, dynamique et contrôle : Forces, moments, stabilité et contrôle longitudinal, latéral et directionnel.**

**Aérothermodynamique hypersonique : Notions de base, théories approximatives, configurations de vol.**

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT:** Cours ex cathedra

**DOCUMENTATION:** Notes polycopiées.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS** Mécanique des Fluides – Mécanique des Fluides Industriels  
– Méthodes numériques en Mécanique des Fluides –  
Mécanique générale.

**Préalable requis:**

**Préparation pour:**

|                                                     |          |                                         |                          |                          |                                     |                          |
|-----------------------------------------------------|----------|-----------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Titre : MECANIQUE DES FLUIDES INDUSTRIELS I         |          |                                         |                          |                          |                                     |                          |
| Enseignant : T.-V. TRUONG, Chargé de cours EPFL/DME |          |                                         |                          |                          |                                     |                          |
| Heures totales : 30                                 |          | Par semaine: Cours 2 Exercices Pratique |                          |                          |                                     |                          |
| Destinataires et contrôle des études                |          |                                         |                          |                          | Branches                            |                          |
| Section(s)                                          | Semestre | Oblig.                                  | Facult.                  | Option                   | Théoriques                          | Pratiques                |
| Mécanique.....                                      | 7        | <input type="checkbox"/>                | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| orient. HY et TH.....                               |          | <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: Cours ex cathedra

DOCUMENTATION: Cours photocopié.

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 : T.-V. TRUONG, Chargé de cours EPFL/DME |          |                                           |                          |                          |                                     |                          |
| Heures totales : 40                                 |          | Par semaine: Cours 2 Exercices Pratique 2 |                          |                          |                                     |                          |
| Destinataires et contrôle des études                |          |                                           |                          |                          | Branches                            |                          |
| Section(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.....                                     | 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 d'appliquer les lois fondamentales aux problèmes pratiques.

**CONTENU**

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

- Ecoulements diphasiques.
- Dynamique des fluides et accidents, explosions et émissions, leur prévention et prédiction.
- Dynamique des fluides et pollution.
- Surfaces libres.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT:** Cours 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 EPFL/DME |          |                                              |                          |                          |                                     |                          |
| Heures totales : 20                                     |          | Par semaine : Cours 2 Exercices - Pratique - |                          |                          |                                     |                          |
| Destinataires et contrôle des études :                  |          |                                              |                          |                          | Branches                            |                          |
| Section(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.....                                     | 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

Comprendre les phénomènes physiques mis en jeu par la cavitation.

Maîtriser les critères hydrodynamiques d'apparition de la cavitation.

Appliquer ces critères dans la conception ou l'exploitation des machines et systèmes hydrauliques.

## CONTENU

### I Introduction

- mécanismes de changement de phase
- manifestation de la cavitation dans les machines et installations hydrauliques
- types de cavitation

### II Conditions d'apparition de la cavitation

- équation de Bernoulli
- chiffre de cavitation dans le cas d'un organe passif
- chiffre de cavitation dans le cas d'un organe moteur ou récepteur

### III Phénomènes superficiels

- tension superficielle
- équilibre d'une interface au repos, formule de Laplace

### IV Conditions générales d'équilibre mécanique d'une interface

- bilans globaux de masse et de quantité de mouvement
- condition d'interface locale

### V Modèles de nucléation

- équation de Rayleigh-Plesset - normalisation - instabilité
- influence sur les performances hydrauliques
- implantation des machines hydrauliques

### VI Erosion par cavitation

- cavités de bord d'attaque - prédiction et calcul de leur longueur
- cavités érosives - mécanismes et fréquence de lâcher
- intensité érosive des cavités

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

**DOCUMENTATION :** Résumés.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Physique; Mécanique des fluides I et II; Hydraulique

**Préparation pour :**

|                                                            |                                                |                                     |                          |                          |                                     |                          |
|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| <b>Titre : MESURES EN MECANIQUE DES FLUIDES</b>            |                                                |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| <b>Enseignant : T.-V. TRUONG, Chargé de cours EPFL/DME</b> |                                                |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| <b>Heures totales :</b> 30                                 | <b>Par semaine: Cours 2 Exercices 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                                              | <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 description fonctionnelle :** Capteurs actifs, passifs. Modes d'opération. Méthodes d'annulation, de déviation. Entrée/sortie des équipements.

**Caractéristiques statiques des instruments :** Etalonnage. Exactitude. Précision. Erreurs. Sensibilité. Linéarité. Seuil. Résolution. Hystérèse.

**Caractéristiques dynamiques des instruments :** Modèle mathématique. Fonction de transfert. Instrument d'ordre zéro, d'ordre un, d'ordre deux. Réponse aux entrées standards. Réponse fréquentielle. Réponse aux entrées périodiques, transitoires, aléatoires.

**Manipulation, enregistrement et acquisition des données :** Transformation. Indicateurs, enregistreurs. Conversions AD et DA. Filtrage. Traitement du signal.

**Mesure des pressions :** Principes principaux de mesure. Caractéristiques des capteurs. Types des capteurs. Utilisation et traitement des données.

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

**DOCUMENTATION:** photocopié

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS** Mécanique des Fluides – Physique générale

**Préalable requis:**

**Préparation pour:**

|                                                            |                 |                                                |                          |                          |                                     |                          |
|------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| <b>Titre : MESURES EN MECANIQUE DES FLUIDES</b>            |                 |                                                |                          |                          |                                     |                          |
| <b>Enseignant : T.-V. TRUONG, Chargé de cours EPFL/DME</b> |                 |                                                |                          |                          |                                     |                          |
| <b>Heures totales : 20</b>                                 |                 | <b>Par semaine: Cours 2 Exercices 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.....                                        | 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**

**Visualisation du champ d'écoulement :** Techniques courantes. Caractéristiques principales. Quelques applications.

**Sondes de pression :** Mesure de pression totale, de pression statique, de pression dynamique, de la direction de l'écoulement, du frottement pariétal (y.c. balance, anémométrie pulsée)

**Anémométrie à fil chaud :** Echange de chaleur. Mode de fonctionnement. Etalonnage. Mesure en écoulement stationnaire. Comportement dynamique. Traitement des données.

**Anémométrie Laser-Doppler :** Théorie des ondes. Diffusion. Systèmes optiques. Techniques de détection. Dynamique des traceurs. Caractéristiques du signal. Traitement du signal. Traitement et analyse des données.

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

**DOCUMENTATION:** photocopié

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS** Mécanique des Fluides – Physique générale – Hydraulique

**Préalable requis:**

**Préparation pour:**

|                                                       |                                                     |                                     |                          |                                     |                                     |                          |
|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| <b>Titre : TURBOMACHINES HYDRAULIQUES</b>             |                                                     |                                     |                          |                                     |                                     |                          |
| <b>Enseignant : Ugo MOCAFICO, professeur EPFL/DME</b> |                                                     |                                     |                          |                                     |                                     |                          |
| <b>Heures totales :</b> 45                            | <b>Par semaine : Cours 3 Exercices - 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                                                   | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| options TH, MA .....                                  | 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 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 turbomachine 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 introduction au calcul des organes essentiels des turbines Pelton.

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

**Remarque:** Ce cours est coordonné avec: Similitude et effets d'échelle, prof. P. Henry.

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

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

## LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

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

**Préparation pour :** Conception et comportement des turbomachines hydrauliques

|                                                |          |                                              |                          |                                     |                                     |                          |
|------------------------------------------------|----------|----------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Titre : SIMILITUDE ET EFFETS D'ECHELLE         |          |                                              |                          |                                     |                                     |                          |
| Enseignant : Pierre HENRY, professeur EPFL/DME |          |                                              |                          |                                     |                                     |                          |
| Heures totales : 15                            |          | Par semaine : Cours 1 Exercices - Pratique - |                          |                                     |                                     |                          |
| Destinataires et contrôle des études :         |          |                                              |                          |                                     |                                     |                          |
| Section(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.....                            | 7        | <input checked="" type="checkbox"/>          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| options TH, MA .....                           | 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 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.

**Remarque:** Ce cours est coordonné avec: **Turbomachines hydrauliques**, prof. U. Mocafico.

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

**DOCUMENTATION :** Figures et exemples; littérature spécialisée (IMHEF, industrie, associations scientifiques, congrès, etc.).

### LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

**Préalable requis :** Mécanique des fluides I et II; Hydraulique  
**Préparation pour :** Conception et comportement des turbomachines hydrauliques

|                                                      |          |                                         |                          |                                     |                                     |                          |
|------------------------------------------------------|----------|-----------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Titre : METHODES NUMERIQUES EN MECANIQUE DES FLUIDES |          |                                         |                          |                                     |                                     |                          |
| Enseignant : Alain DROTZ, Chargé de cours EPFL/DME   |          |                                         |                          |                                     |                                     |                          |
| Heures totales : 60                                  |          | Par semaine: Cours 4 Exercices Pratique |                          |                                     |                                     |                          |
| Destinataires et contrôle des études                 |          |                                         |                          |                                     | Branches                            |                          |
| Section(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 MA.....                                  | 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

Rappels sur les équations fondamentales de la mécanique des fluides et leurs formulations particulières.

Théorie élémentaire des équations différentielles du second ordre, type (hyperbolique, parabolique, elliptique), problèmes aux limites.

Eléments de bases de méthodes aux différences finies, discrétisation (centrée, rétrograde, progressive, implicite, explicite), convergence, stabilité, consistance, schémas types.

Transformations et génération de maillage : concepts (monobloc, multibloc, structure aléatoire, maillage adaptatif), schémas (méthodes différentielles, algébriques).

Méthodes de résolution numérique d'écoulements non visqueux : potentiels (Jacobi, Gauss-SIEDEL, S.O.R., méthode des panneaux, Murman-Coles), Euler (Lax-Wendroff, MacCormack, caractéristiques, pseudo-instationnaire, volumes finis).

Méthodes de résolution numérique d'écoulements visqueux : couche limite (Crank-Nicholson), Navier-Stokes (Beam-Warming).

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Cours ex cathedra

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:

|                                                                |                 |                                                     |                          |                          |                                     |                          |
|----------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| <b>Titre : TURBULENCE DES ECOULEMENTS INCOMPRESSIBLES</b>      |                 |                                                     |                          |                          |                                     |                          |
| <b>Enseignant : François AVELLAN, chargé de cours EPFL/DME</b> |                 |                                                     |                          |                          |                                     |                          |
| <b>Heures totales : 30</b>                                     |                 | <b>Par semaine : Cours 2 Exercices - Pratique -</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>Mécanique .....</b>                                         |                 | <input type="checkbox"/>                            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <b>Théoriques</b>                   | <b>Pratiques</b>         |
| <b>orientation HY.....</b>                                     | <b>7</b>        | <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**

Appréhender le rôle de la turbulence dans les transferts de quantité de mouvement dans les écoulements techniques. Maîtriser les outils théoriques de base nécessaires à l'analyse et à la modélisation physique des écoulements turbulents.

**CONTENU****I Introduction**

Manifestation de la turbulence - Propriété de diffusion - Nature aléatoire - Nature rotationnelle - Origine de la turbulence: instabilité

**II Description statistique de la turbulence**

Opérateur de moyenne - Décomposition de Reynolds - Moyenne du produit de deux variables turbulentes - Notions de fonction de corrélation

**III Mouvement moyen**

Equations du mouvement moyen - Tenseur des contraintes de Reynolds - Mise en évidence et ordre de grandeurs des échelles intégrales - Transfert de quantité de mouvement dans une conduite - Dispersion d'un polluant dans la couche limite atmosphérique - Energie cinétique du mouvement moyen - Production de turbulence: cas d'une couche limite.

**IV Mouvement fluctuant**

Equations d'évolution des tensions de Reynolds - Energie cinétique de la turbulence - Production et dissipation de la turbulence - Micro-échelle de Taylor et de Kolmogorov - Transfert d'énergie cinétique de la turbulence dans une couche limite.

**V Modélisation des transferts de quantité de mouvement dans les écoulements turbulents**

Concept de base: problème de la fermeture des équations - Classification des modèles: modèle algébrique; modèle d'ordre 2: équations de conservation de l'énergie cinétique et de la dissipation de la turbulence

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

**DOCUMENTATION :** Résumés écrits.

**LIEN AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Mécanique des fluides I et II, Hydraulique  
**Préparation pour :** Tous les cours de l'orientation HY

|                                                                                                         |                 |                                                     |                          |                                     |                          |                                     |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--|
| <b>Titre : PROJET D'HYDRAULIQUE ET DE MECANIQUE DES FLUIDES</b>                                         |                 |                                                     |                          |                                     |                          |                                     |  |
| <b>Enseignant : U. MOCAFICO, P. HENRY, professeurs EPFL/DME</b><br><b>T.-V. TRUONG, chargé de cours</b> |                 |                                                     |                          |                                     |                          |                                     |  |
| <b>Heures totales : 60</b>                                                                              |                 | <b>Par semaine : Cours - Exercices - Pratique 4</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               | <input checked="" type="checkbox"/>                 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |  |
| TH, MA.....                                                                                             | 7               | <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**

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 de problèmes de Mécanique des Fluides industriels : Ecoulements 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 :** Cours Turbomachines hydrauliques; littérature spécialisée (IMHEF, industrie, associations scientifiques, congrès, etc.).

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

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

**Préparation pour :**

|                                                                                                   |                 |                                                     |                          |                          |                          |                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| <b>Titre : PROJET D'HYDRAULIQUE ET DE MECANIQUE DES FLUIDES</b>                                   |                 |                                                     |                          |                          |                          |                                     |
| <b>Enseignant : U. MOCAFICO, P. HENRY, professeurs EPFL/DME<br/>T.-V. TRUONG, chargé de cours</b> |                 |                                                     |                          |                          |                          |                                     |
| <b>Heures totales : 60</b>                                                                        |                 | <b>Par semaine : Cours - Exercices - 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>Mécanique .....</b>                                                                            |                 | <input type="checkbox"/>                            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <b>Théoriques</b>        | <b>Pratiques</b>                    |
| <b>orientation HY.....</b>                                                                        | <b>8</b>        | <input checked="" type="checkbox"/>                 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| <b>.....</b>                                                                                      |                 | <input type="checkbox"/>                            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| <b>.....</b>                                                                                      |                 | <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 et/ou en liaison avec l'expérience des problèmes de Mécanique des Fluides Industriels : Ecoulements 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 :** Cours Turbomachines hydrauliques et Conception et comportement des turbomachines hydrauliques; littérature spécialisée (IMHEF, industrie, associations scientifiques, congrès, etc.).

### LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

**Préalable requis :** Mécanique des fluides I et II; Hydraulique; tous les cours de l'orientation HY

**Préparation pour :**

|                                                                                          |          |                                              |                          |                          |                          |                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| Titre : LABORATOIRE D'HYDRAULIQUE ET DE MECANIQUE DES FLUIDES                            |          |                                              |                          |                          |                          |                                     |
| Enseignant : P. HENRY, U. MOCAFICO, professeurs EPFL/DME<br>T.V. TRUONG, chargé de cours |          |                                              |                          |                          |                          |                                     |
| Heures totales : 60                                                                      |          | Par semaine : Cours - Exercices - Pratique 4 |                          |                          |                          |                                     |
| Destinataires et contrôle des études :                                                   |          |                                              |                          |                          | Branches                 |                                     |
| Section(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 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 la liste qui comprend :

- Pertes de charge par frottement et singulières (changement de section, de direction)
- Caractéristiques d'un jet libre par anémométrie à fil chaud
- Traînée d'un cylindre
- Evolution de l'écoulement avec gradient de pression
- Mesure de débit par Venturi, Tuyère, Diaphragme, Profil de vitesse
- Caractéristique d'une turbine Pelton
- Caractéristique Pompe Egger/Sulzer
- Coupleur hydraulique
- Plateforme de cavitation

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

DOCUMENTATION : Cours de l'orientation HY.

### LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Mécanique des fluides I et II; Hydraulique

Préparation pour :

|                                                                                                 |                 |                                                     |                          |                          |                                                     |                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------------------|
| <b>Titre : LABORATOIRE D'HYDRAULIQUE ET DE MECANIQUE DES FLUIDES</b>                            |                 |                                                     |                          |                          |                                                     |                                     |
| <b>Enseignant : P. HENRY, U. MOCAFICO, professeur EPFL/DME<br/>T.V. TRUONG, chargé de cours</b> |                 |                                                     |                          |                          |                                                     |                                     |
| <b>Heures totales : 60</b>                                                                      |                 | <b>Par semaine : Cours - Exercices - 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><br><b>Théoriques      Pratiques</b> |                                     |
| Mécanique .....                                                                                 |                 | <input type="checkbox"/>                            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>                            | <input type="checkbox"/>            |
| orientation HY .....                                                                            | 8               | <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**

Ayant 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 la liste qui comprend:

- Comportement aérodynamique d'une maquette d'avion ou de voiture par balance à jauges de contraintes
- Manipulation de Couche limite par LEBU ou par riblets
- Automatisation d'un processus d'acquisition et de traitement des données
- Caractéristique d'une turbo-pompe
- Caractéristique d'une turbine Kaplan
- Sondage de vitesse
- Régimes transitoires

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

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

**LIASON AVEC D'AUTRES COURS**

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

**Préparation pour :**

|                                                  |          |                                         |                          |                                     |                                     |                          |
|--------------------------------------------------|----------|-----------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Titre : MOTEURS A COMBUSTION INTERNE             |          |                                         |                          |                                     |                                     |                          |
| Enseignant : Jean-Pierre CORBAT, chargé de cours |          |                                         |                          |                                     |                                     |                          |
| Heures totales : 30                              |          | Par semaine: Cours 2 Exercices Pratique |                          |                                     |                                     |                          |
| Destinataires et contrôle des études             |          |                                         |                          |                                     | Branches                            |                          |
| Section(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 + MA.....                           | 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 moteurs à combustion interne du point de vue thermique et mécanique.

### CONTENU

**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.

**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, Résistance des matériaux, Mécanique des Fluides

**Préalable requis:**

**Préparation pour:**

|                                                         |                 |                                                |                          |                          |                                     |                          |
|---------------------------------------------------------|-----------------|------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| <b>Titre : MOTEURS A COMBUSTION INTERNE</b>             |                 |                                                |                          |                          |                                     |                          |
| <b>Enseignant : Jean-Pierre CORBAT, chargé de cours</b> |                 |                                                |                          |                          |                                     |                          |
| <b>Heures totales : 20</b>                              |                 | <b>Par semaine: Cours 2 Exercices 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 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"/> |
| .....                                                   |                 | <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 moteurs à combustion interne du point de vue thermique et mécanique.

**CONTENU**

**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.

**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.

**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 photocopié.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS** Suite du cours avec même titre du 7ème semestre.

**Préalable requis:** Mécanique générale, Thermodynamique, Eléments de machine  
**Préparation pour:** Résistance des matériaux, Mécanique des Fluides

|                                                        |          |                                           |                          |                                     |                                     |                          |
|--------------------------------------------------------|----------|-------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Titre : <b>TURBOMACHINES THERMIQUES</b>                |          |                                           |                          |                                     |                                     |                          |
| Enseignant : <b>Albin BÖLCS, Professeur EPFL / DME</b> |          |                                           |                          |                                     |                                     |                          |
| Heures totales : 60                                    |          | Par semaine: Cours 3 Exercices 1 Pratique |                          |                                     |                                     |                          |
| Destinataires et contrôle des études                   |          |                                           |                          |                                     | Branches                            |                          |
| Section(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+MA .....                                  | 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**

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 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 axiaux et radiaux**

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. Caractéristiques de fonctionnement des turbomachines**

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

**8. Similitude des régimes de fonctionnement des turbomachines**

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

**DOCUMENTATION:** Cours photocopiés.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis:** Mécanique des fluides, Transfert de chaleur, Résistance des matériaux, Science des matériaux, Dynamique appliquée, Construction

|                                                        |                 |                                     |                          |                          |                                     |                          |
|--------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| <b>Titre : TURBOMACHINES THERMIQUES</b>                |                 |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| <b>Enseignant : Albin BÖLCS, Professeur EPFL / DME</b> |                 |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| <b>Heures totales : 30</b>                             |                 | <b>Par semaine: Cours</b>           |                          | <b>2</b>                 | <b>Exercices</b>                    | <b>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>         |
| Mécanique 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"/> |
| .....                                                  |                 | <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 calculés.

**CONTENU**

9. **Méthodes de calcul de l'écoulement dans des grilles d'aubes**
10. **Écoulement tridimensionnel dans l'aubage des turbomachines**  
Équilibre radial, conception des aubages pour l'écoulement tridimensionnel
11. **Écoulement transsonique dans les turbomachines**
12. **Dimensionnement mécanique**  
Contraintes mécaniques et thermiques, contraintes dynamiques
13. **Vibrations dans les turbomachines**  
Modes de vibration des aubes, excitation des vibrations, aéroélasticité
14. **Problèmes thermiques des turbomachines**  
Production de l'énergie thermique, refroidissement des éléments chauds de la turbine
15. **Matériaux pour turbomachines**  
Matériaux pour des éléments froids et chauds, fluage, érosion.

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

**DOCUMENTATION:** Cours polycopiés.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis:**

**Préparation pour:**

|                                                          |                 |                                                |                          |                          |                                     |                          |
|----------------------------------------------------------|-----------------|------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| <b>Titre : ENERGETIQUE</b>                               |                 |                                                |                          |                          |                                     |                          |
| <b>Enseignant : Daniel FAVRAT, professeur EPFL / DME</b> |                 |                                                |                          |                          |                                     |                          |
| <b>Heures totales : 30</b>                               |                 | <b>Par semaine: Cours 2 Exercices 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 TH.....                                        | 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"/> |
| .....                                                    |                 | <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

**Ressources et besoins énergétiques :** Consommations mondiale et suisse, catégories d'utilisateurs, ressources en énergie primaire, problèmes environnementaux.

**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 et site industriel.

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

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

**Energies renouvelables :** Filières technologiques et perspectives.

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

**DOCUMENTATION:** Feuilles polycopiées.

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

**Préalable requis:**

**Préparation pour:**

|                                                         |          |                                         |                          |                                     |                                     |                          |
|---------------------------------------------------------|----------|-----------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Titre : THERMIQUE DU BATIMENT                           |          |                                         |                          |                                     |                                     |                          |
| Enseignant : Jean-Claude GIANOLA, professeur EPFL / DME |          |                                         |                          |                                     |                                     |                          |
| Heures totales : 30                                     |          | Par semaine: Cours 2 Exercices Pratique |                          |                                     |                                     |                          |
| Destinataires et contrôle des études                    |          |                                         |                          |                                     | Branches                            |                          |
| Section(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"/> |
| Physique .....                                          | 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

Etre 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

**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.

**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.

**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.

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

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

**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.

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

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT:** Ex cathedra, avec exemple 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-chaleur et de masse I (prof. Böles), Thermodynamique et énergétique, Réglage automatique.

**Préparation pour:** Installations thermiques et nucléaires.

|                                                        |          |                                         |                          |                          |                                     |                                     |
|--------------------------------------------------------|----------|-----------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Titre : <b>PROCEDES THERMIQUES INDUSTRIELS</b>         |          |                                         |                          |                          |                                     |                                     |
| Enseignant : <b>Philippe JAVET, professeur EPFL/DC</b> |          |                                         |                          |                          |                                     |                                     |
| Heures totales : 20                                    |          | Par semaine: Cours 2 Exercices Pratique |                          |                          |                                     |                                     |
| Destinataires et contrôle des études                   |          |                                         |                          |                          | Branches                            |                                     |
| Section(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.....                                    | 8        | <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.

### CONTENU

#### Absorbtion 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 photocopiées 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 EPFL / DME |          |                                           |                          |                                     |                                     |                          |
| Heures totales : 30                               |          | Par semaine: Cours 2 Exercices 1 Pratique |                          |                                     |                                     |                          |
| Destinataires et contrôle des études              |          |                                           |                          |                                     | Branches                            |                          |
| Section(s)                                        | Semestre | Oblig.                                    | Facult.                  | Option                              | Théoriques                          | Pratiques                |
| Mécanique TH.....                                 | 8        | <input checked="" type="checkbox"/>       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Physique .....                                    | 8        | <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

- 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), filières technologiques de pompes à chaleur (mécanique, chimique, magnétique, thermoélectrique).

**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).

**Eléments 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. Transformateurs de chaleur (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 énergétique, Mécanique des fluides, Transfert de chaleur et de masse, Réglage.

**Préparation pour:** Examen final.

|                                                        |          |                                     |                          |                                     |                                     |                          |
|--------------------------------------------------------|----------|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Titre : CENTRALES THERMIQUES ET ENVIRONNEMENT          |          |                                     |                          |                                     |                                     |                          |
| Enseignant : André TASTAVI, chargé de cours EPFL / DME |          |                                     |                          |                                     |                                     |                          |
| Heures totales : 30                                    |          | Par semaine: Cours 2                |                          | Exercices Pratique                  |                                     |                          |
| Destinataires et contrôle des études                   |          |                                     |                          |                                     | Branches                            |                          |
| Section(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 + MA.....                                 | 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**

- 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**

**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 œuvre de la régénération par absorbants solides.

**Centrales thermiques :** Centrales à gaz et à vapeur – Cogénération – Centrales combinées gaz-vapeur – Centrales à accumulation – Amélioration de centrales existantes (puissance, rendement) – Cycles avancés – cycles avec réacteurs nucléaires : PWR, BWR, surrégénérateurs.

**Pollution thermique et atmosphérique :** Condenseur – Tour de refroidissement – Dépollution des gaz de combustion : dépoussiérage des fumées – Elimination des gaz toxiques.

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

**DOCUMENTATION:** Cours polycopiés. Bibliographie.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis:** Thermodynamique et énergétique, Energétique, Transfert de chaleur et de masse, Mécanique des fluides.

**Préparation pour:** Diplôme, projets de semestre et de diplôme, laboratoire de thermique.

|                                                         |                                                |                                     |                          |                          |                                     |                          |
|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| <b>Titre : CHAPITRES CHOISIS EN THERMIQUE</b>           |                                                |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| <b>Enseignants : Albin BÖLCS, Professeur EPFL / DME</b> |                                                |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| <b>Heures totales : 30</b>                              | <b>Par semaine: Cours 3 Exercices 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 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"/> |
| .....                                                   |                                                | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |

**OBJECTIFS**

- Introduction aux méthodes numériques dans le domaine de la thermique.
- Le but poursuivi est de permettre aux étudiants, d'aborder les problèmes pratiques spécifiques de l'ingénieur par le biais de divers séminaires.

**CONTENU**

Le cours se partage en 3 domaines différents:

- la première partie concerne les méthodes numériques utilisées en thermique (mécanique des fluides et transfert de chaleur). Elle sera assurée par le Prof. A. Bölc.
- les deux autres parties seront prises en charge par des professeurs invités par le LTT et traiteront de problèmes spécifiques aux turbomachines thermiques.
- la troisième partie sera plus particulièrement consacrée aux problèmes d'acoustique dans le domaine de l'ingénieur mécanicien.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT:** Ex cathedra avec exemples d'application.

**DOCUMENTATION:** Cours polycopiés.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis:** Turbomachines thermiques, Dynamique des gaz, Transfert de chaleur.  
**Préparation pour:**

|                                                           |          |                                         |                          |                          |                                     |                          |
|-----------------------------------------------------------|----------|-----------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Titre : MESURES THERMIQUES                                |          |                                         |                          |                          |                                     |                          |
| Enseignant : Torsten FRANSSON, chargé de cours EPFL / DME |          |                                         |                          |                          |                                     |                          |
| Heures totales : 20                                       |          | Par semaine: Cours 2 Exercices Pratique |                          |                          |                                     |                          |
| Destinataires et contrôle des études                      |          |                                         |                          |                          | Branches                            |                          |
| Section(s)                                                | Semestre | Oblig.                                  | Facult.                  | Option                   | Théoriques                          | Pratiques                |
| Mécanique 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"/> |
| .....                                                     |          | <input type="checkbox"/>                | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |

**OBJECTIFS**

- Donner un aperçu sur l'utilité et l'importance d'effectuer des mesures dans le domaine thermique de nos jours, initier les futurs ingénieurs aux différents types de mesure (à leur complexité, au coût de l'instrumentation et des essais et à leurs répercussions sur l'environnement) et préparer les bases pour les travaux pratiques (laboratoires, projets de semestre et projets de diplôme) en orientation thermique.
- Le but poursuivi est de permettre aux étudiants, à l'issue du cours, d'évaluer de façon critique les différentes techniques de mesure existantes et de choisir celle qui sera le mieux adaptée à l'application demandée.

**CONTENU**

- Similitude et analogie, mesure 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:** Cours photocopiés.

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

**Préalable requis:** Mécanique des fluides, Transfert de chaleur, Résistance des matériaux, Science des matériaux, Dynamique appliquée, Construction, Thermodynamique.

**Préparation pour:**

|                                                                                        |          |                                     |                          |                                     |                          |                                     |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----------|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--|
| Titre : PROJET DE THERMIQUE I                                                          |          |                                     |                          |                                     |                          |                                     |  |
| Enseignant : Albin BÔLCS, Daniel FAVRAT, Jean-Claude GIANOLA<br>Professeurs EPFL / DME |          |                                     |                          |                                     |                          |                                     |  |
| Heures totales : 60                                                                    |          | Par semaine: Cours                  |                          | Exercices                           |                          | Pratique 4                          |  |
| Destinataires et contrôle des études                                                   |          |                                     |                          |                                     | Branches                 |                                     |  |
| Section(s)                                                                             | Semestre | Oblig.                              | Facult.                  | Option                              | Théoriques               | Pratiques                           |  |
| Mécanique TH.....                                                                      | 7        | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |  |
| Mécanique HY, MA .....                                                                 | 7        | <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**

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

**CONTENU**

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

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

**DOCUMENTATION:**

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis:** Cours de thermique  
**Préparation pour:** Admission à l'examen final, branche pratique

|                                                                                                      |                 |                                     |                          |                          |                          |                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| <b>Titre : PROJET DE THERMIQUE II</b>                                                                |                 |                                     |                          |                          |                          |                                     |
| <b>Enseignant : Albin BÖLCS, Daniel FAVRAT, Jean-Claude GIANOLA</b><br><b>Professeurs EPFL / DME</b> |                 |                                     |                          |                          |                          |                                     |
| <b>Heures totales : 90</b>                                                                           |                 | <b>Par semaine: Cours</b>           |                          | <b>Exercices</b>         |                          | <b>Pratique 9</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 TH.....                                                                                    | 8               | <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**

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 d'énergétique industrielle (LENI).

**CONTENU**

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

- Applications du cours
- Calculs avec des programmes existants
- Etudes théoriques et développement de programmes de calcul
- Conception et réalisation des équipements d'essais
- Etudes expérimentales

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT:**

Travaux personnels, si possible en relation avec l'industrie.

**DOCUMENTATION:**

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis:** Cours de thermique

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

|                                                               |  |                    |                                     |                          |                          |                          |                                     |
|---------------------------------------------------------------|--|--------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| Titre : LABORATOIRE D'ENERGETIQUE ET DE THERMIQUE             |  |                    |                                     |                          |                          |                          |                                     |
| Enseignant : A. BÖLCS – D. FAVRAT – J.C. GIANOLA, professeurs |  |                    |                                     |                          |                          |                          |                                     |
| Heures totales : 60                                           |  | Par semaine: Cours |                                     | Exercices                |                          | Pratique 4               |                                     |
| Destinataires et contrôle des études                          |  |                    |                                     | Branches                 |                          |                          |                                     |
| Section(s)                                                    |  | Semestre           | Oblig.                              | Facult.                  | Option                   | Théoriques               | Pratiques                           |
| Mécanique TH.....                                             |  | 7                  | <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**

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 et de masse, Turbomachines.

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

|                                                               |          |                                     |                          |                          |                          |                                     |
|---------------------------------------------------------------|----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| Titre : LABORATOIRE D'ENERGETIQUE ET DE THERMIQUE             |          |                                     |                          |                          |                          |                                     |
| Enseignant : A. BÔLCS – D. FAVRAT – J.C. GIANOLA, professeurs |          |                                     |                          |                          |                          |                                     |
| Heures totales : 60                                           |          | Par semaine: Cours                  |                          | Exercices                |                          | Pratique 6                          |
| Destinataires et contrôle des études                          |          |                                     |                          | Branches                 |                          |                                     |
| Section(s)                                                    | Semestre | Oblig.                              | Facult.                  | Option                   | Théoriques               | Pratiques                           |
| Mécanique TH.....                                             | 8        | <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**

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 d'Energétique Industrielle 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 et de masse, Turbomachines, Moteurs à combustion interne, Installations thermiques.

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

|                                                                                                   |                                                  |                                     |                          |                                     |                                     |                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| <b>Titre : MACHINES OUTILS ET AUTOMATES</b>                                                       |                                                  |                                     |                          |                                     |                                     |                          |
| <b>Enseignant : François PRUVOT, professeur, EPFL/DME</b><br><b>Pierre PAHUD, chargé de cours</b> |                                                  |                                     |                          |                                     |                                     |                          |
| <b>Heures totales :</b> 60                                                                        | <b>Par semaine: Cours 4 Exercices 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 MA .....                                                                                | 7                                                | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| options HY + TH .....                                                                             | 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**

Ce 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 théorique qu'il a acquises les semestres précédents (Résistance des matériaux, matériaux, dynamique, mécanique de vibrations, organes de machines, etc...)

**CONTENU**

Ce cours est essentiellement basé sur l'analyse et la synthèse d'organes de machines-outils et il débute par une première formalisation d'un cahier des charges de machines.

Au pas suivant, 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 cinématique**

Celle-ci paraît inutile (corps en simple rotation), mais montre des aspects nouveaux et importants.

**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 autoentretenues liées à la coupe, routage).

**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.

**Etude économique**

Optimisation de la conception.

A la fin du semestre, l'étudiant doit avoir les éléments de la synthèse d'une broche à partir de ses spécifications de ses performances.

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

**DOCUMENTATION :** Polycopiés machines-outils et Automates Vol. 1,2,3 et 4..

**COORDINATION AVEC D'AUTRES COURS :** Machines-outils et Automates (8e Sem.),  
Concept. des systèmes 8e Semestre.

**Pré-requis :** Résistance des Matériaux I et II, Mécanique Appliquée I et II.

**Pré-requis :** Machines-outils et automates 8ème semestre.

|                                                                                    |          |                                             |                          |                          |                                     |                          |
|------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Titre : MACHINES-OUTILS ET AUTOMATES                                               |          |                                             |                          |                          |                                     |                          |
| Enseignant : François PRUVOT, Professeur EPFL/DME<br>Pierre PAHUD, Chargé de cours |          |                                             |                          |                          |                                     |                          |
| Heures totales : 50                                                                |          | Par semaine: Cours 5 Exercices - Pratique - |                          |                          |                                     |                          |
| Destinataires et contrôle des études                                               |          |                                             |                          |                          | Branches                            |                          |
| Section(s)                                                                         | Semestre | Oblig.                                      | Facult.                  | Option                   | Théoriques                          | Pratiques                |
| Mécanique MA .....                                                                 | 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"/> |
| .....                                                                              |          | <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". Il doit alors connaître une méthode de conception de tous les organes d'une machine et, au-delà, de toutes les machines.

### 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 thermique
- 4) une étude technologique permettant, à chaque fois, de dégager des solutions à tout problème identifié
- 5) une étude économique, qui conduit à choisir la solution optimale parmi les études techniquement acceptables.

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 la conception d'une construction modifiée éliminant les défauts constatés. L'étudiant peut ainsi faire une synthèse que l'étude analytique ne permet pas. Il se familiarisera aussi avec les raisonnements qualitatifs en plus du raisonnement quantitatif habituel.

**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  
**Préparation pour:** Travail théorique de diplôme

|                                                         |                                                    |                                     |                          |                          |                                     |                          |
|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| <b>Titre : SYSTEMES DE CFAO</b>                         |                                                    |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| <b>Enseignant : Michel PORCHET, professeur EPFL/DME</b> |                                                    |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| <b>Heures totales :</b> 30                              | <b>Par semaine:</b> Cours 3 Exercices - Pratique - |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| <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 MA .....                                      | 8                                                  | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Microtechnique .....                                    | 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

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

|                                                         |                 |                                                    |                          |                          |                                     |                          |
|---------------------------------------------------------|-----------------|----------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| <b>Titre : COMMANDE DES MACHINES</b>                    |                 |                                                    |                          |                          |                                     |                          |
| <b>Enseignant : Hubert MULKENS, Professeur EPFL/DME</b> |                 |                                                    |                          |                          |                                     |                          |
| <b>Heures totales : 45</b>                              |                 | <b>Par semaine: Cours 2 Exercices 1 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 MA .....                                      | 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"/> |
| .....                                                   |                 | <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, Réglage automatique, Informatique industrielle  
**Préparation pour:** Conception de systèmes

|                                                                                                                     |                 |                                                    |                          |                          |                                     |                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| <b>Titre : CONCEPTION DE SYSTEMES</b>                                                                               |                 |                                                    |                          |                          |                                     |                                     |
| <b>Enseignant : Hubert MULKENS, Professeur EPFL/DME</b><br><b>Jean-Dominique DECOTIGNIE, Professeur EPFL/DME/DI</b> |                 |                                                    |                          |                          |                                     |                                     |
| <b>Heures totales : 40</b>                                                                                          |                 | <b>Par semaine: Cours 2 Exercices - 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>                    |
| Mécanique MA .....                                                                                                  | 8               | <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"/>            |                                     |

**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 polycopiées

**COORDINATION AVEC D'AUTRES COURS**  
**Préalable requis:** Commande de Machines-Informatique temps réel - Informatique Industrielle  
**réparation pour:**

| Titre : MECANIQUE DES DEFORMATIONS ET DE LA RUPTURE I |          |                                     |                          |                          |                                     |                          |
|-------------------------------------------------------|----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Enseignant : Bernhard ILSCHNER, professeur EPFL/DMX   |          |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| Heures totales : 30                                   |          | Par semaine: Cours 2 Exercices      |                          |                          | Pratique                            |                          |
| Destinataires et contrôle des études                  |          |                                     |                          |                          | Branches                            |                          |
| Section(s)                                            | Semestre | Oblig.                              | Facult.                  | Option                   | Théoriques                          | Pratiques                |
| Mécanique MA .....                                    | 7        | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Matériaux.....                                        | 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"/> |

### 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'écroutissage, 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. Ecroutissage : description phénoménologique et discussion microstructurale (dislocations). 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,I. 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: Mécanique des déformations et de la rupture II

|                                                   |          |                                             |                          |                          |                                     |                          |
|---------------------------------------------------|----------|---------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Titre : TRANSMISSIONS HYDROMECHANQUES             |          |                                             |                          |                          |                                     |                          |
| Enseignant : Michel PORCHET, professeur, EPFL/DME |          |                                             |                          |                          |                                     |                          |
| Heures totales : 30                               |          | Par semaine: Cours 2 Exercices - Pratique - |                          |                          |                                     |                          |
| Destinataires et contrôle des études              |          |                                             |                          |                          | Branches                            |                          |
| Section(s)                                        | Semestre | Oblig.                                      | Facult.                  | Option                   | Théoriques                          | Pratiques                |
| Mécanique MA .....                                | 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"/> |
| .....                                             |          | <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 (P. PAHUD). 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 polycopié (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 EPFL/DME |          |                                     |                          |                          |                                     |                          |
| Heures totales : 40                                 |          | Par semaine : Cours                 |                          | 3                        | Exercices                           | 1 Pratique -             |
| Destinataires et contrôle des études :              |          |                                     |                          |                          | Branches                            |                          |
| Section(s)                                          | Semestre | Oblig.                              | Facult.                  | Option                   | Théoriques                          | Pratiques                |
| Mécanique MA.....                                   | 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"/> |
| .....                                               |          | <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 7ème 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 commande, 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 polycopié. Documentation de fabricants, présentations de modèles coupés.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS** Transmissions hydromécaniques

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

**Préparation pour:** Travail de diplôme

|                                                      |          |                                             |                          |                                     |                                     |                          |
|------------------------------------------------------|----------|---------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Titre : METHODES NUMERIQUES EN MECANIQUE DES SOLIDES |          |                                             |                          |                                     |                                     |                          |
| Enseignant : Alain CURNIER, chargé de cours EPFL/DME |          |                                             |                          |                                     |                                     |                          |
| Heures totales : 60                                  |          | Par semaine: Cours 3 Exercices 1 Pratique - |                          |                                     |                                     |                          |
| Destinataires et contrôle des études                 |          |                                             |                          |                                     | Branches                            |                          |
| Section(s)                                           | Semestre | Oblig.                                      | Facult.                  | Option                              | Théoriques                          | Pratiques                |
| Mécanique MA.....                                    | 7        | <input checked="" type="checkbox"/>         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Options HY + TH .....                                | 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

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

### CONTENU

- Problème «modèle» de la barre**  
Rappels de dynamique non-linéaire du solide (grandes déformations, plasticité) simplifiée à une dimension. Importance du principe des travaux virtuels.
- Discretisation spatiale**  
Révision de la *méthode des éléments finis* (de Galerkinge). Addition des termes non-linéaires et d'inertie.
- Traitement des non-linéarités**  
Adaptation de la *méthode des itérations linéaires* (de Newton et variantes) aux grandes déformations.
- Intégration dans le temps**  
Spécialisation de la *méthode des différences finies* (de Newmark) à la résolution des équations de la dynamique des structures.
- Combinaison des trois méthodes**  
Description de l'algorithme global et discussion de sa programmation.
- Solide en deux et trois dimensions**  
Généralisation des techniques précédentes à des problèmes plans, axi-symétriques et tri-dimensionnels.

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

**DOCUMENTATION:** cours polycopié

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis:** Résistance des matériaux II, Méthode des éléments finis.

**Préparation pour:**

|                                                                                                                                                     |                                                       |                                     |                          |                                     |                          |                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| <b>Titre : PROJET DE MECANIQUE APPLIQUEE I (HIVER)</b>                                                                                              |                                                       |                                     |                          |                                     |                          |                                     |
| <b>Enseignants: Michel DEL PEDRO, Hubert MULKENS, Michel PORCHET, François PRUVOT, Georges SPINLER, Nicolas XENOPHONTIDIS, professeurs EPFL/DME</b> |                                                       |                                     |                          |                                     |                          |                                     |
| <b>Heures totales :</b> 105(60)                                                                                                                     | <b>Par semaine: Cours - Exercices - Pratique 7(4)</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 MA .....                                                                                                                                  | 7                                                     | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Mécanique HY + TH .....                                                                                                                             | 7                                                     | <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
- Gestion de la production, pilotage d'atelier de production.

## Remarque

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 105 h. pour MA).

**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:**

|                                                                                                                                                     |                 |                                                     |                          |                          |                          |                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| <b>Titre : PROJET DE MECANIQUE APPLIQUEE II (ETE)</b>                                                                                               |                 |                                                     |                          |                          |                          |                                     |
| <b>Enseignants: Michel DEL PEDRO, Hubert MULKENS, Michel PORCHET, François PRUVOT, Georges SPINLER, Nicolas XENOPHONTIDIS, professeurs EPFL/DME</b> |                 |                                                     |                          |                          |                          |                                     |
| <b>Heures totales : 140</b>                                                                                                                         |                 | <b>Par semaine: Cours - Exercices - Pratique 14</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 MA.....                                                                                                                                   | 8               | <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

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
- Gestion de la production, pilotage d'atelier de production.

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

**DOCUMENTATION:** polycopiés et bibliothèques de l'IMECO.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis:** Orientation MA du 7ème semestre.

**Préparation pour:**

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

### OBJECTIFS

L'étudiant maîtrisera des algorithmes d'identification modernes. Il sera en mesure de synthétiser des régulateurs polynomiaux et sera capable d'implanter des méthodes simples de commande adaptative.

### CONTENU

- **Identification** : Modèles de connaissance et de représentation. Identification par moindres carrés. Formes récurrentes. Application de l'identification aux systèmes décrits par fonctions de transfert.
- **Placement des pôles polynomial** : Contraintes sur le régulateur. Simplification de pôles et de zéros. Equation Diophantine. Solution.
- **Commande adaptative** : Schémas de commande adaptative. Réglage PID adaptatif. Réglage adaptatif par placement des pôles.

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

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

### LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

**Préalable requis** : Réglage automatique I et II.  
**Préparation pour** : Réglage automatique IV.

|                                                             |          |                                         |                          |                                     |                                     |                          |
|-------------------------------------------------------------|----------|-----------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Titre : <b>MODELISATION ET SIMULATION I</b>                 |          |                                         |                          |                                     |                                     |                          |
| Enseignant : <b>Dominique BONVIN, professeur EPFL / DME</b> |          |                                         |                          |                                     |                                     |                          |
| Heures totales : 30                                         |          | Par semaine: Cours 2 Exercices Pratique |                          |                                     |                                     |                          |
| Destinataires et contrôle des études                        |          |                                         |                          |                                     | Branches                            |                          |
| Section(s)                                                  | Semestre | Oblig.                                  | Facult.                  | Option                              | Théoriques                          | Pratiques                |
| Informatique (IT).....                                      | 5, 7     | <input type="checkbox"/>                | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Electricité (A).....                                        | 7        | <input type="checkbox"/>                | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Mécanique.....                                              | 7        | <input type="checkbox"/>                | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Microtechnique.....                                         | 7        | <input type="checkbox"/>                | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Physique.....                                               | 7        | <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 d'élaborer la structure, d'identifier les paramètres et d'étudier le comportement de systèmes linéaires et non linéaires. Il maîtrisera les possibilités offertes par certains logiciels modernes d'analyse (MATLAB) et de simulation numérique (SIMULAB).

### CONTENU

**Modélisation** : Processus, systèmes et modèles. Classes de modèles. Objectifs de la modélisation. Exemples.

**Modèles non paramétriques** : Réponse indicielle. Méthode de corrélation. Analyse fréquentielle. Analyse spectrale. Utilisation de MATLAB.

**Modèles de représentation paramétriques** : Choix de la structure. Identification des paramètres. Validation du modèle. Utilisation de MATLAB.

**Modèles de connaissance** : Procédure de modélisation. Exemples mécaniques, électriques, électromécaniques, hydrauliques et thermiques. Identification des paramètres.

**Simulation de systèmes dynamiques à variables continues** : Objectifs de la simulation. Intégration numérique. Analyse des résultats. Vérification et validation. Utilisation de SIMULAB.

### FORME DE L'ENSEIGNEMENT :

Cours avec exemples et exercices intégrés. Utilisation de logiciels modernes d'analyse et de simulation numérique.

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

### LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

**Préalable requis** : Réglage Automatique I et II  
**Préparation pour** : Modélisation et Simulation II

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

|                                                              |                 |                           |                                     |                          |                          |                                     |
|--------------------------------------------------------------|-----------------|---------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| <b>Titre : MESURES DES DEFORMATIONS</b>                      |                 |                           |                                     |                          |                          |                                     |
| <b>Enseignant : Pierre JACQUOT, chargé de cours EPFL/DGC</b> |                 |                           |                                     |                          |                          |                                     |
| <b>Heures totales : 20</b>                                   |                 | <b>Par semaine: Cours</b> |                                     | <b>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.....                                               | 8               | <input type="checkbox"/>  | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" 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**

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 : mesures des déformations dans le plan; enregistrement, dépouillement, filtrage point par point et à champ complet
- Interférométrie speckle : mesures d'une composante de la déformation : technique de la double exposition; technique du masque; variantes
- Interférométrie holographique : mesures 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 photocopiés

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis:**

- Construction de machines
- Mécanique appliquée
- Métrologie optique

|                                                        |                 |                           |                                     |                          |                                     |                          |
|--------------------------------------------------------|-----------------|---------------------------|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| <b>Titre : PHOTOELASTICITE</b>                         |                 |                           |                                     |                          |                                     |                          |
| <b>Enseignant : Leopold PFLUG, professeur EPFL/DGC</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>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.....                                         | 7               | <input type="checkbox"/>  | <input checked="" type="checkbox"/> | <input 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 groupes 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 requis:**

- Construction de machines
- Mécanique appliquée

|                                                 |          |                          |                                     |                          |                                     |                          |
|-------------------------------------------------|----------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Titre : MOIRES                                  |          |                          |                                     |                          |                                     |                          |
| Enseignant : Léopold PFLUG, professeur EPFL/DGC |          |                          |                                     |                          |                                     |                          |
| Heures totales : 10                             |          | Par semaine: Cours       |                                     | Exercices                |                                     | Pratique 1               |
| Destinataires et contrôle des études            |          |                          |                                     |                          | Branches                            |                          |
| Section(s)                                      | Semestre | Oblig.                   | Facult.                             | Option                   | Théoriques                          | Pratiques                |
| Mécanique.....                                  | 8        | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input 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 requis:**
- Construction de machines
  - Mécanique appliquée

|                                                                   |                 |                                     |                          |                          |                          |                                     |
|-------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| <b>Titre : PROJET HTE</b>                                         |                 |                                     |                          |                          |                          |                                     |
| <b>Enseignant : Marcel-Lucien GOLDSCHMID, professeur EPFL/CPD</b> |                 |                                     |                          |                          |                          |                                     |
| <b>Heures totales : 30</b>                                        |                 | <b>Par semaine: Cours</b>           |                          | <b>Exercices</b>         |                          | <b>Pratique 2</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>                    |
| Mécanique.....                                                    | 7               | <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:****LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

*Préalable requis:*

*Préparation pour:*

|                                                                   |                 |                                     |                          |                          |                          |                                     |
|-------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| <i>Titre : PROJET HTE</i>                                         |                 |                                     |                          |                          |                          |                                     |
| <i>Enseignant : Marcel-Lucien GOLDSCHMID, professeur EPFL/CPD</i> |                 |                                     |                          |                          |                          |                                     |
| <i>Heures totales : 20</i>                                        |                 | <i>Par semaine: Cours</i>           |                          | <i>Exercices</i>         |                          | <i>Pratique 2</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>                    |
| Mécanique.....                                                    | 8               | <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:**

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

*Préalable requis:*

*Préparation pour:*