

# Génie mécanique

Livret des cours

# Mechanical Engineering

Catalogue of courses





ÉCOLE POLYTECHNIQUE  
FÉDÉRALE DE LAUSANNE

## TABLE DES MATIÈRES

Informations générales .....	1
General informations .....	6
Calendrier académique .....	11
Ordonnance sur le contrôle des études .....	23
<b><u>Début des sections</u></b> .....	<b>33</b>

## INFORMATIONS GENERALES

### Organisation des études

Les formations d'ingénieurs et d'architectes comportent deux cycles d'études. Chaque année d'études est divisée en deux périodes de 14 semaines, les examens ayant lieu en dehors de ces périodes.

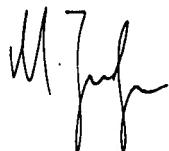
Les douze voies de formation débutent par un **premier cycle** de deux ans dont l'essentiel consiste en une formation en sciences de base (mathématiques, physique, chimie, informatique et sciences du vivant), complétée d'une initiation à la profession d'ingénieur ou d'architecte. Une proportion de 10% de sciences humaines fait également partie du cursus. Le contrôle des études est basé sur le principe des moyennes.

**Au second cycle** durant deux ans (5 semestres pour la section Systèmes de communication), la formation dans l'orientation choisie est prépondérante, tout en consolidant les connaissances en sciences de base et en sciences humaines. Pour favoriser les échanges d'étudiants, le contrôle des études est régi par un système de crédits. Le nombre de crédits attribués à chaque branche permet d'en acquérir 60 chaque année, 120 étant nécessaires pour l'ensemble du 2ème cycle. Ce système des crédits est en parfait accord avec le cadre général proposé par les instances européennes, à savoir le **système ECTS (European Credit Transfert System)**. Pour certaines formations, un stage obligatoire peut être exigé.

Pour obtenir le diplôme d'ingénieur ou d'architecte, il est nécessaire d'effectuer un **travail pratique** de 4 mois à la fin des études.

Le **contrôle des connaissances** revêt plusieurs formes : examens oraux ou écrits, laboratoires, travaux pratiques, projets.

Professeur Marcel Jufer



Vice-président de la formation

# INFORMATIONS GENERALES

## A. Etudes de diplômes

### ① Eventail des sections

Vous pourrez entrer à l'EPFL, suivant vos goûts, vos aptitudes et vos projets professionnels dans l'une des sections d'études suivantes :

- Génie civil
- Génie rural, environnement et mensuration
- Génie mécanique
- Microtechnique
- Electricité
- Systèmes de communication
- Physique
- Chimie
- Mathématiques
- Informatique
- Matériaux
- Architecture

La durée minimale des études est de 4 1/2 années incluant un travail pratique de 4 mois, à l'exclusion des formations en Systèmes de communication et en Architecture.

La durée minimale des études en Architecture est de 5 1/2 années incluant un stage obligatoire d'une année et un travail pratique de 6 mois.

La durée minimale des études en Systèmes de communication est de 5 années incluant un stage obligatoire et un travail pratique pour un total de 6 mois.

### ② Inscription

Elle est fixée entre le 1er avril et le 15 juillet (sauf pour les échanges officiels).

Les demandes doivent être adressées au Service académique (voir adresse en 2<sup>ème</sup> page).

### ③ Périodes des cours

- Semestre d'hiver : fin octobre à mi-février
- Semestre d'été : mi-mars à fin juin

### ④ Périodes des examens

- Session de printemps : deux dernières semaines de février
- Session d'été : trois premières semaines de juillet
- Session d'automne : deux dernières semaines de septembre et première semaine d'octobre

## B. Renseignements et démarches

### ① Comment venir en Suisse et obtenir un permis de séjour ?

#### Visa

Suivant le pays d'origine, un visa est indispensable pour entrer en Suisse. Dans ce cas, il faut solliciter un visa d'entrée pour études auprès du représentant diplomatique suisse dans le pays d'origine en présentant la lettre d'admission qui est envoyée par le Service académique de l'EPFL, dès acceptation de l'admission.  
Les visas de "touristes" ne peuvent en aucun cas être transformés en visas pour études après l'arrivée en Suisse.

#### Etudiants étrangers sans permis de séjour

A son arrivée en Suisse, l'étudiant se présente au bureau des étrangers de son lieu de résidence, avec les documents suivants :

- Passeport avec visa pour études si requis
- Rapport d'arrivée remis par le bureau des étrangers
- Questionnaire étudiant remis par le bureau des étrangers
- Attestation de l'Ecole remise par l'EPFL à la semaine d'immatriculation
- 1 photo format passeport, récente
- Attestation bancaire d'un montant suffisant à couvrir la durée des études mentionnées sur l'attestation de l'école ou
- Relevé bancaire assorti d'un ordre de virement permanent ou
- Attestation de bourse suisse ou étrangère (le montant alloué doit obligatoirement être indiqué) ou
- Déclaration de garantie des parents (formule disponible au bureau des étrangers. Doit être complétée par le père ou la mère, attestée par les autorités locales et accompagnée d'un ordre de virement) ou
- Déclaration de garantie d'une tierce personne (formule disponible au bureau des étrangers. Le garant doit être domicilié en Suisse et prouver des moyens financiers suffisants pour assurer l'entretien de l'étudiant. Sa signature doit être légalisée par les autorités locales).
- Attestation d'assurance maladie et accident prouvant que les frais médicaux et d'hospitalisation sont couverts en Suisse.

La demande de permis de séjour ne sera enregistrée qu'après obtention de tous les documents requis.

# INFORMATIONS GENERALES

## **Etudiants étrangers avec permis de séjour B**

Documents à présenter dans tous les cas :

- Passeport ou autre pièce d'identité
- Questionnaire étudiant
- Attestation de l'Ecole
- Attestation bancaire ou
- Relevé bancaire ou
- Attestation de bourse ou
- Déclaration de garantie
- + 1. Si habitant de Lausanne
  - permis de séjour
- 2. Si venant d'une commune vaudoise
  - permis de séjour avec visa de départ de la dernière commune de domicile
  - bulletin d'arrivée
- 3. Si venant d'une autre commune de Suisse
  - permis de séjour avec visa de départ de la dernière commune de domicile
  - Rapport d'arrivée
  - 1 photo

## **Etudiants mariés**

Le BUREAU DES ETRANGERS ne délivre aucun permis de séjour aux conjoints (sauf s'ils sont eux aussi immatriculés), ni à leurs enfants. Conjoint et enfants peuvent cependant faire chaque année deux séjours de 90 jours en Suisse au titre de "touristes".

## **Prolongation du permis de séjour**

Les étudiants étrangers régulièrement inscrits dans une université ou école polytechnique suisse obtiennent, sur demande, un permis de séjour d'une année, renouvelable d'année en année, mais limité à la durée des études. Ce permis ne peut pas être transformé en permis de séjour normal, accompagné d'un permis de travail régulier en Suisse. Les étudiants en provenance de l'étranger doivent donc quitter la Suisse peu après la fin de leurs études.

## **② Finances, taxes de cours et dispenses**

Les montants mentionnés ci-dessous (valeur 97/98) peuvent être modifiés par le Conseil des écoles polytechniques fédérales.

### **Finances et taxes de cours**

À la début de chaque semestre et dans les délais, chaque étudiant doit payer ses finances et taxes de cours au moyen du bulletin de versement qui lui parvient par la poste ou qui est remis aux nouveaux étudiants lors de la semaine d'immatriculation (deux semaines avant le début des cours du semestre d'hiver).

Les finances et taxes de cours s'élèvent, par semestre, à FS 92.-. De plus une taxe d'immatriculation de FS 50.- pour les porteurs d'un certificat suisse et de FS 110.- pour les

porteurs d'un certificat étranger est perçue au 1er semestre à l'EPFL.

### **Dispenses**

Des demandes de dispenses (uniquement de la finance de cours) peuvent être déposées au Service social de l'EPFL dans les premiers jours du mois de septembre précédent l'année académique concernée. Les étrangers non résidant en Suisse ne peuvent pas déposer de demande pour leur première année d'études.

Il est impératif d'assurer le financement des études avant de s'inscrire à l'EPFL, pour éviter une perte de temps, des désillusions et pour assurer une bonne intégration.

## **③ Assurance maladie et accident**

L'assurance maladie et accidents est obligatoire en Suisse. Tout étudiant étranger doit s'affilier à une assurance reconnue par la Suisse. S'ils le désirent, les étudiants peuvent adhérer, à l'assurance collective de l'EPFL, la SUPRA.

Pour un séjour de courte durée et si les conditions requises sont remplies, une **dérogation** est possible.

En outre, il est impératif d'arriver en Suisse avec une dentition en bon état, car les frais dentaires n'étant pas pris en charge par les caisses maladie, les factures peuvent atteindre une somme considérable pour un étudiant.

Pour tout renseignement et adhésion, prière de s'adresser au Service social (voir adresse en page de couverture).

## **④ Office de la mobilité**

L'office de la mobilité organise les échanges d'étudiants.

- Il informe les étudiants de l'EPFL intéressés à un séjour d'études dans une autre Haute école suisse ou étrangère.
- Il prépare l'accueil des étudiants étrangers venant accomplir une partie de leurs études à l'EPFL (logement, renseignements pratiques, etc...).

Les heures de réception figurent en page de couverture.

## **⑤ Service social**

Pour tout conseil en cas de difficultés économiques, administratives ou personnelles, les étudiants peuvent consulter le Service social de l'EPFL.

Les heures de réception figurent en page de couverture.

# INFORMATIONS GENERALES

## ❶ Documents officiels pendant les études

### Calendrier académique

Ce document, joint à l'admission définitive, donne toutes les dates et échéances indispensables pour les études.

### Horaire des cours

Ce document est à disposition au Service académique ou à l'adresse Internet <http://daawww.epfl.ch/daa/sac/>. Il est édité chaque semestre et contient, pour chaque section, le placement à l'horaire et le lieu où se déroulent les cours, exercices et travaux pratiques.

## ❷ Langues d'enseignement

Une bonne connaissance du français est indispensable pour les études de diplôme et postgrades. Pour ces dernières, la connaissance de l'anglais peut être exigée.

Un cours intensif de français est organisé de mi-septembre à mi-octobre pour les nouveaux étudiants étrangers.

au spectacle et entre FS 12.- et FS 15.- pour une place au cinéma.

D'autres frais sont importants dans un budget mensuel : le logement, les finances de cours, les transports, l'assurance maladie et accident (voir chapitres correspondants).

## ❸ Logement

Lausanne est une agglomération de 200'000 habitants. Malgré sa taille, elle ne possède pas de campus universitaire et il appartient à chacun de se trouver un logement.

### Service du logement

A disposition des étudiants de l'Université de Lausanne et de l'EPFL, le Service des affaires socioculturelles de l'Université de Lausanne est situé dans le bâtiment du Rectorat et de l'Administration.

Ce service centralise les offres de chambres chez l'habitant, en ville ou à proximité des deux Hautes Ecoles. Il peut s'agir de chambres dépendantes (dans un appartement privé) ou de chambres indépendantes (prix entre FS 400.- et FS 500.-).

Les heures de réception figurent en 2<sup>ème</sup> page.

### Foyers pour étudiants

Ils offrent plus de 1000 lits pour une communauté universitaire de 12'000 étudiants (Université de Lausanne + EPFL). Dans les foyers, les loyers mensuels varient entre FS 300.- et FS 600.-.

La Fondation Maisons pour étudiants gère plusieurs immeubles comprenant des chambres meublées ou non et des studios. Pour tous renseignements et réservations concernant ces foyers, réservés aux étudiants, s'adresser à la Direction des Maisons pour étudiants ou au Foyer catholique universitaire dont les adresses figurent en 2<sup>ème</sup> page.

### Studios et appartements

Les prix des studios et appartements commencent dès FS 600.- par mois. Il faut savoir que la gérance ou le propriétaire demandent, avant d'entrer dans le logement, une garantie de trois mois de loyer. Ainsi, pour obtenir la location d'un studio à FS 600.- par mois, la garantie s'élèvera à FS 1'800.- plus le loyer du premier mois, soit au total FS 2'400.-.

La plupart des logements sont loués non meublés. Pour un aménagement sommaire, avec du mobilier neuf, mais modeste, il faut compter FS 2'500.. Beaucoup d'étudiants ont recours à la récupération et aux occasions, ce qui diminue quelque peu ce montant. Les cuisines sont habituellement équipées d'un petit frigo, d'une cuisinière et de placards.

Il est d'usage que les immeubles assez récents soient pourvus d'une buanderie collective où les locataires

## C. Vie pratique

### ❹ Coût des études

#### Budget

Le budget annuel indicatif est le suivant :

• frais de scolarité et matériel	FS	2'300.-
• Logement	FS	4'900.-
• Nourriture	FS	5'900.-
• Habits et effets personnels	FS	1'900.-
• Assurances, transports, divers	FS	3'000.-
<b>Total</b>	<b>FS</b>	<b>18'000.-</b>

#### Frais courant d'entretien

Les frais de nourriture se montent au minimum à FS 500.- par mois.

Les coûts du matériel scolaire varient sensiblement. En début de formation, les étudiants doivent parfois s'équiper pour le dessin, acheter des machines à calculer, etc. Les cours polycopiés édités à l'EPFL contribuent à limiter les frais, mais il faut compter un minimum de FS 1'200.- par an pour pouvoir étudier sans être trop dépendant des bibliothèques et du matériel d'autrui.

Les loisirs représentent un montant indispensable du budget pour maintenir un équilibre personnel et étendre sa culture générale. Il faut compter environ FS 30.- pour aller

# INFORMATIONS GENERALES

utilisent une machine à laver à tour de rôle, contre paiement.

De plus, il faut absolument faire établir un devis avant de commander des travaux tels que mise en place de moquette et rideaux, d'installations électriques et du téléphone, pour éviter des surprises désagréables. Pour l'usage du téléphone, les PTT demandent une garantie jusqu'à FS 2'500.-. L'abonnement mensuel coûte de FS 20.- à FS 30.-.

## ③ Restauration

Divers restaurants et cafétérias sont à la disposition des étudiants de l'EPFL qui peuvent y prendre leur repas de midi et du soir. Les étudiants peuvent acheter à l'AGEPOLY des coupons-repas, leur donnant droit à un prix de FS 6.50 par repas (valeur octobre 1999).

## ④ Travaux rémunérés

Les possibilités pour un étudiant de payer ses études en travaillant sont soumises à trois types de contraintes.

### Contrainte légale

La Police cantonale des étrangers autorise les étudiants étrangers, 6 mois après leur arrivée, à travailler au maximum 15 heures par semaine, pour autant que cet emploi ne compromette pas les études. Un permis de travail spécial est alors accordé. La police exerce un contrôle constant et efficace sur les étudiants-travailleurs. Les démarches sont à faire auprès du Service social.

### Contrainte académique

L'horaire compte environ 32 heures de cours, exercices et travaux pratiques par semaine auxquelles il convient d'ajouter 15 à 20 heures de travail personnel régulier (sans compter les préparations d'examens). Avec une charge de 50 à 60 heures par semaine, il est difficile de gagner beaucoup d'argent en parallèle.

### Contrainte conjoncturelle

Comme partout, la récession se fait sentir en Suisse et il n'est pas facile de trouver du travail. Voici un aperçu du salaire-horaire pour certains travaux :

► baby-sitting	FS	8.- / heure
► traductions	FS	35.- / page
► magasinier	FS	16.- / heure
► leçons de math.	FS	20.- / heure
► assistant-étudiant	FS	21.- / heure

Un panneau d'affichage répertoriant des offres de petits travaux se trouve à l'extérieur du Service social.

## ⑤ Transports

Le site principal de l'EPFL et de l'Université de Lausanne est relié à la gare CFF de Renens et à la place du Flon au centre de Lausanne par le Métro-Ouest (TSOL).

## ⑥ Parkings

Des parkings sont à disposition des étudiants sur le site de l'EPFL, moyennant l'acquisition au bureau "Accueil-information" (centre Midi - 1er étage) d'une vignette semestrielle de FS 75.- ou annuelle de FS 150.- (valeurs janvier 95).

## ⑦ Aide aux études

### Les bibliothèques

Pour compléter les possibilités de la Bibliothèque Centrale et les connaissances à acquérir, de nombreux départements et laboratoires disposent de leur propre bibliothèque.

### Les salles d'ordinateurs

Certains cours ont lieu dans des salles équipées d'ordinateurs qui sont souvent laissées en libre accès en dehors des heures de cours.

## ⑧ Commerces

Pour faciliter la vie étudiante, certains commerces se sont installés sur le site de l'EPFL :

- une poste
- une banque
- une agence d'assurance
- une épicerie
- une agence de voyage
- une antenne des CFF
- une librairie.

## ⑨ Centre sportif universitaire

Pour un nouvel art de vivre, pour joindre l'utile à l'agréable, pour profiter d'un site sportif exceptionnel, 55 disciplines sportives vous sont proposées avec la collaboration de 120 moniteurs.

Une brochure complète de toutes les disciplines sportives mentionnant les heures de fréquentation est à disposition des étudiants, au Service académique, chaque année au début du semestre d'hiver.

## GENERAL INFORMATION

### **How the diploma course is organised**

The degree courses for Engineers and Architects are made up of two cycles. Each year of study is divided into two periods of 14 weeks; the exam dates are not in these periods.

The twelve courses of study start with a first cycle of two years of which the main part is the study of basic science subjects (mathematics, physics, chemistry, computer science and life sciences ), to which is added an introduction to the profession of engineer or architect. A proportion of 10% of this cycle is also taken up by human sciences. The pass mark is based on a system of averages.

In the second cycle which lasts two years (5 semesters for the Communications systems section), the main study is in the chosen subject, but there is a continuation of the study of the basic subjects as well as of human sciences. To encourage student exchange, a credit system is in operation for this cycle. The number of credits possible for each subject allows a student to obtain 60 each year, 120 being necessary for the entire cycle. This credit system fits into the general framework agreed by the European authorities, i.e. the ECTS system (European Credit Transfer System). For some courses there is an obligatory practical period.

To obtain the Engineer's or Architect's diploma, it is also necessary to do a practical project of 4 months at the end of the study period.

The kind of exams can vary: oral or written exams, laboratory tests, practical projects or exercises.

Professeur Marcel Jufer



Vice-président de la formation

# GENERAL INFORMATION

## A. Study information

### ① Departments

Diploma courses are held in the following departments:

- Civil engineering
- Rural engineering
- Mechanical engineering
- Microtechnical engineering
- Electrical engineering
- Communication systems
- Physics
- Chemistry
- Mathematics
- Computer sciences
- Materials sciences
- Architecture

The minimal study period is 4 ½ years including a 4-month practical project, with the exception of Architecture and Communication systems.

The minimal study period for a diploma in Architecture is 5 ½ years, including an obligatory year of practical experience and a practical project of 6 months.

The minimal study period for a diploma in Communication systems is 5 years, including practical experience and a practical project of 6 months.

### ② Enrolment

Enrolment dates are between 1st April and 15th July (except for official exchanges).

Applications must be addressed to the Service académique, av. Piccard, EPFL - Ecublens, CH - 1015 LAUSANNE.

### ③ Course dates

Winter semester : end October to mid-February

Summer semester : mid-March to end June

### ④ Exam dates

- Spring session:  
last two weeks of February
- Summer session :  
first three weeks of July
- Autumn session :  
two last weeks of September and first week of October

## B. Information and procedure

### ① Foreign student permits and visas for entering Switzerland

#### *Visas*

Depending on the future student's country of origin, a visa is indispensable for entry into Switzerland. A student visa can be obtained from the Swiss diplomatic representative in the country of origin by showing the acceptance letter sent by the EPFL Service académique (which is sent at the end of the full admission procedure).

Tourist visas cannot be changed to student visas once in Switzerland.

#### Foreign students without resident permits

On arrival in Switzerland, the student must report to the "bureau des étrangers" of the town or village in which he or she will be living, with the following documents:

- Passport  
with student visa if necessary
- Arrival report  
supplied by the "bureau des étrangers"
- Student questionnaire  
supplied by the "bureau des étrangers"
- Proof of studentship  
provided by the EPFL during the admissions week
- 1 recently taken passport photo
- Bank statement  
indicating an amount sufficient to cover the costs of studies mentioned on the proof of studentship or
- Bank form  
with standing order or
- Proof of a Swiss or foreign grant  
(the amount allocated must be indicated) or
- Parental guarantee (this form can be obtained from the "bureau des étrangers". It must be completed by the mother or father, certified by the local authorities and attached to a standing order or
- Guarantee statement (this form can be obtained from the "bureau des étrangers". The guarantor must be living in Switzerland and be able to prove he or she has the financial means to support the student. His or her signature must be certified by the local authorities
- Proof of medical and accident insurance for Switzerland

The student permit, which costs about FS 100.- for the first year, will only be issued after all the documents have been provided.

# GENERAL INFORMATION

## **Foreign students with a B permit**

Documents to be provided:

- Passport or identity papers
  - Student questionnaire
  - Proof of studentship from the EPFL
  - Bank statement or
  - Bank document or
  - Proof of grant or
  - Guarantee statement
- + 1. If resident in Lausanne  
- residence permit
2. If resident in the Canton de Vaud  
- resident permit with departure visa from the last commune and the visa from the present commune plus arrival certificate
3. If coming from a commune in Switzerland outside Vaud  
- resident permit with departure visa from the last commune , arrival report and 1 photo

## **Married students**

The "Bureau des étrangers" will not issue residence permits for spouses unless they also have student status, and will not issue residence permits to students' children. However, spouses and children can visit for up to two 90-day periods as tourists in any one year.

## **Prolongation of student visas**

Students enrolled to study at the University or EPFL will receive one-year permits, which are renewed every year for the length of the course enrolled for. This student permit cannot be changed into a regular resident permit for work purposes. Foreign students must therefore leave Switzerland on completion of their studies.

## **② Registration, tuition fees and exemptions**

The amounts mentioned below (price 97/98) are subject to modification by the Conseil des écoles polytechniques fédérales.

### **Registration and tuition fees**

Fees must be paid before each semester by means of a Post Office payments slip, which each student will receive by post or which new students will be given during the registration week, held two weeks before the start of the autumn/winter semester. Foreign students may pay by banker's order.

The registration and tuition fees are SF 592.- per semester. In addition to this there is a supplementary fee for the first semester at the EPFL of SF 50.- for holders of a Swiss certificate and SF 110.- for holders of foreign certificates.

### **Exemptions**

Requests for exemptions (for the registration fee only) can be made to the Social Services of the EPFL at the beginning of September before the corresponding academic year. Non-resident foreign students cannot make a request the first year.

It is essential for students to ensure that they have proper financial provision for studying before enrolling at the EPFL, to avoid disappointment and wasted time as well as to ensure full integration.

## **③ Accident and health insurance**

Students at the EPFL are legally obliged to be insured against illness and accidents with an insurance company recognised by Switzerland. It is possible for students to obtain insurance through the EPFL insurance scheme, the SUPRA.

Exceptions can be made for those students who are on very short courses.

In addition, it is important to arrive in Switzerland with teeth in good order, because dental work is not included in health insurance and it can be very expensive.

Information and application forms for insurance can be obtained through our social services office (see address on the last but one page)

## **④ Mobility**

The "office de la mobilité" organises student exchanges.

- It provides information to those EPFL students interested in a study period either in another Swiss University or abroad
- It organises the administrative matters for foreign students coming to the EPFL on a student exchange (lodgings, practical information, etc.).

Opening hours of this office are to be found on the last but one page of this brochure.

## **⑤ Social services**

The EPFL social services are available to provide advice in the case of financial, personal or administrative problems.

Opening hours for this office are to be found on the last but one page of this brochure.

## GENERAL INFORMATION

### ⑥ Official study documents

#### Academic calendar

This is given at the time of admission, and contains all the essential dates for a student at the EPFL.

#### Timetables

They can be obtained from the Service académique or at the address Internet <http://daawww.epfl.ch/daa/sac/>. It is printed every semester and contains for every Department, the place and time for all lectures, exercises or practical projects.

### ⑦ Teaching language

An excellent knowledge of French is essential for the diploma course and most of the postgraduate courses. For some postgraduate courses English is also essential. An intensive French course is available from mid-September to mid-October for foreign students.

## C. Information for day-to-day living

### ① Study costs

#### Budget

The following annual budget will give you an idea of expenses involved in studying here:

• Fees and books	SF 2,300.-
• Lodgings	SF 4,900.-
• Food	SF 5,900.-
• Clothing and personal items	SF 1,900.-
• Insurance, transport, other..	SF 3,000.-
<b>Total</b>	<b>SF 18,000.-</b>

#### General costs

SF 500.- a month should be allowed for food. Books and study material costs vary considerably. At the start of the diploma course, students may have to equip themselves with drawing material, calculators, etc. Photocopies printed by the EPFL help to reduce costs, but a minimum of SF 1'200.- a year should be allowed to be able to study without being too dependant on libraries and borrowed material. A sum has to be set aside for leisure which is an indispensable part of student life. About SF 30.- should be allowed to go to the theatre and about SF 12.- to SF 15.- to the cinema.

Other important costs in a monthly budget are : lodgings, course fees, transport, accident and illness insurance (see appropriate sections).

### ② Lodgings

Despite the fact that the Lausanne area has a population of 200,000, there is no university campus as such and it is up to students to find their own lodgings.

#### Lodgings office

This function is carried out by the "Service des affaires socioculturelles" at Lausanne University and is to be found in the Admissions and Administration building (Rectorat et Administration).

This office centralises all the offers of rooms to let, in the town or near to the University or the EPFL. These can be rooms in private homes or independent rooms (prices vary between SF 400.- and SF 500.-).

Opening hours can be found on the last but one page of this guide.

#### Halls of residence

There are more than 1,000 beds available for a student population of 12,000 (University and EPFL). In these halls the rent varies from SF 300.- to SF 600.-.

The "Fondation Maisons" for students runs several halls of residence, which consist of furnished and unfurnished rooms as well as one-room apartments. For further information and reservations concerning these halls of residence, please contact "la Direction des Maisons pour étudiants" or the "Foyer catholique universitaire" whose addresses you will find on the last but one page of this guide.

#### Studios and apartments

The prices of studios and apartments start around SF 600.- a month. In addition, the renting agency will require a deposit equivalent to three months rent, returnable on departure. So to rent a studio at SF 600.- a month, the deposit will come to SF 1,800.-, in addition to the rental for the first month, coming to a total of SF 2,400.-

Most lodgings are rented non-furnished. Even cheap new furnishings will cost at least SF 2,500.-. Many students use second-hand furnishings. Kitchen areas are usually equipped with a small fridge, cooker and cupboard space. Most apartment blocks have a communal laundry room where a coin-operated washing machine is available as well as drying space.

To avoid any unpleasant surprises, it is important to ask for an estimate before going ahead with any installation of electrical equipment, telephones or carpeting etc..

The PTT (telephone company) will require a guarantee of up to SF 2,500.- The monthly rental is SF 20.- to SF 30.-.

# GENERAL INFORMATION

## ③ Campus restaurants

Several restaurants and cafeterias are available to EPFL students for midday and evening meals. Students can buy restaurant tickets from the AGEPOLY, allowing them to buy a meal for SF 6.50 (price as at October 1999).

## ④ Paid work

The possibility for students to pay their way while studying is subject to three constraints.

### Legal constraint

The cantonal police for foreigners allows foreign students to work a maximum of 15 hours a week, but only six months after their arrival in Switzerland, and only if the work does not interfere with their studies. A special work permit is necessary. The police keep a close watch on student workers.

More information can be obtained from the EPFL Social services.

### Studying constraint

Lectures, exercises and practical exercises amount to about 32 hours a week. In addition one must allow for 15 to 20 hours of homework (without exam preparation). So with 50 to 60 hours of work a week, it is difficult to earn much money at the same time.

### General constraints

As everywhere, the recession has reduced the number of oddjobs available. Below you will find the rates for various student jobs.

• baby-sitting	SF	8.-/hour
• translations	SF	35.-/page
• shelf-filler	SF	16.-/hour
• maths lessons	SF	20.-/hour
• student assistant	SF	21.-/hour

A notice board with various job offers is to be found just outside the Social services office.

## ⑤ Transport

The main site of the EPFL and University is connected to the railway station at Renens and to the Place du Flon in

the centre of Lausanne by the tube line Métro-Ouest (TSOL).

## ⑥ Car parking

Paying car parks are available at the EPFL. Students who wish to use these must buy either a semestrial (SF 75.-) or annual (SF 150.-) sticker and display it on the inside of the car's windscreen. These can be purchased from the "Accueil -information" Centre Midi - 1st floor).

## ⑦ Study help

### Libraries

In addition to the main library (BC) there are also a number of Departments and laboratories which have their own libraries.

### Computer rooms

Some courses are given in rooms equipped with computers and these rooms are often left open for student use out of class hours.

## ⑧ Shops

- To make student life more convenient there are several shops on-site:
- post-office
- bank
- insurance agent
- grocery
- travel agent
- railway agent
- bookshop.

## ⑨ University sports facilities

In order to enjoy time away from studying a beautiful sports centre is available, staffed by 120 teachers. There are 55 sports to chose from.

A complete brochure detailing all these sports and giving dates and times is available to students from the Service académique at the start of the autumn term.

## CALENDRIER ACADEMIQUE 2001 - 2002

### INFORMATIONS GENERALES

#### IMPORTANT

**Si les circonstances l'exigent, ce document peut être soumis à modification**

#### DUREE DES SEMESTRES

**HIVER : du 22 octobre 2001 au 8 février 2002 = 14 semaines**

Interruption du 22 décembre 2001 au 6 janvier 2002

**ETE : du 11 mars 2002 au 21 juin 2002 = 14 semaines**

Interruption du 29 mars au 7 avril 2002 (Pâques)

#### PERIODES DES EXAMENS EN 2002

Session de printemps : du 11 février au 02 mars 2002

Session d'été : du 1<sup>er</sup> juillet au 20 juillet 2002

Session d'automne : du 17 septembre au 5 octobre 2002

#### SITES WEB

Le calendrier académique se trouve sur le site Internet du Service académique : <http://daawww.epfl.ch/daa/sac/>

L'horaire des cours se trouve à l'adresse suivante sur Internet : <http://infowww.epfl.ch/Horaires/Horaires.html>

#### BRANCHES D'EXAMENS

Pour toutes les branches d'examens choisies hors de votre plan d'études, vous devez vous assurer personnellement que la branche est bien examinée lors de la session choisie (voir livret des cours) et vous adresser directement auprès de l'enseignant pour fixer une date d'examen

#### DELAI

En cas de non-respect, par un étudiant, d'un délai prescrit, une taxe de Fr. 50.-- sera perçue, conformément à l'Ordonnance sur les taxes perçues dans le domaine des Ecoles Polytechniques Fédérales

#### DELAI D'INSCRIPTION OU DE RETRAIT AUX EXAMENS

Les inscriptions ou les retraits tardifs soumis à la taxe de Fr. 50.-- ne sont pris en compte que jusqu'au dernier jour ouvrable précédent le début de la session d'examens

#### ABREVIATIONS

SAC : Service académique

SOC : Service d'Orientation et Conseil

#### PERIODE DES COURS POUR 2002-2003

Semestre d'hiver : du 21.10.2002 au 07.02.2003

Semestre d'été: du 10.03.2003 au 20.06.2003

#### PERIODE DES COURS POUR 2003-2004

Semestre d'hiver : du 20.10.2003 au 06.02.2004

Semestre d'été: du 08.03.2004 au 18.06.2004

**AOUT 2001**

mercredi 1 <sup>er</sup> août	<b>Fête Nationale</b>
jeudi 2 août	<b>pour les Chefs de section : CONFERENCE DES NOTES</b> des examens propédeutiques I,II et des épreuves théoriques de l'examen d'admission au travail pratique de diplôme au niveau de l'Ecole, de 08h00 à 12h00 dans la salle de direction du Bâtiment polyvalent envoi des bulletins propédeutiques I,II et des examens de 2 <sup>ème</sup> cycle
mercredi 15 août	<b>dernier délai d'inscription</b> à l'examen d'admission pour la session d'automne <b>jusqu'au 03.09.2001</b> : inscriptions aux examens propédeutiques I et II par le Web pour toutes les sections
vendredi 17 août	<b>Pour les Chefs de département</b> : dernier délai pour la remise des noms des experts aux branches de diplôme pour la session d'automne 2001 (Mme Müller - SAC)

**SEPTEMBRE 2001**

lundi 3 septembre	<b>Dernier délai</b> pour la demande des dispenses de finances de cours pour l'année académique 2001-2002 (Mme Vinckenbosch - SOC) <b>Dernier délai</b> pour la Mobilité hors cadre (travail pratique de diplôme à l'étranger) sauf pour l'Europe <b>Dernier délai d'inscription</b> aux examens propédeutiques I,II pour la session d'automne <b>Dernier délai de retrait</b> aux examens propédeutiques I,II, aux examens de 2 <sup>ème</sup> cycle (3 <sup>e</sup> ,4 <sup>e</sup> ,dipl.) et à l'examen d'admission pour la session d'automne
vendredi 7 septembre	Affichage de l'horaire des examens propédeutiques I,II de la session d'automne Envoyer de l'horaire des branches de diplôme pour la session d'automne
lundi 17 septembre	Jeûne Fédéral (jour férié)
mardi 18 septembre	<b>Jusqu'au 03.10.2001</b> : examen d'admission <b>Jusqu'au 06.10.2001</b> : examens propédeutiques I,II <b>Jusqu'au 06.10.2001</b> : examens de 2 <sup>ème</sup> cycle (branches de diplôme) pour la session d'automne

**OCTOBRE 2001**

Lundi 1 <sup>er</sup> octobre	<b>Jusqu'au 12.10.2001</b> : session de rattrapage de l'examen d'admission au travail pratique de diplôme pour les étudiants de 3 <sup>ème</sup> et 4 <sup>ème</sup> années de Systèmes de communication
jeudi 4 octobre	Commission d'admission (ratification des résultats de l'examen d'admission) de 08h15 à 10h00 dans la salle de Direction du Bâtiment polyvalent
vendredi 5 octobre	envoi des bulletins de l'examen d'admission
samedi 6 octobre (midi)	<b>pour les enseignants</b> : dernier délai pour remettre au Service académique (M. Gerber – 2116) les notes des épreuves théoriques des examens propédeutiques I, II et de 2 <sup>ème</sup> cycle
lundi 8 octobre	<b>jusqu'au 12.10.2001</b> : semaine d'immatriculation des nouveaux étudiants
lundi 15 octobre	<b>jusqu'au 17.10.2001</b> : <b>CONTROLE ET ANALYSE DES RESULTATS</b> des examens propédeutiques I,II et des épreuves théoriques de diplôme au niveau des départements début du cours "Le métier d'étudiant(e) : organiser ses études" ouvert à tous les nouveaux étudiants
jeudi 18 octobre	<b>pour les Chefs de section</b> : <b>CONFERENCE DES NOTES</b> des examens propédeutiques I,II, des épreuves théoriques de diplôme et de la session de rattrapage de Systèmes de communication au niveau de l'Ecole, de 08h00 à 16h00 dans la salle de direction du Bâtiment polyvalent envoi des bulletins des examens propédeutiques I,II et de diplôme
vendredi 19 octobre	journée d'accueil de 09h00 à 18h00 matin : information, animation après-midi : accueil par les départements <b>pour les enseignants</b> : dernier délai de remise des copies des sujets du travail pratique de diplôme au Service académique (Mlle Loup - SAC) (Sauf départements d'architecture et systèmes de communication)
lundi 22 octobre	<b>08h15 : début des cours du semestre d'hiver</b> sujet du travail pratique de diplôme remis directement au diplômant, par le professeur de spécialité, sur présentation du bulletin de réussite aux épreuves théoriques de (Sauf départements d'architecture et systèmes de communication) <b>dernier délai pour le dépôt</b> des demandes de prolongation des bourses de la Commission sociale (Mme Vinckenbosch - SOC)
mardi 23 octobre	<b>Forum EPFL 2001:</b> présentations d'entreprises

vendredi 26 octobre

**dernier délai de paiement des finances de cours du semestre d'hiver**  
**dernier délai pour le dépôt des nouvelles candidatures pour une bourse de la Commission sociale (Mme Vinckenbosch - SOC)**

### **NOVEMBRE 2001**

Jeudi 1<sup>er</sup> novembre

**Jusqu'au 19.11.2001** : inscription par le WEB aux examens de 2<sup>ème</sup> cycle pour la session de printemps

vendredi 2 novembre

Journée de la science

mardi 6 novembre

**jusqu'au 09.11.2001** : "Forum EPFL 2001" rencontre entre les étudiants et les entreprises. Présentations d'entreprises, conférences

vendredi 9 novembre

**pour les étudiants** : dernier délai de soumission du dossier de motivation avec une liste des cours proposés aux professeurs responsables pour la formation complémentaire (disponible à la réception du Service académique)

lundi 12 novembre

**jusqu'au 14.11.2001** : "Forum EPFL 2001" Présentations d'entreprises, stands d'exposition, entretiens de recrutement

vendredi 16 novembre

**pour les Chefs de département** : dernier délai pour la remise des noms des experts aux examens propédeutiques I,II et aux examens de 2<sup>ème</sup> cycle (sauf aux branches de diplôme) pour les sessions de printemps, d'été et d'automne 2002 (Mme Müller - SAC)

lundi 19 novembre

**dernier délai d'inscription par le WEB** aux examens de 2<sup>ème</sup> cycle pour la session de printemps

vendredi 23 novembre

**pour les secrétariats de département** dernier délai de validation des inscriptions aux examens de 2<sup>ème</sup> cycle pour la session de printemps

### **DECEMBRE 2001**

vendredi 14 décembre

**ECHANGE USA - CANADA** : dernier délai pour le dépôt des candidatures (Mme Reuille - SOC)

**dernier délai d'inscription aux examens propédeutiques I,II** (session extraordinaire de printemps)

lundi 17 décembre

**dès 17h00** : arrêt des cours pour le Noël universitaire ayant lieu à 17h15

mardi 18 décembre

**pour les Chefs de département** : dernier délai pour la remise des demandes de propositions de modifications de plans d'études et règlements d'application 2002-2003 (M. Festeau - SAC)

vendredi 21 décembre

**dès 18h00 : vacances de Noël jusqu'au 07 janvier 2002 à 08h00**  
**dès 18h00 : vacances de Noël jusqu'au 03 janvier 2002 à 08h00 pour les diplômants effectuant leur travail pratique**

## JANVIER 2002

lundi 7 janvier

**08h15 : reprise des cours**

à fixer

**CONFERENCE DES NOTES** des branches de diplôme pour la section de Systèmes de communication  
 envoi des bulletins d'admission au travail pratique de diplôme pour la section de Systèmes de communication

mardi 8 janvier

**pour les enseignants** : dernier délai de remise des noms et adresses des experts pour la défense des travaux pratiques de diplôme (Mme Müller - SAC) (Sauf départements d'architecture et systèmes de communication)

lundi 28 janvier

**jusqu'au 08.02.2002** : rendus et commissions d'examens des travaux pratiques d'architecture

## FEVRIER 2002

vendredi 1<sup>er</sup> février

**dernier délai de retrait** aux branches des examens de 2<sup>ème</sup> cycle pour la session de printemps (Mme Müller - SAC)  
**fin du semestre d'hiver** uniquement pour les étudiants de 4<sup>ème</sup> année de la section de Systèmes de communication  
 affichage de l'horaire des examens de 2<sup>ème</sup> cycle de la session de printemps

vendredi 8 février

**pour les étudiants** : dernier délai de remise de la feuille d'inscription au semestre d'été 2002 (Mme Bovat – SAC)  
**18h00 : fin des cours du semestre d'hiver pour toutes les sections sauf Systèmes de communication (4<sup>ème</sup> année)**  
**jusqu'au 11.03.2002** : vacances de printemps

lundi 11 février

**jusqu'au 23.02.2002** : examen de 4<sup>ème</sup> année pour les étudiants de la section de Systèmes de communication  
**jusqu'au 02.03.2002** : examens de 2<sup>ème</sup> cycle de la session de printemps

jeudi 14 février

**pour les Chefs de département** : dernier délai de dépôt des documents servant à la préparation des plans d'études et règlements d'application 2002-2003 (M. Festeau - SAC)

- |                     |   |
|---------------------|---|
| vendredi 15 février | <b>pour les conseillers d'études</b> : dernier délai pour la remise des propositions de courses d'études (seulement pour les voyages d'une semaine) (M. Matthey – Service financier)  |
| samedi 16 février   | <b>pour les étudiants</b> : dernier délai de remise des projets et rapports des TP aux enseignants (Sauf département d'architecture)  |
| vendredi 22 février | <b>jusqu'à 12h00</b> : rendu des travaux pratiques de diplôme dans les secrétariats de département (Sauf départements d'architecture et systèmes de communication)<br><b>dernier délai d'inscription</b> aux divers prix (Mlle Loup - SAC)<br>envoi de la convocation à la défense du travail pratique de (Sauf départements d'architecture et systèmes de communication)<br>envoi de l'horaire des examens propédeutiques I,II de la session extraordinaire de printemps |
| samedi 23 février   | <b>pour les enseignants</b> : dernier délai pour la remise des notes de travaux pratiques du semestre d'hiver 2001-2002 (M. Gerber - SAC) et affichage au Service académique pour la rentrée du 11.03.2002  |
| lundi 25 février    | envoi des bulletins semestriels du CMS  |
| jeudi 28 février    | <b>début des cours à EURECOM</b> pour les étudiants de 4 <sup>ème</sup> année de la section Systèmes de communication   |

MARS 2002

- |                      |  |
|----------------------|--|
| samedi 2 mars (midi) | <b>pour les enseignants</b> : dernier délai pour remettre au Service académique (M. Gerber – 2116) les notes des épreuves théoriques des examens de 2 <sup>ème</sup> cycle   |
| lundi 4 mars         | <p><b>jusqu'au 09.03.2002</b> : voyages d'études de la 3<sup>ème</sup> année de Génie mécanique, Microtechnique, Electricité, Systèmes de communication, Physique, Mathématiques, Informatique, Matériaux</p> <p><b>jusqu'au 09.03.2002</b> : voyages d'études de la 4<sup>ème</sup> année de Génie civil, Génie rural, Chimie et des 2<sup>ème</sup>, 3<sup>ème</sup> et 4<sup>ème</sup> années d'architecture</p> <p>au cas où les dates ci-dessus ne conviendraient pas, le choix est laissé aux enseignants, avec l'accord des étudiants, de fixer le voyage d'études une autre semaine durant les vacances de printemps ou dans la semaine suivant Pâques (1<sup>er</sup> au 06 avril 2002)</p> |
| Mercredi 6 mars      | <b>jusqu'au 09.03.2002</b> : journées scientifiques et pédagogiques  |

lundi 11 mars	<b>08h15 : début des cours du semestre d'été</b> <b>jusqu'au 18.03.2002</b> : défense des travaux pratiques de diplôme (Sauf départements d'architecture et systèmes de communication) <b>jusqu'au 20.03.2002</b> : examens propédeutiques I,II (session extraordinaire de printemps) <b>dernier délai pour le dépôt</b> des candidatures au semestre d'été pour une bourse de la Commission sociale (Mme Vinckenbosch - SOC)
jeudi 14 mars	<b>dernier délai d'inscription</b> aux programmes de mobilité avec les universités de Grande-Bretagne et d'Irlande
mercredi 20 mars	Affichage et jury des prix Grenier et Stucky dans la salle GCBC30
jeudi 21 mars	<b>jusqu'au 26.03.2002 : CONTROLE ET ANALYSE DES RESULTATS</b> des travaux pratiques de diplôme au niveau des départements (Sauf départements d'architecture et systèmes de communication) <b>dernier délai de paiement</b> des finances de cours du semestre d'été
vendredi 22 mars	<b>pour les Chefs de département</b> : dernier délai pour la remise de la liste "Mise à jour des doctorants" (Mme Bucurescu – SAC)
samedi 23 mars (midi)	<b>pour les enseignants</b> : dernier délai pour remettre au Service académique (M. Gerber – 2116) les notes des épreuves théoriques des examens propédeutiques I, II de la session extraordinaire de printemps
lundi 25 mars	<b>jusqu'au 26.03.2002 : CONTROLE ET ANALYSE DES RESULTATS</b> des examens propédeutiques I,II de la session extraordinaire au niveau des départements
mercredi 27 mars	<b>pour les Chefs de section</b> : <b>CONFERENCE DES NOTES</b> des travaux pratiques de diplôme et des examens propédeutiques I,II de la session extraordinaire de printemps au niveau de l'Ecole, à 08h00 dans la salle de direction du Bâtiment polyvalent envoi des bulletins de diplôme et des examens propédeutiques I,II de la session extraordinaire de printemps affichage de la liste des diplômés au Service académique dès 17h00 (Sauf départements d'architecture et systèmes de communication)
jeudi 28 mars	exposition des travaux pratiques de diplôme du DGR
vendredi 29 mars	<b>jusqu'au 07.04.2002 : interruption des cours (Pâques)</b>

**AVRIL 2002**

mardi 2 avril	<b>jusqu'au 22.04.2001</b> : inscriptions aux examens par le Web pour le 2 <sup>ème</sup> cycle
lundi 8 avril	<b>08h15 : reprise des cours</b>

Mercredi 10 avril	<b>échange avec la Suède</b> : dernier délai d'inscription pour un échange en Suède (Mme Reuille, SOC)
Samedi 13 avril	Journée magistrale et cérémonie de collation des diplômes d'ingénieurs
Lundi 22 avril	<b>dernier délai d'inscription aux branches des examens de 2<sup>ème</sup> cycle pour les sessions d'été et d'automne par le WEB.</b>
Vendredi 26 avril	<b>pour les secrétariats de département</b> : dernier délai de validation des inscriptions aux examens de 2 <sup>ème</sup> cycle pour les sessions d'été et d'automne
Lundi 29 avril	<b>EUROPE - SUISSE</b> : dernier délai d'inscription aux programmes de mobilité (Mme Reuille - SOC) sauf pour la Suède

## **MAI 2002**

jeudi 9 mai	Ascension (jour férié)
vendredi 10 mai	affichage des travaux pratiques de diplôme d'architecture
Lundi 13 mai	<b>jusqu'au 17.05.2002</b> : jury des travaux de diplôme d'architecture et prix SVIA
vendredi 17 mai	<b>pour les étudiants</b> : dernier délai de remise de la feuille d'inscription provisoire au semestre d'hiver 2002-2003 (Mme Bovat – SAC) <b>CONTROLE ET ANALYSE DES RESULTATS</b> des travaux pratiques de diplôme pour la section d'Architecture au niveau du département
Lundi 20 mai	Pentecôte (jour férié)
mardi 21 mai	<b>jusqu'au 21.06.2002</b> : exposition des travaux de diplôme de la section d'Architecture
mercredi 22 mai	course d'études des classes du CMS, de 1 <sup>ère</sup> et 2 <sup>ème</sup> années de toutes les sections sauf Architecture et Systèmes de communication course d'études des classes de 3 <sup>ème</sup> année de Génie civil, Génie rural, Chimie course d'études des classes de 4 <sup>ème</sup> année de Génie mécanique, Microtechnique, Electricité, Physique, Mathématiques, Informatique, Matériaux
jeudi 23 mai	<b>CONFERENCE DES NOTES</b> des travaux pratiques de diplôme de la section d'Architecture à 11h00 (salle à confirmer) envoi des bulletins de diplôme de la section d'Architecture

lundi 27 mai	<b>jusqu'au 14.06.2001</b> : inscriptions aux examens propédeutiques I et II par le Web pour toutes les sections sauf architecture <b>jusqu'au 21.06.2001</b> : inscriptions aux examens propédeutiques I et II par le Web pour la section d'architecture
vendredi 31 mai	<b>dernier délai d'inscription</b> à l'examen d'admission pour la session d'été affichage de l'horaire des examens des 1 <sup>er</sup> et 2 <sup>ème</sup> cycles de la session d'été cérémonie de collation des diplômes d'architectes

**JUIN 2002**

jeudi 6 juin	<b>VIVAPOLY 2002</b> : fête de l'Ecole
lundi 10 juin	<b>jusqu'au 21.06.2002</b> : rendus et commissions d'examens des travaux pratiques d'architecture
vendredi 14 juin	<b>dernier délai d'inscription</b> (sauf pour les architectes) aux examens propédeutiques I,II pour la session d'été <b>dernier délai de retrait</b> (sauf pour les architectes) aux examens propédeutiques I,II (M. Gerber - SAC) et aux branches des examens de 2 <sup>ème</sup> cycle (Mme Müller - SAC) pour la session d'été
vendredi 21 juin	<b>dernier délai d'inscription</b> (seulement pour les architectes) aux examens propédeutiques I,II pour la session d'été <b>dernier délai de retrait</b> (seulement pour les architectes) aux examens propédeutiques I,II (M. Gerber - SAC) et aux branches des examens de 2 <sup>ème</sup> cycle (Mme Müller - SAC) pour la session d'été <b>pour les étudiants</b> : dernier délai pour la remise des projets et rapports de TP aux enseignants (1 <sup>er</sup> cycle) (Sauf département d'architecture) <b>18h00 : fin des cours du semestre d'été</b>
mardi 25 juin	<b>pour les enseignants</b> : dernier délai pour la remise des notes des branches pratiques de 1 <sup>ère</sup> et 2 <sup>ème</sup> années de la section de Chimie (M. Gerber – SAC)
vendredi 28 juin	<b>pour les étudiants</b> : dernier délai pour la remise des projets et rapports de TP aux enseignants (2 <sup>ème</sup> cycle) (Sauf département d'architecture)

**JUILLET 2002**

lundi 1 <sup>er</sup> juillet	<b>jusqu'au 20.07.2002</b> : examens de 2 <sup>ème</sup> cycle (sauf Architecture) <b>jusqu'au 20.07.2002</b> : examens propédeutiques I,II (sauf Architecture)
vendredi 5 juillet	cérémonie de collation des diplômes de la section de Systèmes de communication à Sophia Antipolis

lundi 8 juillet	<b>jusqu'au 20.07.2002</b> : examens de 2 <sup>ème</sup> cycle d'Architecture <b>jusqu'au 20.07.2002</b> : examens propédeutiques I,II d'Architecture
mercredi 10 juillet	Conférence des notes (ratification des résultats du CMS) de 10h00 à 12h00 dans la salle BS/280 envoi des bulletins semestriels du CMS
vendredi 12 juillet	<b>pour les enseignants</b> : dernier délai pour la remise des notes de branches pratiques au Service académique (M. Gerber - SAC)
lundi 15 juillet	<b>dernier délai d'inscription</b> à l'EPFL pour les étudiants étrangers
samedi 20 juillet (midi)	<b>pour les enseignants</b> : dernier délai pour remettre au Service académique (M. Gerber – 2116) les notes des épreuves théoriques des examens propédeutiques I, II et de 2 <sup>ème</sup> cycle
vendredi 26 juillet	Commission d'admission (admission des porteurs de certificats étrangers de fin d'études secondaires)
lundi 29 juillet	<b>jusqu'au 30.07.2002 : CONTROLE ET ANALYSE DES RESULTATS</b> des examens propédeutiques I,II et des épreuves théoriques de l'examen d'admission au travail pratique de diplôme au niveau des départements
mercredi 31 juillet	<b>dernier délai d'inscription</b> à l'EPFL pour les étudiants suisses <b>pour les Chefs de section : CONFERENCE DES NOTES</b> des examens propédeutiques I,II et des épreuves théoriques de l'examen d'admission au travail pratique de diplôme au niveau de l'Ecole, de 08h00 à 12h00 dans la salle de direction au Bâtiment polyvalent envoi des bulletins propédeutiques I,II et des examens de 2 <sup>ème</sup> cycle

**AOUT 2002**

jeudi 1 <sup>er</sup> août	<b>Fête Nationale</b>
mercredi 14 août	<b>jusqu'au 02.09.2001</b> : inscriptions aux examens propédeutiques I et II par le Web pour toutes les sections
jeudi 15 août	<b>dernier délai d'inscription</b> à l'examen d'admission pour la session d'automne
vendredi 16 août	<b>pour les Chefs de département</b> : dernier délai pour la remise des noms des experts aux branches de diplôme pour la session d'automne 2002 (Mme Müller - SAC)

**SEPTEMBRE 2002**

lundi 2 septembre	dernier délai pour la demande des dispenses de finances de cours pour l'année académique 2002-2003 (Mme Vinckenbosch - SOC) <b>dernier délai</b> pour la Mobilité hors cadre (travail pratique de diplôme à l'étranger) sauf pour l'Europe <b>dernier délai d'inscription</b> aux examens propédeutiques I,II pour la session d'automne <b>dernier délai de retrait</b> aux examens propédeutiques I,II, aux examens de 2 <sup>ème</sup> cycle (3 <sup>ème</sup> ,4 <sup>ème</sup> ,dipl.) et à l'examen d'admission pour la session d'automne
vendredi 6 septembre	affichage de l'horaire des examens propédeutiques I,II de la session d'automne envoi de l'horaire des branches de diplôme pour la session d'automne
lundi 16 septembre	Jeûne Fédéral (jour férié)
mardi 17 septembre	<b>jusqu'au 02.10.2002</b> : examen d'admission <b>jusqu'au 05.10.2002</b> : examens propédeutiques I,II <b>jusqu'au 05.10.2002</b> : examens de 2 <sup>ème</sup> cycle (branches de diplôme) pour la session d'automne

**Ordonnance générale  
sur le contrôle des études à l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne  
(Ordonnance sur le contrôle des études à l'EPFL)**

du 10 août 1999

---

*La Direction de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne,*

vu l'art. 28, al. 4, let. a, de la loi fédérale du 4 octobre 1991 sur les EPF<sup>1</sup>,  
vu les directives du 14 septembre 1994 du Conseil des EPF concernant les études dans les EPF<sup>2</sup>

*arrête :*

## **Chapitre premier Dispositions générales**

### **Section 1 Objet et champ d'application**

#### **Art. 1 Objet**

La présente ordonnance arrête les principes régissant l'organisation du contrôle des études à l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL).

#### **Art. 2 Champ d'application**

<sup>1</sup> La présente ordonnance s'applique aux 1<sup>er</sup> et 2<sup>e</sup> cycles des études de diplôme de l'EPFL.

<sup>2</sup> Dans la mesure où la direction de l'EPFL n'a pas édicté de règles particulières, les art. 6, 8, 11, 12, 16, 17 et 18 s'appliquent également :

- a. aux examens du Cours de mathématiques spéciales (CMS);
- b. aux examens d'admission;
- c. aux examens d'admission au doctorat et aux examens de doctorat;
- d. aux examens des programmes pré-doctoraux et doctoraux;
- e. aux examens organisés en vue de l'obtention du certificat d'enseignement supérieur de mathématiques appliquées ou d'un certificat analogue.

<sup>3</sup> Dans la mesure où la direction de l'EPFL n'a pas édicté de règles particulières, les articles mentionnés à l'al. 2, à l'exception de l'art. 6, s'appliquent également aux examens organisés dans le cadre des études postgrades (cours et cycles).

### **Section 2 Définitions générales**

#### **Art. 3 Contrôle**

<sup>1</sup> Le contrôle des études peut être ponctuel, continu ou à la fois ponctuel et continu.

<sup>2</sup> Par contrôle ponctuel, on entend l'interrogation ponctuelle portant sur une branche.

<sup>3</sup> Par contrôle continu, on entend les exercices, travaux pratiques, laboratoires et projets.

---

<sup>1</sup> RS 414.110.422.1

<sup>2</sup> RS 414.110

<sup>2</sup> Non publiées au RO

<sup>4</sup> Le contrôle ponctuel ou continu est obligatoire lorsque la note obtenue est prise en compte dans le calcul de la note sanctionnant la branche.

<sup>5</sup> Si le contrôle continu est facultatif, il contribue uniquement à augmenter la note de la branche correspondante à raison d'un point au maximum. Les enseignants ne sont pas tenus d'organiser ce type de contrôle.

<sup>6</sup> Si l'étudiant ne se soumet pas au contrôle continu facultatif, seule la note du contrôle ponctuel est prise en considération.

#### **Art. 4 Branches**

<sup>1</sup> Une branche est une matière ou un ensemble de matières faisant l'objet d'un contrôle qui donne lieu à une note.

<sup>2</sup> Une branche dite de semestre est une branche notée exclusivement pendant le semestre ou l'année.

<sup>3</sup> Une branche dite d'examen est une branche notée exclusivement pendant une session d'examen.

<sup>4</sup> Une branche dont la note résulte à la fois d'un contrôle effectué pendant le semestre ou l'année et d'un contrôle effectué pendant une session d'examen est assimilée à une branche d'examen.

<sup>5</sup> Au 2<sup>e</sup> cycle, une branche dite de diplôme est une branche qui est examinée en automne en présence d'un expert externe. L'interrogation se fait oralement, sauf dérogation accordée par le directeur des affaires académiques. La note sanctionnant la branche de diplôme peut tenir compte de la note obtenue sur la base d'un contrôle continu.

#### **Art. 5 Examens**

<sup>1</sup> Un examen est un ensemble d'épreuves portant sur les branches faisant l'objet d'un contrôle ponctuel ou continu, ou à la fois ponctuel et continu.

<sup>2</sup> Les examens comprennent :

a. au 1<sup>er</sup> cycle :

- deux examens propédeutiques à la fin du deuxième et du quatrième semestres d'études, portant chacun sur dix branches d'examen au plus et sur des branches de semestre;

b. au 2<sup>e</sup> cycle :

- un examen d'admission au travail pratique de diplôme portant sur toutes les branches faisant l'objet d'un contrôle au 2<sup>e</sup> cycle;
- un travail pratique de diplôme.

### **Section 3 Dispositions générales communes aux 1<sup>er</sup> et 2<sup>e</sup> cycles**

#### **Art. 6 Appréciation des travaux**

Les travaux sont notés de 1 à 6, la moyenne étant de 4. Seuls les points entiers et les demi-points sont admis. Le zéro est réservé au cas où l'étudiant ne s'est pas présenté, sans motif valable dont il puisse justifier, à l'épreuve à laquelle il était inscrit, de même qu'au cas où il s'est présenté à l'épreuve, mais a rendu feuille blanche.

#### **Art. 7 Sessions d'examens, inscription et retrait**

<sup>1</sup> L'EPFL organise trois sessions d'examens par année académique : au printemps, en été et en automne. Ces sessions ont lieu en général en dehors des semestres de cours.

<sup>2</sup> Le directeur des affaires académiques organise les examens. Il fixe les dates des sessions, les modalités d'inscription et établit les horaires qu'il porte à la connaissance des intéressés.

<sup>3</sup> Il communique la période d'inscription aux examens ainsi que la date limite pour le retrait des candidatures.

#### **Art. 8 Interruption des examens et absence**

<sup>1</sup> Lorsque la session a débuté, l'étudiant ne peut l'interrompre que pour un motif important et dûment justifié, notamment une maladie ou un accident attestés par un certificat médical. Il doit aviser immédiatement le directeur des affaires académiques et lui présenter les pièces justificatives nécessaires, au plus tard dans les trois jours qui suivent la survenance du motif d'interruption.

<sup>2</sup> Le directeur des affaires académiques décide de la validité du motif invoqué.

<sup>3</sup> Les notes des branches examinées restent acquises si le directeur des affaires académiques considère l'interruption justifiée.

<sup>4</sup> Le fait de ne pas terminer un examen équivaut à un échec.

<sup>5</sup> L'étudiant qui, sans motif important et dûment justifié, ne se présente pas à une épreuve à laquelle il était inscrit reçoit la note zéro.

<sup>6</sup> L'invocation de motifs personnels ou la présentation d'un certificat médical après la session ne justifient pas l'annulation d'une note.

#### **Art. 9 Langue des examens**

Les examens se déroulent en français. Des dérogations peuvent être accordées par le directeur des affaires académiques.

#### **Art. 10 Enseignants**

<sup>1</sup> L'enseignant interroge l'étudiant sur les matières qu'il enseigne. S'il en est empêché, le directeur des affaires académiques désigne un remplaçant.

<sup>2</sup> Si la présente ordonnance et les règlements d'application du contrôle des études n'en disposent pas autrement, les enseignants :

- a. donnent aux départements les informations nécessaires sur leurs matières d'enseignement pour qu'elles soient publiées dans le livret des cours;
- b. informent les étudiants du contenu des matières et du déroulement des interrogations;
- c. conduisent l'interrogation;
- d. prennent des notes de chaque interrogation orale;
- e. attribuent les notes;
- f. conservent pendant six mois les notes prises durant les interrogations orales ainsi que les travaux écrits, ce délai étant prolongé en cas de recours.

#### **Art. 11 Experts**

<sup>1</sup> Pour l'interrogation orale des branches d'examen autres que celles de diplôme, un expert de l'EPFL est désigné par le directeur des affaires académiques sur proposition de l'enseignant et en accord avec le chef du département ou le chef du conseil de la section.

<sup>2</sup> Pour les branches de diplôme et pour le travail pratique de diplôme, un expert externe est désigné par le directeur des affaires académiques sur proposition de l'enseignant et en accord avec le chef du département ou le chef du conseil de la section.

<sup>3</sup> L'expert prend des notes pendant l'interrogation orale; ces informations peuvent être demandées par la conférence des notes et, le cas échéant, par les autorités de recours. L'expert veille au bon déroulement de l'interrogation, joue un rôle d'observateur et de conciliateur et peut, à la demande de l'enseignant, participer à la notation.

#### **Art. 12 Consultation des travaux**

<sup>1</sup> L'étudiant peut consulter ses travaux auprès de l'enseignant dans les six mois qui suivent l'examen.

<sup>2</sup> La consultation des travaux est réglée à l'art. 26 de la loi fédérale sur la procédure administrative<sup>3</sup>.

#### **Art. 13 Commissions d'examen**

<sup>1</sup> Des commissions d'examen peuvent être mises sur pied pour les branches de semestre. L'évaluation des travaux se fait alors sur la base d'une présentation orale par l'étudiant.

<sup>2</sup> Outre l'enseignant et l'expert, ces commissions peuvent comprendre les assistants et les chargés de cours qui ont participé à l'enseignement, ainsi que d'autres professeurs.

#### **Art. 14 Conférence des notes**

<sup>1</sup> Pour chaque session, une conférence des notes est organisée. Elle est composée du président de la commission d'enseignement de l'EPFL qui la préside, du président de la commission d'enseignement du département ou de la section, du directeur des affaires académiques et du chef du service académique. Les membres de la conférence des notes peuvent se faire remplacer par leurs suppléants.

#### **Art. 15 Admission à des semestres supérieurs**

<sup>1</sup> Pour pouvoir s'inscrire au 3<sup>e</sup> ou au 5<sup>e</sup> semestre, l'étudiant doit avoir réussi l'examen propédeutique I ou II. L'étudiant admis à se présenter à la session de printemps en vertu de l'art. 21, al. 2 peut être autorisé à suivre l'enseignement du semestre d'hiver supérieur avec l'accord du directeur des affaires académiques.

<sup>2</sup> En cas d'échec à la session de printemps, l'étudiant ne peut pas continuer le programme du semestre d'été supérieur.

#### **Art. 16 Fraude**

<sup>1</sup> Par fraude, on entend toute forme de tricherie permettant d'obtenir une évaluation non méritée.

<sup>2</sup> La fraude, la participation à la fraude ou la tentative de fraude sont sanctionnées par l'ordonnance du 17 septembre 1986 sur la discipline à l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne<sup>4</sup>.

#### **Art. 17 Communication des résultats**

<sup>1</sup> Le directeur des affaires académiques notifie aux étudiants la décision de réussite ou d'échec aux examens ou au travail pratique de diplôme.

<sup>2</sup> La décision fait mention des notes obtenues et des crédits acquis au 2<sup>e</sup> cycle.

---

<sup>3</sup> RS 172.021

<sup>4</sup> RS 414.138.2

**Art. 18** Demande de nouvelle appréciation et recours administratif

<sup>1</sup> La décision rendue par le directeur des affaires académiques en vertu de la présente ordonnance peut faire l'objet d'une demande de nouvelle appréciation dans les 10 jours qui suivent sa notification.

<sup>2</sup> Elle peut également faire l'objet d'un recours administratif auprès du Conseil des Ecoles polytechniques fédérales dans les 30 jours qui suivent sa notification.

<sup>3</sup> Les délais prévus aux al. 1 et 2 courent simultanément.

**Chapitre 2 1<sup>er</sup> cycle - examens propédeutiques****Art. 19** Règlements d'application du contrôle des études

Les règlements d'application publiés par la direction de l'EPFL définissent :

- a. les branches de semestre et les branches d'examen;
- b. la nature du contrôle des branches d'examen (écrit, oral ou défense d'un mémoire);
- c. les coefficients attribués à chaque branche;
- d. les conditions de réussite.

**Art. 20** Livrets des cours

Les livrets des cours publiés par les départements indiquent le contenu de chaque matière.

**Art. 21** Sessions d'examens

<sup>1</sup> Deux sessions ordinaires, en été et en automne, sont prévues pour chaque examen propédeutique. L'étudiant choisit la session à laquelle il désire présenter chaque branche d'examen; il doit toutefois avoir présenté l'ensemble des branches d'examen à l'issue de la session d'automne.

<sup>2</sup> Lorsque l'étudiant est dans l'impossibilité de se présenter à la session d'été ou à la session d'automne pour un motif important et dûment justifié, notamment une maladie, un accident ou une période de service militaire, le directeur des affaires académiques peut l'autoriser à se présenter à une session extraordinaire organisée au printemps.

**Art. 22** Moyennes

Les moyennes définies dans les règlements d'application sont calculées en pondérant chaque note par son coefficient.

**Art. 23** Conditions de réussite

<sup>1</sup> L'examen propédeutique est réputé réussi lorsque l'étudiant a obtenu une moyenne générale égale ou supérieure à 4 et à condition qu'il n'ait pas reçu un zéro dans une branche de semestre.

<sup>2</sup> Les règlements d'application du contrôle des études peuvent en outre poser des conditions particulières supplémentaires.

**Art. 24** Répétition

<sup>1</sup> Si un étudiant a échoué à l'un des examens propédeutiques, il peut le présenter une seconde et dernière fois, dans le délai d'une année.

<sup>2</sup> Si l'étudiant est en mesure de justifier un motif d'empêchement important, le directeur des affaires académiques peut prolonger ce délai à titre exceptionnel.

<sup>3</sup> Les règlements d'application du contrôle des études peuvent prévoir qu'une moyenne suffisante dans le groupe des branches d'examen ou dans celui des branches de semestre reste acquise en cas de répétition.

<sup>4</sup> Lorsque, dans les branches de semestre, une note ou une moyenne égale ou supérieure à 4 est une condition de réussite et que celle-ci n'est pas remplie, l'étudiant est tenu de suivre à nouveau les branches de semestre en répétant l'année.

<sup>5</sup> En cas de modification du plan d'études et du règlement d'application, l'étudiant qui redouble est tenu de se conformer aux dispositions en vigueur, à moins que le directeur des affaires académiques n'arrête des conditions de répétition particulières.

### **Chapitre 3 2<sup>e</sup> cycle - examen d'admission au travail pratique de diplôme**

#### **Art. 25 Crédits**

<sup>1</sup> A chaque branche du 2<sup>e</sup> cycle est associé un certain nombre de crédits, correspondant à un volume de travail moyen estimé pour cette branche.

<sup>2</sup> Les plans d'études sont conçus de façon à permettre aux étudiants d'acquérir 60 crédits en une année.

<sup>3</sup> Chaque branche fait l'objet d'un contrôle noté à la fin d'un semestre ou à la fin d'une année. Les crédits sont attribués lorsque la note obtenue dans la branche est égale ou supérieure à 4.

<sup>4</sup> Lorsque les conditions de réussite ne sont pas remplies, les branches pour lesquelles les notes sont inférieures à 4 peuvent être représentées conformément à l'art. 33.

#### **Art. 26 Blocs**

<sup>1</sup> Un bloc regroupe plusieurs branches. Pour chaque bloc, la totalité des crédits est accordée si la moyenne de ce bloc, calculée en pondérant chaque note par le nombre de crédits correspondants, est égale ou supérieure à 4.

<sup>2</sup> Si, pour un bloc, les conditions d'attribution de la totalité des crédits correspondants ne sont pas réalisées, les branches dont la note est inférieure à 4 peuvent être représentées conformément à l'art. 33. Les crédits correspondant aux branches dont la note est égale ou supérieure à 4 restent acquis.

<sup>3</sup> Une branche ne peut faire partie que d'un seul bloc.

<sup>4</sup> Le nombre de blocs est limité à six sur l'ensemble du 2<sup>e</sup> cycle.

#### **Art. 27 Conditions de réussite**

<sup>1</sup> L'examen d'admission au travail pratique de diplôme est réputé réussi lorsque l'étudiant a acquis 120 crédits et remplit les conditions supplémentaires fixées par le règlement d'application de la section concernée.

<sup>2</sup> Les plans d'études sont conçus de façon à permettre l'obtention de 120 crédits en deux ans. La durée du 2<sup>e</sup> cycle ne peut excéder quatre ans et 60 crédits au moins doivent être obtenus en deux ans.

<sup>3</sup> La moyenne générale est calculée en pondérant chaque note par le nombre de crédits correspondants. Elle doit être égale ou supérieure à 4.

<sup>4</sup> Les crédits obtenus dans le cadre d'un programme de mobilité reconnu par la direction de l'Ecole sont considérés comme acquis.

<sup>5</sup> La durée du 2<sup>e</sup> cycle de la section Systèmes de communication est de deux ans et demi. Le nombre de crédits nécessaires pour se présenter au travail pratique de diplôme est fixé dans le règlement d'application du contrôle des études de la section.

#### **Art. 28      Préalables**

Les préalables sont les branches pour lesquelles les crédits doivent être obtenus pour pouvoir suivre d'autres matières. Ils sont définis dans les règlements d'application du contrôle des études et dans les livrets des cours.

#### **Art. 29      Règlements d'application du contrôle des études**

Les règlements d'application publiés par la direction de l'EPFL définissent :

- a. les branches d'examen, les branches de semestre et les branches de diplôme;
- b. la session à laquelle les branches d'examen peuvent être présentées;
- c. les crédits attribués à chaque branche;
- d. la composition des blocs;
- e. le nombre de crédits à obtenir dans chaque bloc;
- f. les conditions générales applicables aux préalables;
- g. les conditions de réussite.

#### **Art. 30      Livrets des cours**

Les livrets des cours publiés par les départements indiquent :

- a. le contenu de chaque matière;
- b. la nature du contrôle des branches d'examen (écrit, oral ou défense d'un mémoire);
- c. les conditions liées aux préalables.

#### **Art. 31      Nature du contrôle**

<sup>1</sup> Si les règlements d'application du contrôle des études n'en disposent pas autrement, le conseil de département ou le conseil de section déterminent la nature du contrôle des branches d'examen et la communiquent aux étudiants au début de chaque semestre.

<sup>2</sup> Ces éléments sont communiqués par le directeur des affaires académiques dans les horaires d'examens.

#### **Art. 32      Sessions d'examens**

Les sessions ordinaires ont lieu au printemps, en été et en automne. Les règlements d'application fixent les sessions pendant lesquelles les branches d'examen peuvent être présentées.

#### **Art. 33      Répétition**

<sup>1</sup> Une branche ne peut être répétée qu'une fois, l'année suivante, pendant la même session ordinaire. A titre exceptionnel, une session de rattrapage peut être accordée en vertu de l'art 34.

<sup>2</sup> L'étudiant qui échoue deux fois dans une branche à option peut en présenter une nouvelle avec l'accord du président de la commission d'enseignement de la section concernée.

**Art. 34 Rattrapage**

<sup>1</sup> L'étudiant qui a échoué dans deux branches au plus, peut participer à une session de rattrapage, organisée par le président de la commission d'enseignement de la section concernée :

- a. s'il n'a pas obtenu 60 crédits au bout de deux ans;
- b. s'il n'a pas obtenu 120 crédits au bout de quatre ans;
- c. s'il a redoublé à la fin de la 3<sup>e</sup> ou de la 4<sup>e</sup> année pour les cas où une promotion annuelle est prévue dans les règlements d'application;
- d. s'il n'a pas obtenu le nombre minimal de crédits requis par le règlement d'application pour pouvoir présenter les branches de diplôme;
- e. s'il a échoué dans les branches de diplôme.

<sup>2</sup> Une branche peut être examinée une seule fois en session de rattrapage.

<sup>3</sup> Le président de la commission d'enseignement propose les branches pouvant faire l'objet d'un rattrapage à la conférence des notes.

**Chapitre 4 Travail pratique de diplôme****Art. 35 Admission au travail pratique de diplôme**

Pour pouvoir s'inscrire au travail pratique de diplôme, l'étudiant doit avoir réussi l'examen d'admission correspondant. Des dérogations peuvent être accordées par le directeur des affaires académiques, sur proposition du département concerné.

**Art. 36 Déroulement**

<sup>1</sup> La durée du travail pratique de diplôme est de quatre mois.

<sup>2</sup> Le travail pratique de diplôme donne lieu à un mémoire que l'étudiant présente oralement. Le sujet est fixé ou approuvé par le maître qui en assume la direction.

<sup>3</sup> A la demande de l'étudiant, le chef du département ou le président du conseil de section peut confier la direction du travail pratique de diplôme à un maître rattaché à un autre département ou à un collaborateur scientifique.

<sup>4</sup> Si la rédaction du mémoire est jugée insuffisante, le maître peut exiger que l'étudiant y remédie dans un délai de deux semaines à compter de la présentation orale.

**Art. 37 Condition de réussite**

Le travail pratique de diplôme est réputé réussi lorsque l'étudiant a obtenu une note égale ou supérieure à 4.

**Art. 38 Répétition**

<sup>1</sup> En cas d'échec, un nouveau travail pratique de diplôme peut être présenté.

<sup>2</sup> Un second échec est éliminatoire.

**Art. 39 Moyenne finale du diplôme**

La moyenne finale du diplôme est la moyenne arithmétique entre la moyenne générale de l'examen d'admission au travail pratique de diplôme et la note de ce dernier.

**Art. 40** Diplôme et titre

<sup>1</sup> L'étudiant qui a réussi l'examen d'admission au travail pratique de diplôme et le travail pratique de diplôme reçoit, en plus de la décision mentionnée à l'art. 17, un diplôme muni du sceau de l'EPFL.

<sup>2</sup> Le diplôme mentionne le nom du diplômé, le titre décerné, une éventuelle orientation particulière; il est signé par le président de l'EPFL, par le vice-président et directeur de la formation de l'EPFL, ainsi que par le chef du département ou le président du conseil de la section concernée.

<sup>3</sup> L'étudiant diplômé est autorisé à porter l'un des titres suivants :

en Génie civil	ingénieur civil (ing. civ. dipl. EPF)
en Génie rural, environnement et mensuration	ingénieur du génie rural (ing. gén. rur. dipl. EPF)
en Génie mécanique	ingénieur mécanicien (ing. méc. dipl. EPF)
en Microtechnique	ingénieur en microtechnique (ing. microtechn. dipl. EPF)
en Electricité	ingénieur électricien (ing. él. dipl. EPF)
en Systèmes de communication	ingénieur en systèmes de communication (ing. sys. com. dipl. EPF)
en Physique	ingénieur physicien (ing. phys. dipl. EPF)
en Chimie	ingénieur chimiste (ing. chim. dipl. EPF) chimiste (chim. dipl. EPF)
en Mathématiques	ingénieur mathématicien (ing. math. dipl. EPF)
en Informatique	ingénieur informaticien (ing. info. dipl. EPF)
en Matériaux	ingénieur en science des matériaux (ing. sc. mat. dipl. EPF)
en Architecture	architecte (arch. dipl. EPF)

**Chapitre 5 Dispositions finales****Art. 41** Abrogation du droit en vigueur

L'ordonnance générale du 16 juin 1997 sur le contrôle des études à l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne<sup>5</sup> est abrogée.

**Art 42** Dispositions transitoires

Les étudiants qui se présentent à la session extraordinaire des examens propédeutiques au printemps 1999 et les étudiants qui accomplissent leur travail pratique de diplôme lors de l'année académique 1998-1999 sont notés selon le barème de 10, la moyenne étant de 6.

**Art. 43** Entrée en vigueur

La présente ordonnance entre en vigueur le 1er octobre 2001.

Le 21 mai 2001      Au nom de la direction de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne:

Le président, prof. P. Aebischer  
Le vice-président de la formation, prof. M. Jufer

<sup>5</sup> Non publiée au RO



ÉCOLE POLYTECHNIQUE  
FÉDÉRALE DE LAUSANNE

# PLAN D'ÉTUDES GÉNIE MÉCANIQUE

## 2001 – 2002

arrêté par la direction de l'EPFL le 25 juin 2001

Chef de département	<b>Prof. F. Avellan</b>
Chef de section	<b>Prof. M. Deville</b>
<b>Conseillers d'études :</b>	
1ère année	<b>Prof. D. Bonvin</b>
2ème année	<b>Prof. A. Bölcse</b>
3ème année	<b>Prof. J. Giovanola</b>
4ème année	<b>Prof. R. Glardon</b>
Diplômants	<b>Prof. P. Xirouchakis</b>
Coordinateur STS	<b>M. G. Schlienger</b>
Secrétaire de section	<b>Mme B. Meyer</b>

*Au 2<sup>ème</sup> cycle, selon les besoins pédagogiques, les heures d'exercices mentionnées dans le plan d'études pourront être intégrées dans les heures de cours ; les scolarités indiquées représentent les nombres moyens d'heures de cours et d'exercices hebdomadaires sur le semestre.*

**GÉNIE MÉCANIQUE**

		Les enseignants sont indiqués sous réserve de modification	Page	Enseignants	1		2		3		4		
Matière					c	e	p	c	e	p	c	e	p
<b>Mathématiques :</b>													
Analyse I,II (en français) ou	39,40	Semmler	DMA	4 4			4 2						196
Analyse I,II (en allemand)	41,42	Wohlhauser	DMA	4 4			4 2						196
Algèbre linéaire	43	Bayer Flückiger	DMA	4 2									84
Géométrie	44	Semmler	DMA			3 2							70
Analyse III,IV	45,46	Biollay	DMA					3 2		2 2			126
Probabilité et statistique	47	Hebling	DMA						2 2				56
Analyse numérique	48	Quarteroni	DMA							2 1			42
<b>Informatique :</b>													
Informatique I+II	49,50	Petitpierre + Gerstner	DI	2	2	2	2						112
Informatique temps réel	51	Rochat	DI					2	2				56
<b>Physique :</b>													
Physique générale I,II (en français) ou	52,53	Ansermet	DP	2 2			4 2						140
Physique générale I,II (en allemand)	54,55	Gotthardt	DP	2 2			4 2						140
Physique générale III,IV	56	Bares	DP						4 2		2 2		140
<b>Chimie et Biologie :</b>													
Chimie appliquée	57	Friedli	DC	2 1									42
<b>Électricité :</b>													
Electrotechnique	58	Kawkabani	DE							2			28
<b>Mécanique appliquée :</b>													
Mécanique des milieux continus	59	Deville	DGM							3 1			56
Thermodynamique et Energétique I,II	60,61	Favrat	DGM					2 1		2 1			84
Mécanique des structures	62	Botsis	DGM					3 1					56
<b>Matériaux :</b>													
Introduction à la science des matériaux	63	Kurz	DMX	2 1									42
Métaux et alliages + TP	64	Mortensen + Kuenzi	DMX			3	1						56
Formage des matériaux	65	Blank	DMX							2			28
Procédés de production	66	Gillardon	DGM							2			28
<b>Conception :</b>													
Introduction au Génie mécanique I	67	Kremer/Stroud + Ramseyer	DGM	1	1								28
Introduction au Génie mécanique II	68	Kremer/Stroud + Ramseyer	DGM			1	2						42
Introduction à la CFAO	69	Xirouchakis	DGM						1	1			28
Conception et production des machines	70	Giovanola/Xirouchakis	DGM							4			56
<b>Automatique :</b>													
Systèmes dynamiques	71	Bonvin	DGM							2 1			42
<b>Enseignement Science-Technique-Société (STS) :</b>													
Gouvern., novv technologies, société de l'inform.	72	Bassand/Perrat/Rosset/P.	DA/DGC/DGR	2									28
Ecologie et Management environnemental	73	Rosset D.	DGR			2							28
Négociation	74	Tolone	STS						2				28
<b>Totaux :</b>					19	10	3	19	6	5	19	8	3
<b>Totaux : Par semaine</b>								32			30		31
<b>Totaux : Par semestre</b>								448			420		434

c : cours e : exercices p : branches pratiques () : facultatif en italique : cours à option / : enseignement partagé + : enseignement séparé à l'horaire

**GÉNIE MÉCANIQUE**

		Les enseignants sont indiqués sous réserve de modification		5		6			
Matière	Page	Enseignants		c	e	p	c	e	p
Chimie et Biologie :									
Science du vivant	75	Freitag	DC				2	1	42
Electricité :									
Machines et installations électriques	76	Simond	DE	2	1	1			56
Electronique	77	Kayal	DE				2	1	42
Milleux continus :									
Mécanique des fluides incompressibles	78	Deville	DGM	3	1				56
Mécanique vibratoire	79	Gmür	DGM	3	1				56
Transfert de chaleur et de masse	80	Thome	DGM				3	1	56
Mécanique des solides	81	Curnier	DGM				2	1	42
Conception :									
Méthodes de conception mécanique et assemblage	82	Giovanola/Xirouchakis/Ramseyer	DGM	2	2	2			84
Automatique :									
Automatique I,II	83,84	Longchamp	DGM	2	1		2	1	84
Mécanique numérique et expérimentale :									
Simulation numérique A	85	Gmür	DGM	2	1				42
Optimisation numérique A	86	Bierlaire	DMA	2	1				42
Cours à option :		(moyenne sur les 6ème, 7ème et 8ème semestres)					9		126
Enseignement Science-Technique-Société (STS) :				4		4			112
Introduction au droit B +	87	Haldy J.	STS	2		2			56
Droit contractuel et industriel	88								
Gestion d'entreprise I,II	89,90	Raffournier	STS	2		2			56
Introduction à l'économie A,I,AII	91,92	Baranzini/Thalmann	DA	2		2			56
Autres cours STS proposés cf. livret des cours STS		Divers enseignants	STS	2		2			56
Totaux :				20	8	3	24	5	
Totaux : Par semaine							31		29
Totaux : Par semestre							434		406

c : cours e : exercices p : branches pratiques () : facultatif en italique : cours à option / : enseignement partagé + : enseignement séparé à l'horaire

**GÉNIE MÉCANIQUE**

Matière	Page	Enseignants		Hiver		Eté		cours biennaux / donnés en
				7	e	p	c	
Cours obligatoire :								
Techniques de mesure	93	Monkewitz/Tuong	DGM	2		2		56
Travaux pratiques d'automatique	94	Gillet	DGM			2		28
Cours à option : (moyenne sur les 6ème, 7ème et 8ème semestres)					14		16	196
Aéro- et hydrodynamique	95	Papas	DGM	2				28
Biomécanique	96	Zyasset	DGM	3				42
Cavitation	97	Farhat	DGM			2		2001-2002
Choix des équipements hydrauliques	98	Prénat	DGM			2		28
Choix des matériaux	99	Glardon	DGM			2		28
Conception de systèmes de production	100	Pouly	DGM			2		28
Développement durable (STS de base)	101	Jolliet	DGR	2				56
Conception mécanique I+II	102,103	Pahud + Marchand O.	DGM	2		2		56
Ecoulements biphasiques et transfert de chaleur	104	Thome	DGM	4				28
Ecoulements transitoires	105	Avellan/Prénat	DGM			2		56
Énergétique avancée et moteurs	106	Pavrat/vacat	DGM	4				28
Fiabilité et sécurité des systèmes techniques	107	Bargmann	DGM	2				56
Filières de conversion d'énergie	108	Pavrat/Chawla/Mc Evoy	DGM/DP/DC			4		56
Gestion de production LII (examen annuel)	109,110	Glardon	DGM	2		2		56
Identification et commande I+II	111,112	Bonvin + Longchamp	DGM	2		2		28
Ingénierie basée sur le cycle de vie du produit	113	Xirouchakis	DGM		1		1	56
Instabilité et turbulence	114	Leriche	DGM		4			70
Introduction au projet de conception mécanique	115	Giovanolia	DGM		2		3	28
Introduction aux turbomachines	116	Avellan/Böcs	DGM			2		42
Mécanique de la rupture	117	Boisits	DGM			3		2001-2002
Mécanique des contacts et tribologie	118	Curnier	DGM	2				28
Mécanique des fluides compressibles	119	Drotz	DGM			3		42
Mécanique des fluides non newtoniens	120	Owens	DGM	2				28
Mécanique des matériaux composites	121	Curnier	DGM	2				2002-2003
Mécanique numérique des fluides compressibles	122	Drotz	DGM	2				28
Mécanique numérique des fluides incompressibles	123	Deville/Owens	DGM			4		56
Mécanique numérique des solides et des structures	124	Curnier/Gmür	DGM			4		56
Méthodes de développement et de production rapides	125	vacat	DGM	2				28
Méthodes numériques en thermique	126	Ott	DGM			2		28
Modélisation et Simulation de systèmes de production	127	vacat	DGM			2		28
Optimisation de systèmes thermiques	128	vacat	DGM			2		28
Optimisation numérique B	129	Bierlaire	DMA		2	1		42
Production d'énergie électrique	130	Simond	DE			2		28
Simulation multi-corps assistée par ordinateur	131	Xirouchakis	DGM			1		28
Simulation numérique B	132	Drotz/Owens	DGM			3		42
Systèmes de CAO	133	Stroud	DGM			2	2	56
Systèmes de FAO	134	Xirouchakis	DGM	2		2		56
Systèmes mécatroniques I+II	135,136	Sapin + Brammajyosula	DE/DGM	2		2		56
Systèmes multivariables I+II	137,138	Gillet + Mullhaupi	DGM	2		2		56
Théorie des plaques et des coques	139	Bargmann	DGM			2		2001-2002
Thermomécanique des structures porteuses	140	Bargmann	DGM			2		28
Turbomachines hydrauliques	141	Kuheny	DGM	4				56
Turbomachines thermiques	142	Böcs/Ott	DGM	4				56
Turbomachines transson et phénomènes instationn.	143	Böcs/Ott	DGM			2		28
Viscoélasticité et élastoplasticité	144	Curnier/Zyasset	DGM			2		2002-2003
Projets :								
Projet STS	145	vacat	UHD		2		2	56
Projet I	146	Divers enseignants	DGM		8			112
Projet II	147	Divers enseignants	DGM				12	168
<b>Totaux :</b>								
<b>Totaux : Par semaine (en moyenne)</b>					30		30	
<b>Totaux : Par semestre (en moyenne)</b>					420		420	

c : cours e : exercices p : branches pratiques () : facultatif en italique : cours à option / : enseignement partagé + : enseignement séparé à l'horaire

**RÈGLEMENT D'APPLICATION DU CONTRÔLE  
DES ÉTUDES DE LA SECTION  
DE GÉNIE MÉCANIQUE  
(sessions de printemps, d'été et d'automne 2002)  
du 25 juin 2001**

*La direction de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne*

vu l'ordonnance générale sur le contrôle des études à l'EPFL  
du 10 août 1999

arrête

**Article premier - Champ d'application**

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

**Chapitre 1 : Examens au 1er cycle**

**Art. 2 - Examen propédeutique I**

1 L'examen propédeutique I est composé du groupe des branches d'examen et du groupe des branches de semestre :

coefficient

**Branches d'examen**

1. Analyse I,II (écrit)	2
2. Algèbre linéaire (écrit)	1
3. Géométrie (écrit)	1
4. Physique générale I,II (écrit)	1
5. Chimie appliquée (écrit)	1
6. Métaux et alliages (écrit)	1
7. Introduction à la science des matériaux (écrit)	1

**Branches de semestre**

8. Introduction au Génie mécanique I (hiver)	1
9. Gouvernance, nouvelles technologies, société de l'information (hiver)	0.5
10. Informatique I,II (hiver+été)	2
11. Introduction au Génie mécanique II (été)	1
12. Ecologie et management environnemental (été)	0.5

2 L'examen propédeutique I est réussi lorsque le candidat a obtenu une moyenne égale ou supérieure à 4 dans les branches d'examen d'une part, et une moyenne égale ou supérieure à 4 dans l'ensemble des branches d'examen et de semestre d'autre part.

3 Lorsque les conditions de réussite ne sont pas remplies, la répétition ne porte que sur les branches d'examen si la moyenne des branches de semestre est suffisante.

**Art. 3 - Examen propédeutique II**

1 L'examen propédeutique II est composé du groupe des branches d'examen et du groupe des branches de semestre :

Branches d'examen	coefficient
1. Analyse III,IV (écrit)	1
2. Probabilité et Statistique et Analyse numérique (écrit)	1
3. Physique générale III,IV (écrit)	1
4. Mécanique des milieux continus (écrit)	1
5. Thermodynamique et Energétique I,II (oral)	1
6. Mécanique des structures (oral)	1
7. Procédés de production et Formage des matériaux (écrit)	1
8. Electrotechnique (écrit)	1
9. Systèmes dynamiques (écrit)	1
10. Conception et production des machines (oral)	1

Branches de semestre	coefficient
11. Informatique temps réel (hiver)	1
12. Introduction à la CFAO (hiver)	1
13. Négociation (hiver)	0.5

2 L'examen propédeutique II est réussi lorsque le candidat a obtenu une moyenne égale ou supérieure à 4 dans les branches d'examen d'une part, et une moyenne égale ou supérieure à 4 dans l'ensemble des branches d'examen et de semestre d'autre part.

3 Lorsque les conditions de réussite ne sont pas remplies, la répétition ne porte que sur les branches d'examen si la moyenne des branches de semestre est suffisante.

**Art. 4 - Stage obligatoire**

1 Pour être admis en 3e année, l'étudiant doit en outre avoir effectué un stage industriel d'une durée de quatre à six semaines entre les semestres avant le début de la 3e année d'études.

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

**Chapitre 2 : Examens au 2ème cycle**

**Article 5 - Système des crédits**

1 Le total des crédits à obtenir est de 120 au minimum. Dans la règle, ils sont acquis en deux ans, la durée maximale pour les obtenir étant limitée à quatre ans et un minimum de 60 crédits devant être obtenu dans les deux premières années.

2 Les enseignements du 2ème cycle sont répartis en 3 blocs.

3 Dans chaque bloc, les crédits sont obtenus si la moyenne des notes des branches, pondérée par les crédits, est égale ou supérieure à 4.

4 Si, pour un bloc spécifique, les conditions d'attribution de la totalité des crédits ne sont pas réalisées, les crédits correspondant aux branches dont la note est égale ou supérieure à 4 sont acquis.

5 Lorsque les crédits associés à une branche sont attribués, cette branche est considérée comme acquise et ne peut pas être représentée.

6 En cas d'échec dans un bloc, seules les branches pour lesquelles les notes sont inférieures à 4 peuvent être représentées.

7 Un crédit correspond à une heure d'enseignement, par semaine et par semestre.

#### **Art 6 - Sessions d'examens**

1 Les branches semestrielles sont examinées en fin de semestre à la session de printemps et d'été.

2 Les branches annuelles sont examinées en fin de semestre à la session d'été.

3 Pour l'ensemble des branches d'hiver et d'été, les rattrapages ont lieu en automne. Le président de la section propose les branches concernées à la conférence des notes.

#### **Art. 7 - Préalables**

1 Pour suivre certains enseignements, des préalables sont nécessaires. Ils sont spécifiés dans le livret des cours.

2 Pour entreprendre le travail pratique de diplôme, l'étudiant doit avoir acquis au minimum les 120 crédits requis selon l'article 9.

#### **Art. 8 – Choix des branches**

L'étudiant choisit des branches à option selon le plan d'études pour un minimum de 39 crédits à partir du 6e semestre. 1 crédit correspond à 1 heure d'enseignement par semaine et par semestre.

#### **Art. 9 - Examen d'admission au travail pratique de diplôme**

1 Le bloc 1 est réussi lorsque 43 crédits sont obtenus.

crédits

##### **Branche d'examen de 3e année (session de printemps)**

1. Machines et installations électriques	4
2. Mécanique des fluides incompressibles	4
3. Méthodes de conception mécanique et assemblage	6
4. Simulation numérique A	3
5. Optimisation numérique A	3
6. Mécanique vibratoire	4

##### **Branche d'examen de 3e année (session d'été)**

7. Transfert de chaleur et de masse	4
8. Sciences du vivant	3
9. Electronique	3
10. Mécanique des solides	3
11. Automatique I,II	6

2 Le bloc 2 est réussi lorsque 38 crédits sont obtenus.

crédits

##### **Branche de semestre de 3e année (session d'été)**

1. Cours STS de base (hiver+été)	8
----------------------------------	---

Branches d'examen de 4e année		
2. Techniques de mesure		4
Branches de semestre de 4e année		
3. TP d'automatique (hiver)		2
4. Projet I (hiver)		8
5. Projet II (été)		12
6. Projet STS ou stage d'ingénieur (hiver + été)		4

3 Sur les 8 crédits de cours STS, 4 crédits sont à choisir obligatoirement parmi les 3 cours spécifiés dans le plan d'études, les 4 restants étant à libre choix dans l'offre des cours STS de l'EPFL.

4 En alternative au projet STS, l'étudiant peut effectuer un stage d'ingénieur en entreprise d'une durée minimale de 6 semaines. Les directives STS relatives au stage (tiré de la Bourse aux stages de l'UNEEED'IP) font l'objet de dispositions internes au département.

5 Le bloc 3 est réussi lorsque 39 crédits sont obtenus. Il est composé de 20 crédits correspondant à 5 cours majeurs à option de 4 crédits chacun et de 19 crédits correspondant aux autres cours à option de la section de Génie mécanique. Dans le cadre de ce bloc, l'étudiant a la possibilité de prendre au maximum 20 heures de cours correspondant à 20 crédits hors de la section de Génie mécanique, avec l'accord du Conseiller d'études ou du Chef de la section.

#### **Art. 10 - Travail pratique de diplôme**

1 La durée du travail pratique de diplôme est de quatre mois.

2 Le travail pratique de diplôme donne lieu à une note et est réussi si la note est égale ou supérieure à 4.

#### **Art. 11 - Diplôme**

Le diplôme est décerné à l'étudiant ayant obtenu au minimum 120 crédits selon les conditions fixées à l'article 9 et ayant réussi le travail pratique de diplôme.

### **Chapitre 3 : Dispositions finales**

#### **Art. 12 - Abrogation du droit en vigueur**

Le règlement d'application du contrôle des études de la section de génie mécanique de l'EPFL du 3 juillet 2000 est abrogé.

#### **Art. 13 - Entrée en vigueur**

Le présent règlement est applicable pour les examens correspondant au plan d'études 2001/2002.

25 juin 2001 Au nom de la direction de l'EPFL

Le président, P. Aebscher

Le vice-président de la formation, M. Jufer

<b>ANALYSE I</b>					
<b>Inseignant:</b> Klaus-Dieter SEMMLER, chargé de cours EPFL-DMA					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 112</b>
ELECTRICITE.....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
GENIE MECANIQUE .....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 4</b>
MATERIAUX.....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 4</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Acquisition des méthodes de base du calcul différentiel et intégral en vue de leur utilisation par le futur ingénieur.

**CONTENU**

- Les nombres réels. Les suites de nombres réels.
- Les séries numériques et entières.
- La notion de fonction. Limite et continuité.
- Déivation des fonctions, des fonctions composées, des fonctions inverses, des fonctions implicites.
- Primitives et recherche de primitives.
- Equations différentielles autonomes du premier ordre, équations à variables séparables.
- Equations différentielles linéaires du premier ordre.
- Equations différentielles linéaires du deuxième ordre à coefficients constants.
- Théorème des accroissements finis.
- Calcul de limites.
- Différentielles.
- Intégrales définies.
- Intégrales généralisées.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Ex cathédra, exercices en groupe	<b>FORME DU CONTROLE:</b>	Ex. écrits
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	Support de cours distribué		
<b>LIASON AVEC D'AUTRES COURS:</b>			
<i>réalable requis:</i>			
<i>réparation pour:</i>			

<b>Titre :</b> ANALYSE II					
<b>Enseignant:</b> Klaus-Dieter SEMMLER, chargé de cours EPFL-DMA					
Section (s)	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 84
ELECTRICITE .....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Par semaine:
GENIE MECANIQUE .....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Cours 4
MATERIAUX .....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Exercices 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Pratique

**OBJECTIFS**

Acquisition des méthodes de base du calcul différentiel et intégral en vue de leur utilisation par le futur ingénieur.

**CONTENU**

- Contact des courbes planes
- Formule de Taylor, développements limités.
- Coordonnées polaires.
- Nombres complexes.
- Polynômes et fonctions rationnelles, décomposition en éléments simples et intégration.
- Courbes paramétrées.

**Fonctions réelles de plusieurs variables réelles**

- Généralités, extrema, limites, continuité.
- Dérivées partielles.
- Gradient, différentielle, dérivée dans une direction, points critiques, extréma locaux.
- Intégrales doubles ; définition, calcul, changement de variables.
- Champs vectoriels, fonctions potentielles, équations différentielles totales (exactes), la notion de facteur intégrant.
- Généralités sur les équations différentielles du premier et du deuxième ordre.
- Intégrales curvilignes.
- La formule de Green-Riemann.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathédra, exercices en groupe	<b>FORME DU CONTROLE:</b> <b>EXERCICES A RENDRE</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> donnée en cours	
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	
<i>Préalable requis:</i> Analyse I, Algèbre linéaire	
<i>Préparation pour:</i>	

<b>Titre :</b> ANALYSIS I in deutscher Sprache / ANALYSE I en allemand					
<b>Enseignant:</b> Alfred WOHLHAUSER, professeur EPFL-DMA					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 112</i>
Génie mécanique.....	1	x			<i>Par semaine: 8</i>
MA,PH,GC,.....	1	x			<i>Cours 4</i>
GR,EL, INF.....	1	x			<i>Exercices 4</i>
MT,MX,SC .....	1	x			<i>Pratique</i>

## OBJECTIFS

Cours de base en allemand, orienté vers les applications et les besoins de l'ingénieur.

## ZIELSETZUNG

Anwendungsorientierte Basisvorlesung in deutscher Sprache, ausgerichtet auf die Bedürfnisse des Ingenieurs.

## INHALT

Grenzwerte und Stetigkeit

Komplexe Zahlen

Differentialrechnung einer reellen Variablen

Integration

Unendliche Reihen

Taylorreihen

## 'ORME DE L'ENSEIGNEMENT:

Vorlesung mit Uebungen in kleinen Gruppen.

Cours, exercices en petits groupes

Das mathematische Vokabular wird weisprachig erarbeitet (d/f).

Le vocabulaire mathématique sera travaillé de façon bilingue (d/f).

**BIBLIOGRAPHIE:** Wird in der Vorlesung bekanntgegeben.  
Sera communiquée au cours.

**liaison avec d'autres cours:** Basisvorlesung  
Cours de base

*réalable requis:*

*réparation pour:*

## FORME DU CONTROLE:

TESTS

TRAVAUX ECRITS

<b>Titre :</b> ANALYSIS II in deutscher Sprache/ANALYSE II en allemand					
<b>Enseignant:</b> Alfred WOHLHAUSER, professeur EPFL-DMA					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 84</i>
Génie mécanique.....	2	x			<i>Par semaine: 6</i>
MA,PH, GC, .....	2	x			<i>Cours 4</i>
GR, INF, EL,.....	2	x			<i>Exercices 2</i>
MT, MX, SSC.....	2	x			<i>Pratique</i>

## OBJECTIFS

Cours de base en allemand, orienté vers les applications et les besoins de l'ingénieur.

## ZIELSETZUNG

Anwendungsorientierte Basisvorlesung in deutscher Sprache, ausgerichtet auf die Bedürfnisse des Ingenieurs.

## INHALT

- . Funktionen mehrerer Variablen
- . Doppel - und Dreifachintegrale
- . Ebene Kurvenintegrale, Potentiale
- . Differentialgleichungen 1-ter Ordnung
- . Lineare Differentialgleichungen mit konstanten Koeffizienten
- . Lineare Differentialgleichungen mit variablen Koeffizienten

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>  Vorlesung mit Uebungen in kleinen Gruppen  Das mathematische Vokabular wird zweisprachig erarbeitet (d/f).  <b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Wird in der Vorlesung bekanntgegeben. Sera communiquée au cours.  <b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b> Basisvorlesung Cours de base  <i>Préalable requis:</i> <i>Préparation pour:</i>	<b>FORME DU CONTROLE:</b>  <b>TESTS</b> <b>TRAVAUX ECRITS</b>
---	--

**Titre:** ALGEBRE LINEAIRE

**Enseignant:** Eva BAYER-FLUCKIGER, professeure EPFL/DMA

Section(s)	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales	84
Génie mécanique	1	X			Par semaine	6
Matériaux	1	X			Cours	4
					Exercices	2
					Pratique	

### OBJECTIFS

Apprendre aux étudiants les éléments de l'algèbre linéaire, en insistant sur l'application de la théorie à la résolution de problèmes pratiques.

### CONTENU

1. Systèmes d'équations linéaires et matrices
2. Déterminants
3. Géométrie des vecteurs en trois dimensions
4. Espaces vectoriels euclidiens et tenseurs
5. Espaces vectoriels abstraits
6. Espaces vectoriels avec produit scalaire
7. Valeurs propres et vecteurs propres
8. Applications linéaires
9. Sujets supplémentaires :
  - ° la méthode des moindres carrés
  - ° formes quadratiques
  - ° factorisation triangulaire
  - ° tenseurs et changements de base
0. Applications diverses, e.g., théorie des jeux, fractales, chaos, théorie des graphes, etc.

**ORME DE L'ENSEIGNEMENT:** Ex cathedra, exercices en salle

**IBLIOGRAPHIE:** Elementary Linear Algebra, Application Version, par H. Anton et C. Rorres, John Wiley & Sons, 1994

**IAISON AVEC AUTRES COURS:** Analyse, géométrie

*réalable requis:*

*préparation pour:*

**FORME DU CONTROLE:**

Travaux écrits facultatifs,  
examen propédeutique écrit

**Titre:** GEOMETRIE

**Enseignant:** Klaus-Dieter SEMMLER, chargé de cours EPFL - DMA

Section(s)	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 56
GENIE CIVIL.....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Par semaine:
GENIE RURAL.....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Cours 3
MECANIQUE * .....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Exercices 1 (2*)
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Pratique

### OBJECTIFS

Apprendre à appliquer les méthodes du calcul différentiel et de l'algèbre linéaire aux objets géométriques. Travailler avec des paramétrisations locales.

Etudier les notions de base de la géométrie différentielle (plan tangent, courbure, etc.) et leurs applications dans les branches d'ingénieurs.

Renforcer la vision spatiale.

### CONTENU

- Courbes Diverses représentations, longueur, courbure.
- Splines Traitement informatique des formes générales. Polynômes de Bernstein. Algorithme de Casteljau.
- Isométries Points fixes, axes de rotation, méthode des coordonnées homogènes.
- Projections Projection parallèle, projection centrale, représentation analytique, dessin axonométrique.
- Surfaces I Diverses représentations, lignes de coordonnées, courbes de niveau.
- Surfaces II Cartes, calcul des angles et des aires.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Cours ex cathedra et exercices en classe.	<b>FORME DU CONTROLE:</b> Ex. écrit
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Polycopié sur Web.	
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b> Algèbre linéaire, analyse.	
<b>Préalable requis:</b> Algèbre linéaire, analyse I.	
<b>Préparation pour:</b>	

**Titre:** ANALYSE III

**Enseignant:** Yves BIOLLAY, professeur DMA - EPFL

Section (s)	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 70
GÉNIE MÉCANIQUE .....	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
INFORMATIQUE .....	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 3
MATÉRIAUX.....	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

## OBJECTIFS

Étudier les procédés de calcul différentiel et intégral des fonctions de plusieurs variables applicables aux problèmes des sciences de l'ingénieur.

## CONTENU

Arcs, intégrales curvilignes ; intégrales de surface.

Analyse vectorielle

- Champs vectoriels. Travail et circulation. Flux.
- Opérateurs rotationnel et divergence.
- Formules de Stokes et de Gauss. Formules de Green.
- Coordonnées cylindriques et sphériques ; laplacien. Potentiels newtoniens.
- Applications à quelques modèles physiques.

Équations différentielles aux valeurs propres (introduction).

Séries de Fourier

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Cours ex cathedra ; exercices en salle	<b>FORME DU CONTROLE:</b> test écrit
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> N. Piskounov, Calcul différentiel et intégral, tome 2, éd. Ellipses, 1993 G. Philippin, Cours d'analyse à l'usage des ingénieurs, Presses de l'Univ. de Montréal, vol. 2, 1993. E. Kreyszig, Advanced engineering mathematics, John Wiley & Sons, 1999	
<b>LIASON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>EXAMEN</b>
<i>réalable requis:</i> Analyse I et II	écrit
<i>préparation pour:</i> Analyse IV	

<b>Titre:</b> ANALYSE IV					
<b>Enseignant:</b> Yves BIOLLAY, professeur DMA - EPFL					
Section (s)	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 56
GÉNIE MÉCANIQUE .....	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Par semaine: Cours 2
MATÉRIAUX.....	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Exercices 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Pratique --
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

**OBJECTIFS**

Appliquer les outils de l'analyse à des problèmes types des sciences de l'ingénieur.

**CONTENU**

Méthodes de résolution des équations aux dérivées partielles classiques.

Transformations de Fourier et de Laplace.

Chapitres choisis de la théorie des fonctions complexes. Applications.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Cours ex cathedra ; exercices en salle	<b>FORME DU CONTROLE:</b> test écrit
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> S. Godounov, Equations de la physique mathématique, éd. Mir, (en bibliothèque). M.R. Spiegel, Analyse de Fourier / Transformées de Laplace, série Schaum, McGraw-Hill, 1996. E. Kreyszig, Advanced engineering mathematics, John Wiley & Sons, 1999	
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>EXAMEN :</b> écrit
<i>Préalable requis:</i> Analyse III	
<i>Préparation pour:</i>	

**Titre: PROBABILITES ET STATISTIQUE**

**Enseignant: J.-M. HELBLING, chargé de cours EPFL/DMA**

Section(s)	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales	56
Génie mécanique	3	X			Par semaine	4
Génie civil	3	X			Cours	2
Matériaux	3	X			Exercices	2
Police Scientif. UNIL.	3	X			Pratique	
Physique UNIL	3	X				

## OBJECTIFS

Familiariser l'étudiant aux concepts fondamentaux des probabilités et de la statistique. 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

**FORME DU CONTROLE:** écrit

**BIBLIOGRAPHIE:** Polycopié « Probabilités et Statistique »

**MAISON AVEC AUTRES COURS:**

*réalable requis:* Notions de calcul différentiel et intégral

*préparation pour:* Statistique appliquée et cours professionnels utilisant la statistique.

<i>Titre :</i>	<b>ANALYSE NUMERIQUE</b>				
<i>Enseignant:</i>	<b>Alfio QUARTERONI, professeur EPFL - DMA</b>				
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 42
GENIE MECANIQUE .....	4	X			<i>Par semaine:</i> 3
INFORMATIQUE	4	X			<i>Cours</i> 2
					<i>Exercices</i> 1
					<i>Pratique</i>

## OBJECTIFS

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

## CONTENU

- Stabilité, conditionnement et convergence de problèmes numériques.
- Approximation polynomiales par interpolation et moindres carrés.
- Intégration numérique.
- Méthodes directes pour la résolution de systèmes linéaires.
- Méthodes itératives pour systèmes d'équations linéaires et non linéaires.
- Equations différentielles ordinaires.
- Problèmes aux limites monodimensionnels traités par différences finies et éléments finis.
- Introduction à l'utilisation du logiciel MATLAB.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra et exercices en salle et sur ordinateurs.	<b>FORME DU CONTROLE:</b> écrit
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Méthodes Numériques pour le calcul scientifique A. Quarteroni, R. Sacco et F. Saleri, Springer-Verlag France, Paris, 2000	
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	
<i>Préalable requis:</i> Analyse. Algèbre linéaire.	
<i>Préparation pour:</i>	

<b>Titre : INFORMATIQUE I</b>					
<b>Enseignant: C. Petitpierre, Professeur EPFL/DI</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i>
GENIE MECANIQUE.....	1	<input checked="" type="checkbox"/> x	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine: 4</i>
PHYSIQUE .....	1	<input checked="" type="checkbox"/> x	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique 2</i>

## OBJECTIFS

L'étudiant sera à même de :

- Utiliser un système informatique pour la mise au point de programmes.
- Coder une solution informatique en C++
- Comprendre et utiliser des algorithmes et modules existants.

## CONTENU

Initiation à la programmation. Programmation d'algorithmes simples sur des structures données simples (variables élémentaires, structure de contrôle, fonctions)  
Mise en pratique sur des exemples simples.

## APPLICATIONS.

Calcul de transmission de chaleur dans une grille d'éléments  
Calcul des forces dans un treillis

<b>ORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Cours sur ordinateur avec supervision du professeur et d'assistants.	<b>FORME DU CONTROLE:</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	"Les bases de la programmation avec C++", T. Nouatin, Série Universel MultiMédia Press	Travail écrit (sur papier)
<b>MAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		
<i>éalable requis:</i>		
<i>éparation pour:</i>		

<b>Titre:</b> INFORMATIQUE II					
<b>Enseignant:</b> Wulfram GERSTNER, professeur EPFL/DI					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i>
GENIE MECANIQUE .....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine: 4</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique 2</i>

## OBJECTIFS

Ceci n'est pas un cours de programmation mais un cours d'informatique dans son sens stricte d'une science de l'information et calcul. Le cours sera axé sur quatre questions fondamentales: What is computation? What is a computer? What is information? What is intelligence? En abordant ces questions, on touchera à plusieurs disciplines de l'informatique comme l'algorithme, l'architecture des processeurs, systèmes logiques, théorie de l'information, intelligence artificielle, informatique théorique et d'autres (liste non-exhaustive).

## CONTENU

### I. What is computation?

- le cerveau compare à l'ordinateur? L'architecture des ordinateurs,
- les automates, historique de l'ordinateur, automates finis,
- la machine de Turing, l'ordinateur universel,
- la logique élémentaire et les systèmes logiques,
- la complexité de calcul et décidabilité.

### II. What is happening inside a computer?

- niveau de langage abstrait,
- niveau de langage machine,
- niveau hardware,
- la physique et l'ordinateur.

### III. What is information?

- transmission du signal,
- notions de base de la théorie de l'information,
- entropie et incertitude.

### IV. What is intelligence?

- intelligence artificielle,
- la reconnaissance de formes,
- intelligence animale et apprentissage,
- réseaux de neurones et logique floue.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Ex cathedra, exercices en salle et sur ordinateur	<b>FORME DU CONTROLE:</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	Indiqué au début du semestre	Branche à examen écrit + miniprojet
:		
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		<b>EXAMEN</b>
<i>Préalable requis:</i>	Informatique I	
<i>Préparation pour:</i>		

**Titre :** INFORMATIQUE EN TEMPS REEL

**Enseignant:** Pierre-Yves Rochat, Chargé de cours EPFL/DI

Section (s)	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 56
GÉNIE MÉCANIQUE.....	3	X			Par semaine:
.....					Cours 2
.....					Exercices
.....					Pratique 2

## OBJECTIFS

Maîtriser les systèmes digitaux élémentaires nécessaires à l'informatique industrielle.  
Concevoir et utiliser les systèmes digitaux pour des applications du temps-réel simples: systèmes logiques câblés, séquenceurs (graphe d'état et machine d'états). Comprendre le fonctionnement des micro-processeurs.  
Accès aux entrées-sorties en langage C.

## CONTENU

### Systèmes logiques combinatoires câblés

Synthèse des systèmes logiques combinatoires : variables et fonctions logiques (ET, OU, NON, NAND, OU-exclusif, fonction universelle), réalisation par des circuits intégrés (multiplexeur, décodeur), algèbre logique (algèbre de Boole).

### Systèmes séquentiels et mémoires

Systèmes séquentiels : bascules bistables, registres, compteurs, et diviseurs de fréquence.

Circuits mémoires (mémoire morte, mémoire statique, mémoire dynamique).

Conception de systèmes séquentiels à l'aide de graphes d'états. Conception d'un séquenceur.

### Microprocesseurs

Architecture et fonctionnement des microprocesseurs.

Calcul en nombres entiers, représentation de nombres négatifs (complément à 2).

Répertoire d'instructions : codage des instructions, catégories d'instructions, modes d'adressage.

Concept de pile.

Notions élémentaires de programmation en langage assembleur.

Structuration de programmes.

Interface microprocesseur : signaux, décodage et sélection de registres d'entrées-sorties.

Programmation d'entrées-sorties en langage C.

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

**FORME DU CONTRÔLE:**

Contrôle continu

**BIBLIOGRAPHIE:** R.D. Hersch, Informatique Industrielle, PPUR ,  
Notes de laboratoires: Logique digitale,  
Programmation sur système cible

**EXAMENS**

Branche pratique

**MAISON AVEC D'AUTRES COURS:**

élabile requis:

éparation pour:

<b>Titre :</b> PHYSIQUE GENERALE I					
<b>Enseignant:</b> Jean-Philippe ANSERMET, Professeur EPFL/DP					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i>
GENIE MECANIQUE.....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
ELECTRICITE .....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 2</i>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices 2</i>
RACCORDEMENT ETS.....		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

## OBJECTIFS

Apprendre à transcrire sous forme mathématique un phénomène physique, afin de pouvoir en formuler une analyse raisonnée. Les phénomènes considérés seront limités aux expériences élémentaires de la mécanique rationnelle du point matériel et du solide indéformable. Cette transcription mathématique inclut :

- une paramétrisation, un choix des repères de projection, des référentiels,
- un inventaire des forces;
- l'application du théorème de la quantité de mouvement,
- l'application des principes de conservation.

## CONTENU

### Introduction

Notions élémentaires de mécanique pour les systèmes à une dimension

### Oscillateur harmonique

Mouvement oscillatoire libre, amorti, forcé, résonance, facteur de qualité

### Cinématique

Description des rotations, formules de Poisson, vitesse angulaire

### Changement de référentiel

Calcul de l'accélération (Coriolis, centripète), dynamique terrestre, relativité restreinte

### Forces

Friction, gravitation, électromagnétisme, collisions, systèmes ouverts

### Lois de Newton

d'un système de points matériels, lois de conservation, énergie, puissance, travail

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex-cathedra et exercices dirigés en classe	<b>FORME DU CONTROLE:</b>	examen écrit et contrôle continu
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Eb185, E289, D429, Dd399, Dg349, E242, Eb157, E250, E284, Eb197, E303, E178, 753809, AI1039, Dg28		
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		
<i>Préalable requis:</i> Bonne formation au niveau maturité		

<b>Titre:</b>	<b>PHYSIQUE GENERALE II</b>				
<b>Enseignant:</b>	<b>Jean -Philippe ANSERMET, professeur EPFL/DP</b>				
<i>Section(s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales</i>
Génie mécanique	2	X			<i>Par semaine :</i> 84
Électricité	2	X			<i>Cours</i> 4
Raccordement ETS	2	X			<i>Exercices</i> 2
					<i>Pratique</i>

## OBJECTIFS

Mécanique : voir Physique Générale I, avec de nouveaux objets mathématiques (moment cinétique, tenseur des déformations...)

### Thermodynamique

- Apprendre à définir un système physique dans l'esprit de la thermodynamique, choisir les variables qui définissent son état, spécifier comment il est couplé au monde extérieur.
  - Savoir appliquer les grands principes de façon systématique.
  - Se sensibiliser à la problématique des machines thermiques, de l'énergétique des réactions chimiques et des transitions de phase.
- Apprendre à décrire et apprécier l'importance des phénomènes irréversibles tels que la conduction de la chaleur, les effets magnétocaloriques ou thermoélectriques.

## CONTENU

### Cinématique et cinétiqe du corps solide indéformable

Centre de masse, tenseur d'inertie, moment cinétique

### Dynamique du corps solide indéformable

axe de rotation fixe, effets gyroscopiques, contraintes aux points d'attache

### Mécanique analytique

équations de Lagrange, contraintes holonomes et forces conservatives, oscillations autour d'une position d'équilibre et scillateurs couplés

### Introduction aux corps déformables

chaînettes et cordes vibrantes, tenseur des contraintes, solide élastique isotrope

### Thermodynamique

introduction aux objectifs de la thermodynamique. La notion d'entropie. Les machines thermiques. Les potentiels thermodynamiques. Plusieurs applications de la méthode. La phénoménologie des processus irréversibles.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex-cathedra et exercices dirigés en classe	<b>FORME DU CONTROLE:</b> examen écrit et contrôle continu
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> 758786, FC506, DP03.4 DP05.7, DF479, DF47, D 210-6, AYI 12	
<b>MAISON AVEC AUTRES COURS:</b> <i>réalable requis:</i> Analyse I <i>préparation pour:</i> Physique générale III, IV	

<b>Titre</b>	<b>Physik I, in deutscher Sprache</b>				
<b>Enseignant</b>	<b>Rolf GOTTHARDT, chargé de cours EPFL/DP</b>				
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales</i>
El 1, GC 1	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	56 Par semaine 4
GM 1, GR 1	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Cours 2
IN 1, MA 1	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Exercices 2
MT 1, MX 1, SC 1	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Pratique -

## ZIELSETZUNG

- Kennenlernen und Anwenden der allgemeinen Sätze der Kinematik und der Dynamik einzelner Massenpunkte.
- Analysieren der Bewegungen von Materie-Systemen und Bestimmen der für ihre Bewegung verantwortlichen Kräfte.

## INHALT

- **Kinematik des einzelnen Massenpunktes**  
Begriffe: Raum, Zeit  
Bezugssysteme, Koordinatensysteme  
Geschwindigkeit, Beschleunigung
- **Dynamik des einzelnen Massenpunktes**  
Begriffe: Masse, Kraft  
Newton'sche Gesetze  
Arbeit, Leistung, kinetische Energie  
Erhaltungssätze
- **Kinematik von nicht-verformbaren Festkörpern**  
Eulersche Winkel  
Rotationsvektor
- **Relative Bezugssysteme**  
Zerlegung von Geschwindigkeiten und Beschleunigungen

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT</b> Ex cathedra und Uebungen	<b>FORME DU CONTROLE</b> Uebungen, Klausuren, Schlussexamen
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> empfohlene Bücher, korrigierte Uebungen	
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS</b>	
<i>Préalable requis:</i> Gute Arbeitskenntnisse in Mathematik und Physik <i>Préparation pour:</i> Physik II	

<b>Titre</b>	<b>Physik II, in deutscher Sprache</b>					
<b>Enseignant</b>	<b>Rolf GOTTHARDT, chargé de cours EPFL/DP; Frank NUESCH, EPFL/DP</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales</i>	84
EL 2, GC 2,	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	6
GM 2, GR 2,	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Cours</i>	4
IN 2, MA 2,	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Exercices</i>	2
MT 2, MX 2, SC 2	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Pratique</i>	-

## ZIELSETZUNG

- Kennenlernen und Anwenden der Gesetze der Kinematik und der Dynamik von Materie-Systemen.
- Anwenden dieser Gesetze für die Bestimmung des Gleichgewichtes und der Bewegung von Systemen von Massenpunkten und von Festkörpern.
- Kennenlernen der Gesetze der Thermodynamik und ihre Anwendung auf idealisierte Systeme. Betrachtungen von Motoren, Mehrphasensystemen und chemischen Reaktionen.

## INHALT

### Mechanik, 2. Teil

- **Dynamik von Materie-Systemen**  
Massenschwerpunkt, Impuls, Trägheitsmoment, Hauptachsen
- **Statik, Stossmechanik**
- **Lagrange'sche Mechanik**

### Thermodynamik

- **Kinetische Theorie der Gase**
- **Erster und zweiter Hauptsatz der Thermodynamik**
- **Formalismus der Thermodynamik**
- **Mehrphasensysteme und andere Anwendungen**

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT</b> Ex cathedra und Uebungen	<b>FORME DU CONTROLE</b> Uebungen und Klausuren Schriftliches Schlussexamen
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> Empfohlene Bücher, korrigierte Uebungen	
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS</b>	
<i>Préalable requis:</i> Physik 1 <i>Préparation pour:</i> Physique III, IV	

**Titre: PHYSIQUE GENERALE III, IV**

**Enseignant: Pierre-Antoine BARES, professeur EPFL/DP**

<i>Section(s)</i> Génie mécanique	<i>Semestre</i> 3+4	<i>Oblig.</i> X	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales</i> 84 resp. 56 <i>Par semaine</i> 6 resp. 4 <i>Cours</i> 4 resp. 2 <i>Exercices</i> 2 resp. 2 <i>Pratique</i>
--------------------------------------	------------------------	--------------------	---------------	----------------	--

## OBJECTIFS

- Formuler les lois de l'électrodynamique et de l'hydrodynamique.
- Décrire les phénomènes physiques pertinents à ces théories et présenter les expériences par lesquelles ils sont mis en évidence.
- Approfondir la compréhension ou la matière par des exercices et discussion.
- Relier ces théories générales à des problèmes concrets de la vie de tous les jours d'un ingénieur.

## CONTENU

- Électrostatique, magnétostatique, champs dans la matière
- Champ dépendant du temps, loi d'induction, équations de Maxwell, ondes électromagnétiques
- Statique et dynamique des fluides, équations d'Euler, de Bernouilli et de Navier-Stokes
- Théories des ondes
- Applications technologiques

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra avec démonstrations, exercices en salle	<b>FORME DU CONTROLE:</b> écrit
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> polycopiés <b>LIAISON AVEC AUTRES COURS:</b> <i>Préalable requis:</i> Physique générale I, II <i>Préparation pour:</i>	

<i>Titre :</i>	<b>CHIMIE APPLIQUEE</b>				
<i>Enseignant:</i>	<b>Claude FRIEDLI, professeur EPFL/DC</b>				
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i>
GÉNIE MÉCANIQUE.....	1	X			42
MICROTECHNIQUE.....	1	X			3
.....					2
.....					Exercices 1
.....					Pratique

## OBJECTIFS

Acquérir ou compléter les connaissances de base en chimie générale et préparer l'accès aux enseignements ultérieurs de la section

Se familiariser avec le langage et la symbolique utilisés en chimie afin de servir de base aux relations interdisciplinaires

Servir d'introduction aux cours de sciences du vivant

## CONTENU

*Série périodique des éléments:* Relations entre position des éléments dans le tableau périodique et leurs propriétés physiques et chimiques, prédiction des réactivités.

*Liaisons, réaction chimique et stœchiométrie:* Bref rappel des différents types de liaison, influence sur les propriétés physiques et chimiques des composés, réactions chimiques et équilibres (y compris acide-base, tampon, hydrolyse, solubilité).

*Thermodynamique:* Transformation de l'énergie chimique et prédiction, énergie interne, enthalpie, loi de Hess, énergie libre, thermodynamique des équilibres, pile électrique et corrosion.

*Cinétique:* Vitesse de réaction, ordre de réaction, mécanismes, théorie du complexe activé, catalyses et biocatalyse.

*Chimie organique:* Le carbone, hydrocarbures, groupes fonctionnels, composés industriels, composés naturels.

*Chimie des surfaces et colloïdes:* Tension interfaciale, contacts liquide-solide et gaz-solide, adsorption, film, phénomènes electrocinétiques, propriétés optiques, mécaniques et électriques de l'état colloïdal

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra avec démonstrations pratiques et exercices en salle	<b>FORME DU CONTRÔLE:</b> écrit
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Livre PPR + polycopié	
<b>DISPOSITION AVEC D'AUTRES COURS:</b>	
<i>Évalable requis:</i> Maturité fédérale	
<i>Éparation pour:</i> Cours nécessitant des connaissances de base de chimie	

**Titre: ELECTROTECHNIQUE**

**Enseignant: Basile KAWKABANI, chargé de cours EPFL/DE**

<i>Section(s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales</i>	<i>28</i>
Génie mécanique	4	X			<i>Par semaine</i>	<i>2</i>
					<i>Cours</i>	<i>2</i>
					<i>Exercices</i>	
					<i>Pratique</i>	

## 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.

**BIBLIOGRAPHIE:** Polycopié.

**LIAISON AVEC AUTRES COURS:**

*Préalable requis:* Physique Générale, Analyse

*Préparation pour:* Electronique, Mach.& Inst. Electriques I et II

**FORME DU CONTROLE:** écrit

**Titre: MECANIQUE DES MILIEUX CONTINUS**

**Enseignant: Michel DEVILLE, professeur EPFL/DGM**

Section(s)	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales	56
Génie mécanique	4	X			Par semaine	4
					Cours	3
					Exercices	1
					Pratique	

## OBJECTIFS

Elaborer la généralisation de la mécanique rationnelle aux milieux continus et en déduire les lois de conservation et de comportement.

## CONTENU

### Chapitre 1 : Les tenseurs cartésiens

Changement de coordonnées. Notation indicelle. Scalaires – vecteurs. Tenseurs d'ordre deux. Symbole de permutation. Coordonnées curvilignes. Gradient. Autres opérations.

### Chapitre 2 : Cinématique

Configurations d'un milieu continu. Mouvement, vitesse, accélération. Descriptions matérielle (Lagrangienne) et spatiale (Eulerienne). Gradient de déformation. Tenseurs de déformation. Déformations homogènes. Petits déplacements. Equations de compatibilité. Trajectoires, lignes de courant, lignes d'émission. Dérivées particulières. Tenseurs des taux de déformation de rotation matériels et spatiaux. Extension aux systèmes de coordonnées curvilignes. Objectivité.

### Chapitre 3 : Dynamique

Théorème du transport. Conservation de la masse. Forces à distance, de contact et de cohésion. Conservation de la quantité de mouvement, du moment de la quantité de mouvement. Principe de Cauchy et tenseur des contraintes. Tenseurs de contraintes de Piola-Kirchhoff 1 et 2. Etats de contraintes homogènes. Objectivité.

### Chapitre 4 : Energétique

Température, entropie et variables thermodynamiques. Premier principe ou conservation de l'énergie. Second principe ou égalité de Clausius-Duhem.

### Chapitre 5 : Lois de comportement

Lois de comportement des matériaux. Hypothèses de causalité, équiprésence, localisation, instantanéisation. Formes matérielle, nominale et spatiale d'une loi. Objectivité. Satisfaction à priori du second principe : matériau standard et standard généralisé. Symétries. Homogénéité et isotropie. Définitions d'un fluide et d'un solide. Exemples des solides élastiques conducteurs de la chaleur, des fluides parfaits et des fluides visqueux.

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

**BIBLIOGRAPHIE:** Notes polycopierées

**AISON AVEC AUTRES COURS:**

Élable requis:

Préparation pour:

**FORME DU CONTROLE:** oral

<b>Titre: THERMODYNAMIQUE ET ENERGETIQUE I</b>					
<b>Enseignant: Daniel FAVRAT, professeur EPFL-DGM</b>					
<i>Section(s)</i> Génie mécanique	<i>Semestre</i> 3	<i>Oblig.</i> x	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales</i> 42 <i>Par semaine</i> 3 <i>Cours</i> 2 <i>Exercices</i> 1 <i>Pratique</i>

## OBJECTIFS

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

## CONTENU

### Généralités et principes fondamentaux :

Systèmes thermodynamiques; Principe zéro; Energie et premier principe; Entropie et deuxième principe; Troisième principe; Equation de Gibbs.

### Systèmes fermés 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 (éléments de dynamique des gaz, courbes de Fanno, etc.)

### Mélanges de gaz parfaits ou semi-parfaits

### Approche énergétique des cycles thermodynamiques et de quelques cycles élémentaires :

Généralités; Propriétés générales des cycles; Cycles bithermes moteurs ou génératrices.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra avec exercices <b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Polycopiés; <i>Thermodynamique et Energétique I et II</i> <i>par L. BOREL, Editions PPUR, 1987</i> <b>LIAISON AVEC AUTRES COURS:</b> Physique générale, Analyse et Algèbre linéaire	<b>FORME DU CONTROLE :</b> oral
--	---------------------------------

**Titre: THERMODYNAMIQUE ET ENERGETIQUE II****Enseignant: Daniel FAVRAT, professeur EPFL-DGM**

<i>Section(s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales</i>	<i>42</i>
Génie mécanique	4	X			<i>Par semaine</i>	<i>3</i>
					<i>Cours</i>	<i>2</i>
					<i>Exercices</i>	<i>1</i>
					<i>Pratique</i>	

**OBJECTIFS**

Savoir réaliser des bilans énergétiques et exergétiques de systèmes thermiques complexes liés notamment à la conversion d'énergie mettant en jeu des phénomènes de changement de phase, de combustion ou de mélanges.

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

**Energétique thermodynamique** : théorie de l'exergie, caractérisation des pertes exergétiques de dissipation et de dévalorisation, bilans énergétiques et exergétiques de systèmes en régime permanent, rendements et efficacités.

**Combustion**: généralités, équations chimiques de base, pouvoirs énergétiques d'un combustible, combustion complète, température de combustion, propriétés thermodynamiques des gaz de combustion, déroulement d'une combustion, condensation de l'eau des gaz de combustion, bilans énergétiques et exergétiques pour les systèmes en régime permanent (relatifs aux chambres de combustion, aux chaudières et aux moteurs à combustion interne).

**Généralisation de la théorie des cycles** (cycles moteurs, cycles générateurs, cogénération, améliorations des cycles de Rankine et de Brayton, etc.)

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

**BIBLIOGRAPHIE:** Polycopiés; *Thermodynamique et Energétique I et II*  
par L. BOREL, Editions PPUR, 1987

**LIAISON AVEC AUTRES COURS:**

*Préalable requis:* Physique générale, Analyse et Algèbre linéaire

*Préparation pour:*

**FORME DU CONTROLE :** oral

**Titre: MECANIQUE DES STRUCTURES****Enseignant: John BOTYSIS, Professeur EPFL/DGM**

<i>Section(s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales</i>	<i>56</i>
Génie mécanique	3	X			<i>Par semaine</i>	<i>4</i>
					<i>Cours</i>	<i>3</i>
					<i>Exercices</i>	<i>1</i>
					<i>Pratique</i>	

**OBJECTIFS**

Connaître les lois, principes 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 composants et structures élémentaires de la construction mécanique.

**CONTENU**

- Propriétés des matériaux et équilibre intérieur :** généralités – hypothèses fondamentales – propriétés mécaniques des matériaux – efforts intérieurs et contraintes.
- Traction et compression, cisaillement, torsion circulaire :** définitions – calcul des contraintes et des déformations – analyse de l'état de contrainte, cercles de Mohr – énergie de déformation.
- Flexion des poutres :** définition – flexion pure – flexion simple – moments d'une aire plane – contraintes normales et tangentielles – analyse de l'état de contrainte, cercles de Mohr – énergie de déformation – calcul des lignes élastiques et des déformées.
- Energie de déformation élastique :** formes quadratiques de l'énergie élastique – théorèmes de Betti-Rayleigh, Maxwell, Castigliano et Menabrea – application aux systèmes statiques et hyperstatiques.
- Flambage élastique des poutres droites :** notion d'instabilité – cas fondamental et dérivés du flambage d'une poutre – flambement d'Euler – méthode approchée de Timoshenko.
- Théorie de l'état de contrainte :** théorème de Cauchy – matrice des contraintes – tricercles de Mohr – états limites, coefficient de sécurité et contrainte de comparaison – critères de rupture de Tresca, Mohr-Coulomb et von Mises.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> ex cathedra avec exercices hebdomadaires	<b>FORME DU CONTROLE:</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> cours polycopié et fascicules divers	
<b>LIAISON AVEC AUTRES COURS:</b>	
<i>Préalable requis:</i> Analyse, Algèbre linéaire, Métaux et alliages	
<i>Préparation pour:</i> Méthodes de conception mécanique et assemblage, Mécanique vibratoire, Simulation numérique A, Mécanique des solides, Mécanique des milieux continus	

**Titre: INTRODUCTION A LA SCIENCE DES MATERIAUX****Enseignant: Wilfried KURZ, professeur EPFL/DMX**

<i>Section(s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales</i>	<i>42</i>
Génie mécanique + ETS	1	X			<i>Par semaine</i>	3
Microtechnique + ETS	1	X			<i>Cours</i>	2
Matériaux	1	X			<i>Exercices</i>	1
					<i>Pratique</i>	

**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****PROPRIETES MECANIQUES D'UN METAL PUR : Déformation élastique; déformation plastique; durcissement par les défauts cristallins****ALLIAGES : Phases; diagrammes d'équilibre****TRANSFORMATIONS DE PHASE : Germination et croissance; microstructure des alliages****PROPRIETES MECANIQUES DES ALLIAGES : Durcissement par la présence de phase; rupture****POLYMERES : Quelques aspects de la structure des polymères et de leurs propriétés****CERAMIQUES : Quelques aspects de la structure des céramiques et de leurs propriétés****FORME DE L'ENSEIGNEMENT:** Ex cathedra avec démonstrations.  
Séances d'exercices.**FORME DU CONTROLE:** écrit**BIBLIOGRAPHIE:** Introduction à la science des matériaux :J.-P. Mercier, G. Zambelli, W. Kurz,  
PPUR, Lausanne, 3<sup>ème</sup> éd. 1999**liaison avec autres cours:***réalable requis:**réparation pour:* Métallurgie générale

**Titre: METAUX ET ALLIAGES****Enseignant: Andreas MORTENSEN, professeur EPFL/DMX, TP : Hans-U.KUENZI, privat-docent**

<i>Section(s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales</i>	<i>56</i>
Génie mécanique	2	X			<i>Par semaine</i>	<i>4</i>
Matériaux	2	X			<i>Cours</i>	<i>3</i>
					<i>Exercices</i>	
					<i>Pratique</i>	<i>1</i>

**OBJECTIFS**

Ce cours constitue une introduction aux matériaux métalliques utilisés par l'ingénieur, et aux principes qui régissent les liens entre leur élaboration, leur microstructure et leurs propriétés mécaniques. Ces liens, et leurs principes généraux, sont introduits en utilisant les trois métaux principaux comme véhicules : l'aluminium, le cuivre et le fer. Ce cours cherche en particulier à établir le lien entre les connaissances générales acquises en Introduction à la Science des Matériaux au semestre précédent et le monde de l'ingénieur.

Les travaux pratiques servent à mettre en évidence l'effet des traitements thermiques et le comportement des métaux et alliages sous différentes sollicitations mécaniques.

**CONTENU**

- Bref aperçu historique de la métallurgie, les métaux purs, facteurs économiques.
- L'aluminium et ses alliages. Propriétés générales et utilisation, extraction et production. Le système binaire Al-Cu : diagrammes de phase, solidification, diagrammes TTT, précipitation, durcissement structural. Le système binaire Al-Mg : durcissement par solution solide et par écrouissage. Le système binaire Al-Si : coulabilité, moulage. Les alliages d'aluminium : familles, désignation.
- Le cuivre et ses alliages. Propriétés générales et utilisation, extraction et production. Le cuivre non, ou faiblement allié. Les laitons. Les bronzes. Les autres alliages du cuivre.
- Le fer et les aciers. Propriétés générales, production de la fonte et de l'acier. Propriétés en traction des aciers : influence des intersticiels. Résilience.
- Les transformations du système fer-carbone. Diagrammes d'équilibre, la transformation martensitique. Diagrammes TTT, diagrammes TRC. Influence des éléments d'alliage. Traitement thermique des aciers, trempabilité. Traitements superficiels.
- Les grandes familles d'alliages du fer : les aciers non alliés à faible teneur en carbone, les aciers trempables, les aciers microalliés, les aciers inoxydables, les aciers à outils, les fontes.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT:** Ex cathedra**BIBLIOGRAPHIE:** Livre (Barralis et Maeder, Précis de Métallurgie, AFNOR-Nathan)**LIAISON AVEC AUTRES COURS:***Préalable requis:* Introduction à la science des matériaux*Préparation pour:***FORME DU CONTROLE:** écrit

**Titre: FORMAGE DES MATERIAUX****Enseignant: Eberhard BLANK, chargé de cours EPFL/DMX**

<i>Section(s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales</i>	<i>28</i>
Génie mécanique	4	X			<i>Par semaine</i>	<i>2</i>
Matériaux	2	X			<i>Cours</i>	<i>2</i>
					<i>Exercices</i>	
					<i>Pratique</i>	

**OBJECTIFS**

Connaître les technologies de mise en forme des pièces métalliques : Fonderie, métallurgie des poudres, formage mécanique ; l'usinage ne faisant pas partie de ce cours. Situer les différentes techniques dans le contexte de la fabrication industrielle. Développer la capacité de choisir la voie de fabrication selon les données techniques et économiques.

**CONTENU**

- . Fabrication industrielle : Caractéristiques, objectifs, critères.
- . Fonderie : Moules non-permanents (moulage en sable manuel et mécanisé ; modèles ; noyaux ; moulage en mottes, en carapaces, en fosse, à la cire perdue)
- . Fonderie : Fondement théorique (bilan énergétique, règle de Chvorinov, coulabilité, retassures et retrait, contraintes internes)
- . Fonderie : Alliages et microstructures
- . Fonderie : Moules permanents (coquilles ; coulée sous gravité, à basse pression, sous pression ; moulage par centrifugation)
- . Fonderie : Demi-produits (coulée continue des alliages de fer, aluminium et cuivre) ; solidification rapide
- . Métallurgie des poudres : Principes, étapes de production, base théorique, applications
- . Métallurgie des poudres : Métaux durs et cermets, moulage par injection de poudres (MIP)
- . Formage par déformation plastique : Principes de mise en forme, fondements théoriques (taux de déformation, contrainte, déformation à froid et à chaud, critères de plasticité de Tresca et von Mises, déformation des matériaux par des filières)
- . Formage par déformation plastique : Etirage, tréfilage, filage, fluotournage, forgeage, laminage ; friction ; effet de forme des outils ; efficacité des différentes techniques.
- . Formage par déformation plastique : Travail des métaux en feuilles (pliage, emboutissage, découpage, opérations combinées ; production à grande échelle)

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT:** Ex cathedra avec projections**BIBLIOGRAPHIE:** Notes polycopierées**MAISON AVEC AUTRES COURS:***Salable requis:* a) Introduction à la science des matériaux

b) Métaux et alliages

*éparation pour:***FORME DU CONTROLE:** écrit

**Titre: PROCÉDES DE PRODUCTION****Enseignant: Rémy GLARDON, professeur EPFL/DGM**

<i>Section(s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales</i>	28
Génie mécanique	4	X			<i>Par semaine</i>	2
					<i>Cours</i>	2
					<i>Exercices</i>	
					<i>Pratique</i>	

**OBJECTIFS**

L'étudiant devra

- posséder une vue d'ensemble des principaux procédés de production
- connaître les caractéristiques et les limites des procédés les plus courants
- comprendre la relation étroite entre conception du produit, choix des matériaux et le choix des procédés de production
- comprendre les principes physiques des principaux procédés.

**CONTENU**

1. Introduction : terminologie, rôle économique de la production, situation des entreprises industrielles, rôle de l'ingénieur EPF, la production dans l'entreprise.
2. Rappel concernant le comportement des matériaux : cycle de vie et développement durable, les familles de matériaux, comportement et propriétés mécaniques, énergie de déformation et chaleur.
3. Phénomène de coupe: modèle géométrique, modèle physique, aspects dynamiques, aspects thermiques, état de surface "usinabilité".
4. Procédés d'usinage "conventionnels" : outils de coupe, fluide de coupe, procédés d'usinage pour géométries cylindriques, procédés d'usinage pour autres géométries, procédés d'usinage par abrasion.
5. Procédés d'usinage "non-conventionnels" : classification, procédés "mécaniques", procédés "chimiques", procédés "électriques", procédés "thermiques".
6. Procédés d'injection : caractéristiques générales, matériaux les plus utilisés, machines d'injection des plastiques, moules et outillage, phénomènes principaux, injection des matériaux métalliques.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT:** Ex cathedra, vidéos, présentation par les étudiants**BIBLIOGRAPHIE:** Polycopié, documents préparés par les étudiants**LIAISON AVEC AUTRES COURS:** complémentaire au cours de Formage des matériaux**Préalable requis:** Introduction à la science des matériaux, Mécanique des milieux continus**Préparation pour:****FORME DU CONTROLE:** écrit

**Titre:** INTRODUCTION AU GENIE MECANIQUE I

**Enseignant:** Daniel KREMER, Ian STROUD, Claude RAMSEYER, chargés de cours EPFL-DGM

Section(s)	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales:	28
Génie Mécanique	1	X			Par semaine:	2
					Cours:	1
					Exercices:	
					Pratique:	1

## OBJECTIFS

- Se former une vision motivante et pluridisciplinaire du métier d'ingénieur mécanicien.
- Acquérir une "culture" élémentaire en mécanique et en productique.
- Comprendre la méthode scientifique de conception.
- Apprendre la représentation graphique technique et en comprendre la signification.

## CONTENU

- L'industrie de la mécanique et ses produits, Etude d'un produit de la mécanique:
  - fonction et structure des systèmes mécaniques,
  - mouvement, effort, énergie,
  - les sciences de base appliquées à la conception mécanique.
- Notions élémentaires sur les procédés de fabrication et les matériaux.
- Représentation graphique technique, infographie:
  - géométrie descriptive et projections,
  - dimensions, tolérances,
  - lecture de dessin, représentation symbolique des éléments mécaniques
  - modélisation 3D, introduction à Ideas Drafting Masters
- Introduction à la conception scientifique:
  - cahier des charges,
  - analyse/synthèse,
  - ingénierie simultanée et cycle de vie du produit.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT:** en alternance, cours ex cathédra, nombreux exercices/projets en salle de CAO.

**BIBLIOGRAPHIE:** Polycopiés de cours D. Kremer. Ouvrages de référence disponibles à la bibliothèque centrale.

**ENSM :** Extrait de normes pour Ecoles Techniques, 7<sup>ème</sup> édition, 1997

## MAISON AVEC AUTRES COURS:

**Préalable requis:** Notions de géométrie et d'informatique

**Préparation pour:** Introduction au génie mécanique II. Méthodes de conception mécanique et assemblage

## FORME DU CONTROLE:

exercices / projets notés

<b>Titre:</b> INTRODUCTION AU GENIE MECANIQUE II					
<b>Enseignant:</b> Daniel KREMER, Ian STROUD, Claude RAMSEYER, chargés de cours EPFL/DGM					
<i>Section(s)</i> Génie Mécanique	<i>Semestre</i> 2	<i>Oblig.</i> X	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 42 <i>Par semaine:</i> 3 <i>Cours:</i> 1 <i>Exercices:</i> <i>Pratique:</i> 2

**OBJECTIFS**

Acquérir une connaissance:

- des disciplines de bases et des méthodes sur lesquelles se fonde la conception des systèmes mécaniques;
- des éléments qui composent les systèmes mécaniques;
- des aspects technologiques permettant la réalisation de ces systèmes.

**CONTENU**

- Introduction à l'étude du comportement des systèmes mécaniques:
  - Cinématique, statique, dynamique, thermique.
  - Régime de fonctionnement, rendement, réversibilité, stabilité.
  - Modélisation, analyse et expérimentation.
  - Concepts de dimensionnement.
- Eléments des systèmes mécaniques, principe et conditions de fonctionnement:
  - Organes moteurs (électrique, thermique, hydraulique).
  - Organes de transmission.
  - Eléments de guidage, frottement et lubrification.
  - Eléments et méthodes d'assemblage.
- Projet:
  - Analyse fonctionnelle d'un système mécanique.
  - Conception d'un mécanisme simple.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> en alternance, cours ex cathédra, exercices/projet en salle. <b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Polycopiés de cours D. Kremer. Ouvrages de référence disponibles à la bibliothèque centrale. VSM : Extrait de normes pour Ecoles Techniques, 7 <sup>ème</sup> édition, 1997	<b>FORME DU CONTROLE:</b> exercices / projets notés
<b>LIAISON AVEC AUTRES COURS:</b> <i>Préalable requis:</i> Notions de géométrie et d'informatique <i>Préparation pour:</i> Méthodes de conception mécanique et assemblage	

**Titre: INTRODUCTION A LA CFAO**

**Enseignant: Paul XIROUCHAKIS, professeur EPFL/DGM**

Section(s)	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales	28
Génie mécanique	3	X			Par semaine	2
					Cours	1
					Exercices	
					Pratique	1

## OJECTIFS

Quand un étudiant a complété ce cours, il sera capable de :

- (i) comprendre les méthodes de base pour la création des courbes sur l'ordinateur (courbes de Bézier, Splines et interpolation Hermite), (ii) comprendre les propriétés de base et le comportement de courbes représentées sur ordinateur les plus utilisées,
- (iii) comprendre des méthodes de représentation des solides en trois dimensions assistée par ordinateur et des algorithmes de base pour la manipulation et la modification des solides et (iv) développer des stratégies pour la représentation et modification des pièces mécaniques sur ordinateur.

## CONTENU

Introduction à la CFAO (Conception et Fabrication Assistée par Ordinateur)

Représentation paramétrique des courbes et continuité paramétrique

Courbes des Bézier et leurs propriétés géométriques

Convex Hull, Invariance Affine, Precision Lineaire

Interpolation Hermite et Spline

Analyse de la qualité d'une courbe spline

Parameterisation d'une spline

Principes fondamentaux de la modélisation des solides

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT:** cours, exercices et projets

**BIBLIOGRAPHIE:** polycopié et références du cours

**LIAISON AVEC AUTRES COURS:**

*réalisable requis:* Géométrie, Introduction au génie mécanique

*préparation pour:* Méthodes de Conception et Assemblage, Systèmes CAO et Systèmes FAO

**FORME DU CONTROLE:** examen oral

<b>Titre:</b> METHODES DE CONCEPTION ET PRODUCTION	<b>Title:</b> MACHINE DESIGN AND PRODUCTION				
<b>Enseignant:</b> Jacques GIOVANOLA, Paul XIROUCHAKIS, professeurs EPFL/DGM	-				
<b>Section(s)</b> Génie mécanique	<b>Semestre</b> 4	<b>Oblig.</b> X	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales:</b> 56 <b>Par semaine:</b> 4 <b>Cours:</b> 4 <b>Exercices :</b> <b>Pratique:</b>

## OBJECTIFS

Ce cours vise à apprendre aux étudiants une méthode scientifique de conception basée sur l'utilisation complémentaire de l'analyse et de la synthèse. A la fin du cours, les étudiants devraient pouvoir concevoir et évaluer des mécanismes simples qui satisfont à toutes les spécifications du cahier des charges ayant trait à leurs comportements cinématique et statique.

## CONTENU

- **Rappels:** méthode de conception scientifique et l'analyse des systèmes.
- **Notions de cinématique:** modélisation cinématique, liaisons normalisées, mobilité, analyse et synthèse de mécanismes à quatre barres.
- **Analyse des efforts statiques:** isostatisme et hyperstatisme, transmission des efforts, frottement sec, principes constructifs généraux, synthèse d'organes de transmission.
- **Rigidité et précontrainte:** concept de rigidité, calcul et combinaison des rigidités, rigidités d'éléments mécaniques, concept et diagramme de précontrainte, application aux assemblages vissés et aux paliers à corps roulants, influence des rigidités sur la répartition des efforts.
- **Dimensionnement statique:** notions d'endommagement, fatigue, critères de dimensionnement.

## OBJECTIVES

The aim of the course is to teach students a scientific design method based on the complementary use of analysis and synthesis. At the end of the course, students should be able to design and evaluate simple mechanisms satisfying all the kinematic and static requirements of the list of specifications.

## CONTENT

- **Review:** scientific design method and systems analysis
- **Introduction to kinematics:** kinematic modeling, normalized joints, mobility, analysis and synthesis of four-bar mechanisms.
- **Static force analysis:** isostatic and hyperstatic systems, force transfer, dry friction, general design principles, design of elements of mechanical transmissions.
- **Stiffness and pre-load:** concept of stiffness, evaluation and combination of stiffnesses, rigidity of mechanical elements, pre-load concept and diagram, application to bolted assemblies and ball and roller bearings, influence of stiffnesses on load distribution,
- **Static dimensioning:** damage mechanisms, fatigue, dimensioning criteria.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT:** en alternance, cours ex cathédra, nombreux exercices/projets en salle.

## BIBLIOGRAPHIE:

1. Documents de cours polycopiés.
2. Y. Bremont et P. Reocreux, « Mécanique 1 & 2, mécanique du solide indéformable, cinématique & statique », Ellipses/Editions Marketing SA, Paris 1995.
3. M. Aublin et al. « Systèmes mécaniques Théorie et dimensionnement », Dunod, 1998
4. R. L. Norton « Machine Design, an Integrated Approach, » Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ, 1998.
5. R. L Norton, « Design of Machinery: an Introduction to the Synthesis and Analysis of Mechanisms and Machines » 2<sup>d</sup> Edition, WCB/McGraw-Hil, Boston, 1999.
6. G. Spinnler, « Conception des machines, principes et applications, volume 1 », Presses polytechniques et universitaires romandes, 1997.

**LIAISON AVEC AUTRES COURS:** Ce cours applique ou fait référence aux connaissances apprises en parallèle dans les cours de mécanique des structures, mise en forme des matériaux et méthodes de production.

**Préalable requis:** mécanique générale, introduction à la science des matériaux, métaux et alliages.

**Préparation pour:** Méthodes de conception mécanique et assemblage

## SESSION D'EXAMEN:

branche de semestre Propé II

## FORME DU CONTROLE:

exercices – examen oral

<b>Titre : SYSTEMES DYNAMIQUES</b>					
<b>Enseignant: Dominique BONVIN, professeur EPFL/DGM</b>					
Section(s)	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 42
GENIE MECANIQUE.....	4	<input checked="" type="checkbox"/> x	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Par semaine: 3
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Cours 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Exercices 1
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Pratique

**OBJECTIFS**

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

**CONTENU****I. Modélisation physique**

- Notions de processus, de système, de modèle
- Systèmes dynamiques
- Représentation par variables d'état
- Exemples mécaniques, électriques, thermiques, fluidiques

**II. Systèmes linéaires**

- Linéarisation
- Convolution
- Représentation entrée - sortie

**III. Fonction de transfert**

- Transformation de Laplace
- Concept de fonction de transfert
- Pôles et zéros

**IV. Analyse de systèmes dynamiques linéaires**

- Réponse temporelle
- Réponse fréquentielle
- Diagrammes de Bode et de Nyquist

<b>ORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Cours avec exercices, exemples et démonstrations sur des systèmes réels.	<b>FORME DU CONTROLE:</b>	écrit
<b>IBLIOGRAPHIE:</b>	Cours polycopié "Systèmes dynamiques"		
<b>IAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>			
<i>réalable requis:</i>			
<i>réparation pour:</i>	Automatique I et II		

**Titre: GOUVERNANCE, NOUVELLES TECHNOLOGIES, SOCIETE DE L'INFORMATION**

*Cours introductif faisant partie des Dominantes Technologie et Mondialisation - Territoire, Environnement construit et Société*

**Enseignant:** Michel BASSAND, prof. EPFL/DA, Francis-Luc PERRET, professeur EPFL/DGC, Pierre ROSSEL, chargé de cours EPFL/DA

<i>Section(s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales</i>	<i>28</i>
Génie mécanique	1	X			<i>Par semaine</i>	<i>2</i>
					<i>Cours</i>	<i>2</i>
					<i>Exercices</i>	
					<i>Pratique</i>	

**OBJECTIFS**

Familiariser les étudiants avec des thématiques-clés du développement de la société de l'information, sous un angle interdisciplinaire. Outre les enseignants susmentionnés, plusieurs chercheurs viendront également apporter leur contribution à l'enseignement, dans l'idée de constituer une palette significative des registres, enjeux et problèmes propres à cette société de l'information.

**CONTENU**

- La société de l'information
- La notion d'acteur
- La gouvernance
- Les politiques publiques et les partenariats publics-privés
- Les technologies de réseau
- Le rôle des technologies de l'information
- La gouvernance des technologies de l'information dans une société de réseau
- Les impacts territoriaux des technologies de l'information
- Les processus de métropolisation
- Le management de projets complexes, avec les exemples de Swissmetro, l'axe Lyon-Turin et d'autres
- Expertise et société
- Le management des savoirs (enseignement collectif)

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT:** Cours ex cathedra et situations interactives, dans la mesure du possible.

**BIBLIOGRAPHIE:** Donnée à chaque séance (et thématique abordée)

**LIAISON AVEC AUTRES COURS:**

*Préalable requis:*

*Préparation pour:*

**FORME DU CONTROLE:**

Evaluation de connaissances lors de la dernière séance

**itre: ECOLOGIE ET MANAGEMENT ENVIRONNEMENTAL****enseignant: Dominique ROSSEL, chargé de cours EPFL/STS**

<i>ection(s)</i> énie mécanique	<i>Semestre</i> 2	<i>Oblig.</i> X	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales</i> 28
					<i>Par semaine</i> 2
					<i>Cours</i> 2
					<i>Exercices</i>
					<i>Pratique</i>

**JECTIFS**

comprendre les principes, structures et exigences d'un système de management environnemental selon la norme ISO 14001 ainsi que ses liens avec un système de management Qualité selon ISO 9001 : 2000.

re capable d'évaluer les principaux impacts environnementaux d'une entreprise ou d'un projet ainsi que les mesures techniques et organisationnelles pour les prévenir, les limiter ou les maîtriser.

avoir évaluer les motivations d'une entreprise à mettre en place des démarches de management environnemental.

rmettre aux participants d'intégrer la dimension environnementale dans leur vie professionnelle.

**ONTENU****oc 1. Management environnemental**

management environnemental en entreprise/de projets (ISO 14001). Principes d'un système de management environnemental (ME), référentiels, enjeux économiques et écologiques, liens avec la Qualité (ISO 9000), exigences selon ISO 14001. Proche processus. Modalités de mise en œuvre. Études de cas réels.

dre légal environnemental. Principes et état de la situation de la législation environnementale en Suisse et en Europe.

**oc 2. Impacts écotoxicologiques et écologiques**

s chapitres choisis de l'impact des activités humaines seront traités sur la base d'études de cas de management environnemental:

toxicologie : catégories de polluants, impacts écotoxicologiques, évaluation du risque, gestion des produits toxiques.

ologie du paysage rural : rôles et importance des milieux naturels, diversité écologique, utilisation du territoire et milieux ruraux.

ir intégration dans un système de management environnemental sera discutée.

**RME DE L'ENSEIGNEMENT:** Cours, études de cas traitées commun (exercices, ateliers).

**BIOGRAPHIE:****ISON AVEC AUTRES COURS:**

*able requis:*

*paration pour:*

**FORME DU CONTROLE:**

continu - écrit

**Titre:** NEGOCIATION

**Enseignant:** Henri-Jean TOLONE, chargé de cours EPFL/STS

Section(s)	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales	28
Génie mécanique	3	X			Par semaine	2
					Cours	2
					Exercices	
					Pratique	

### OJECTIFS

Donner aux futurs ingénieurs les principes et les outils opérationnels de la Négociation professionnelle.

Développer le savoir-faire de la relation professionnelle via le processus de la négociation.

### CONTENU

- Le comportement spontané face au problème
- Le choix de négocier
- Savoir fixer un objectif
- Savoir expliciter des composantes
- Fixer des valeurs
- Savoir rencontrer l'autre
- Prendre un break
- Construire une offre
- Savoir ajuster l'offre
- Savoir conclure

*Remarques : cours réservé au Génie mécanique – nombre maximum d'étudiants : 30 pour chaque demi-classe (une semaine sur deux)*

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT:** Ex cathedra, exposés, débats, travaux dirigés, exercices.

**BIBLIOGRAPHIE:** En fin de cours.

**LIAISON AVEC AUTRES COURS:**

*Préalable requis:*

*Préparation pour:*

**FORME DU CONTROLE:** continu

<b>Titre: SCIENCES DU VIVANT</b>	<b>Title: LIFE SCIENCES</b>				
<b>Enseignant: Ruth FREITAG, professeure EPFL/DC</b>					
<i>Section(s)</i> Génie mécanique	<i>Semestre</i> 6	<i>Oblig.</i> X	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales</i> 42 <i>Par semaine</i> 3 <i>Cour</i> 2 <i>Exercices</i> 1 <i>Pratique</i>

**OJECTIF**

Acquérir une bonne compréhension des principes, systèmes et fonctions biologiques de base ainsi que leur importance pour les sciences de l'ingénieur en général et pour la biomécanique en particulier.

**OBJECTIVE**

Acquiring a good understanding of the most fundamental biological principles, systems and functions and their relevance for the engineering sciences in general and biomechanics in particular.

**CONTENU**

- Structure et conformation des macromolécules biologiques; logique moléculaire de la vie.
- Régulation et contrôle des systèmes et réactions biologiques; mécanisme membranaire.
- Structure, activité et régulation des gènes et génomes.
- Cellules et tissus.
- Immunologie et biocompatibilité.
- Méthodes expérimentales pour la biologie et la biochimie moléculaires.
- Recherche bibliographique.

**CONTENT**

- The structure and conformation of biological macromolecules; the molecular logic of life.
- Regulation and control of biological systems and reactions;membrane processes..
- Structure, activity and control of genes and genoms.
- Cells and tissues.
- Immunology and biocompatibility.
- Experimental methods in molecular biology and biochemistry.
- Literature project.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT:** ex cathedra, comprenant exercices et étude de cas. Le cours est donné en anglais.

**NOMBRE DE CREDITS:** 3

**BIBLIOGRAPHIE:** B. Alberts et al: Molecular Biology of the cell, L. Stryer: Biochemistry

**SESSION D'EXAMEN:** été

**LIAISON AVEC AUTRES COURS:**

**FORME DU CONTROLE:** examen écrit

*Préalable requis :* Chimie appliquée

*Préparation pour:* Biomécanique

<b>Titre: MACHINES ET INSTALLATIONS ELECTRIQUES</b>	<b>Title: ELECTRICAL MACHINES AND EQUIPMENTS</b>				
<b>Enseignant: Jean-Jacques SIMOND, professeur EPFL/DE</b>					
<i>Section(s)</i> Génie mécanique	<i>Semestre</i> 5	<i>Oblig.</i> X	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales</i> 56 <i>Par semaine</i> 4 <i>Cours</i> 2 <i>Exercices</i> 1 <i>Pratique</i> 1

**OBJECTIF :** L'étudiant acquiert les connaissances de base relatives aux circuits magnétiques et électriques ainsi qu'aux phénomènes liés à la conversion électromécanique dans les machines électriques les plus courantes en alimentation à partir du réseau triphasé. Il est capable de choisir un entraînement électrique de puissance à partir des caractéristiques externes.

#### CONTENU

1. **Généralités** : Matériaux constitutifs des machines électriques, rappel des lois fondamentales, bilan énergétique et conversion d'énergie électromécanique.
  2. **Transformateur** : Constitution, morphologie, équations et diagrammes, schémas équivalents, régimes particuliers, marche en parallèle, indice horaire.
  3. **Machines tournantes triphasées** : Généralités, type d'enroulements, solénations pulsantes et tournantes, tension induite, réactances.
  4. **Moteur asynchrone** : Constitution, principe de fonctionnement, équations et diagrammes, schéma équivalent, caractéristiques de couple et de courant, modes de démarrage, réglage de la vitesse.
  5. **Machine synchrone** : Constitution, principe de fonctionnement, machines à rotor lisse et à pôles saillants non saturées, équations et diagrammes de tension et de puissance.
  6. **Machine à courant continu** : Constitution, principe de fonctionnement, équations fondamentales, modes de couplage de l'excitation, caractéristiques, réglage de la vitesse.
  7. **Eléments d'inst.électriques** : Chapitres choisis
- Laboratoire de machines et installations électriques** (4 séances de 4 heures) : Mesures électriques, machines synchrones, mesures à vide et en court-circuit, détermination des schémas équivalents, démarrage, fonctionnements en moteur et en génératrice.

**OBJECTIVE :** The student gets the basic knowledge relative to the magnetic and electrical circuits as well as the electromechanical energy conversion phenomena of the conventional electrical machines. He will be able to choose a power drive system based on external characteristics.

#### CONTENT

1. **Generalities** : Constituent materials of electrical machines, basic laws, energy balance and conversion of electromechanical energy.
2. **Transformer** : Constitution, physical description, equations and diagrams, equivalent circuits, special modes of operation, parallel operation, phasor group.
3. **Rotating machines** : Generalities, winding types, pulsating and rotating magneto-motive forces, induced voltage, reactances.
4. **Induction motor** : Constitution, principle of operation, equations and diagrams, equivalent circuits, torque and current characteristics, starting modes, speed control.
5. **Synchronous machine** : Constitution, principle of operation, cylindrical and salient-pole unsaturated synchronous machines, equations and steady-state vector diagrams.
6. **Direct-current machine** : Constitution, principle of operation, basic equations, connection modes of the excitation, speed control.

#### 7. Electrical equipment : Specified chapters

**Laboratory** (4 half days) : Electrical measurements, synchronous and asynchronous machines, no-load- and short-circuit tests, determination of the equivalent circuits, starting-up, motor- and generator operation.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra, démonstrations et exercices.	<b>NOMBRE DE CREDITS:</b> 4
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Polycopié Machines & Inst. Electriques, cours pour ingénieurs mécaniciens	<b>SESSION D'EXAMEN:</b> printemps
<b>LIAISON AVEC AUTRES COURS:</b> <i>Préalable requis:</i> Electrotechnique <i>Préparation pour:</i> Production d'énergie électrique, Mécatronique	<b>FORME DU CONTROLE:</b> oral

<b>Titre: ELECTRONIQUE</b>	<b>Title: ELECTRONIC</b>					
<b>Enseignant: Maher KAYAL, professeur EPFL/DE</b>						
<i>Section(s)</i> Génie mécanique	<i>Semestre</i> 6	<i>Oblig.</i> X	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales</i> 42	<i>Par semaine</i> 3

**OBJECTIF**

A la fin du cours, l'étudiant sera capable de comprendre et de concevoir correctement les principaux circuits électroniques de base. Cet objectif s'appuie sur une connaissance fondamentale des composants électroniques modernes et la maîtrise de leur mise en oeuvre dans les circuits.

**OBJECTIVE**

At the end of the course, the student will be able to understand and design basic electronic circuits. This objective takes advantage of an in-depth knowledge of modern electronic components and their applications.

**CONTENU****Cours**

1. Circuits passifs linéaires
2. Circuits passifs non-linéaires
3. Amplificateur opérationnel en contre-réaction
4. Amplificateur opérationnel en réaction positive
5. Applications de l'amplificateur opérationnel
6. Bascules
7. Oscillateurs

**CONTENT****Courses**

1. Linear passive circuits
2. Non-linear passive circuits
3. Op.-Amp. with negative feed-back
4. Op.-Amp. with positive feed-back
5. Op.-Amp. applications
6. Triggers and timers
7. Oscillators

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT:** cours ex cathedra avec exemples pratiques et exercices dirigés en salle.

**NOMBRE DE CREDITS:** 3

**BIBLIOGRAPHIE:** notes de cours polycopiées

**SESSION D'EXAMEN:** été

**LIAISON AVEC AUTRES COURS:**

**FORME DU CONTROLE:** écrit

*Préalable requis:* Electrotechnique

*préparation pour:*

<b>Titre:</b> MECANIQUE DES FLUIDES INCOMPRESSIBLES	<b>Title:</b> INCOMPRESSIBLE FLUID MECHANICS				
<b>Enseignant:</b> Michel DEVILLE, professeur EPFL/DGM					
<i>Section(s)</i> Génie mécanique	<i>Semestre</i> 5	<i>Oblig.</i> X	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales</i> 56 <i>Par semaine</i> 4 <i>Cours</i> 3 <i>Exercices</i> 1 <i>Pratique</i>

**OBJECTIF**

Etre capable d'élaborer, d'utiliser et d'appliquer les lois fondamentales de la Mécanique des fluides aux problèmes d'écoulements incompressibles non-visqueux et visqueux. Appréciation des possibilités d'application de la théorie et de ses limitations.

**CONTENU**

**Application des lois de la mécanique des fluides à des problèmes type:** utilisation de la conservation de masse et quantité de mouvement en forme intégrale et différentielle, combiné avec l'équation de Bernoulli et les «lois de tourbillons», pour l'analyse d'écoulements type, p. ex. buses, coudes etc. Revue de solutions exactes et discussion d'approximations et de simplifications standard.

**Applications de la théorie des écoulements potentiels:** Théorie des profils - portance et traînée - l'aile tridimensionnelle - écoulement instationnaire - masse ajoutée.

**Eléments de la théorie des couches limites:** L'équation simplifiée de couches limites en forme différentielle et intégrale (équ. de von Karman) - la couche limite laminaire de Blasius sur une plaque plane et celle de Falkner-Skan - méthodes approximatives pour le calcul de couches limites - transition - équation moyennée de Reynolds pour un écoulement turbulent - application aux couches limites turbulentes - modélisation des contraintes de Reynolds turbulentes.

**OBJECTIVE**

Acquiring the capability of deriving, using and applying the fundamental laws of fluid mechanics to problems of inviscid and viscous incompressible flow. Appreciation of the possible applications of the theory and its limitations.

**CONTENT**

**Application of the laws of fluid mechanics to standard problems:** use of the conservation of mass and momentum in integral and differential form, combined with Bernoulli's equation and the vorticity laws, for the analysis of simple standard flows such as nozzles, elbows, etc. Review of exact solutions and discussion of standard approximations and simplifications.

**Applications of potential flow theory:** Theory of airfoils - lift and drag - the three-dimensional wing - unsteady potential flows - added mass.

**Elements of boundary layer theory:** The simplified boundary layer equation in differential and integral form (von Karman equ.) - the laminar Blasius boundary layer on a flat plate and the Falkner-Skan boundary layer - approximate methods for boundary layer calculations - transition - Reynolds averaged equations for turbulent flow - application to turbulent boundary layers - modelling of the turbulent Reynolds stresses.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra avec exercices hebdomadaires	<b>NOMBRE DE CREDITS:</b> 4
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> I.L. Ryhming: Dynamique des Fluides, éd. PPR, Lausanne 1991	<b>SESSION D'EXAMEN:</b> printemps
<b>LIAISON AVEC AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTROLE:</b> examen oral
<i>Préalable requis:</i> Mécanique des milieux continus <i>Préparation pour:</i> div. cours à option	

<b>Titre:</b> MECANIQUE VIBRATOIRE	<b>Title:</b> MECHANICAL VIBRATIONS					
<b>Enseignant:</b> Thomas GMÜR, chargé de cours EPFL/DGM						
<i>Section(s)</i> Génie mécanique	<i>Semestre</i> 5	<i>Oblig.</i> X	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 56	<i>Par semaine</i> 4

**OBJECTIFS**

Modélisation et analyse des systèmes discrets linéaires, dissipatifs, avec modes réels et modes complexes. Etude de leur comportement en régimes libre et forcé. Modélisation et analyse des systèmes continus. Introduction aux systèmes non linéaires et à caractéristiques variables.

**CONTENU****1. L'oscillateur élémentaire**

Généralités et définitions. Régimes libre, forcé et permanent. Considérations énergétiques. Admittances complexe, opérationnelle et temporelle. Réponse complexe en fréquence. Exemples d'application.

**2. L'oscillateur à deux degrés de liberté**

Etude du régime libre et du couplage. Fréquence de la fondamentale par la méthode de Rayleigh. Exemples.

**3. L'oscillateur généralisé**

Formes quadratiques des énergies. Matrices de rigidité et des masses. Solution générale du régime libre. Coordonnées normales. Quotient de Rayleigh. Fonction de dissipation et matrice des pertes. Condition de Caughey. Exemples d'application.

**4. Systèmes continus du deuxième ordre**

Équations de d'Alembert pour les vibrations latérales des cordes, les vibrations longitudinales dans les barres et les vibrations de torsion. Équation des vibrations de flexion des poutres. Solution par séparation des variables. Méthodes approchées de Rayleigh. Théorème du minimum. Exemples d'application.

**5. Oscillateur élémentaire non linéaire**

Causes des non-linéarités. Équation de Duffing. Étude de quelques cas particuliers de non-linéarités et de quelques méthodes d'intégration. Exemples d'application.

**6. Systèmes à caractéristiques variables**

Vibrations paramétriques. Équation de Mathieu-Hill. Conditions de stabilité.

**OBJECTIVES**

Modeling and analysis of discrete, linear, damped, mechanical vibration systems with real and complex modes. Study of their behaviour in free and forced motion. Modeling and analysis of continuous systems. Introduction to nonlinear vibrations and to systems with variable characteristics.

**CONTENT****1. Single degree of freedom oscillator**

Generalities and definitions. Free, harmonic and forced motions. Energy considerations. Complex, operational and temporal admittance. Complex response function. Examples.

**2. Two degrees of freedom oscillator**

Coupled and uncoupled motions. Rayleigh method for the first natural frequency. Examples.

**3. Multi-degree of freedom oscillator**

Quadratic forms of the energies. Mass and stiffness matrices. General solution of the free vibration problem. Normal co-ordinates. Rayleigh quotient. Dissipation function and damping matrix. Caughey condition. Examples.

**4. Vibrations of continuous systems**

Differential equations for transverse vibrations in wires, longitudinal vibrations in bars and torsional vibrations of shafts. Equation of motion for bending vibrations of beams. Solution by separation of variables. Approximate methods of Rayleigh. Theorem of the minimum. Examples.

**5. Elementary nonlinear oscillator**

Sources of nonlinear response. Duffing's equation. Analysis of particular cases. Methods of integration. Examples.

**6. Systems with time dependent characteristics**

Parametric vibrations. Mathieu-Hill equation. Stability conditions.

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

**NOMBRE DE CREDITS:** 4

**BIBLIOGRAPHIE:** Cours polycopiés et livre PPUR (1992)

**SESSION D'EXAMEN:** printemps

**MAISON AVEC AUTRES COURS:**

**FORME DU CONTROLE:** oral

'réalables requis: Mécanique générale, Mécanique des structures

'réparation pour: Mécanique numérique des solides et des structures

<b>Titre:</b> TRANSFERT CHALEUR ET MASSE	<b>Title:</b> HEAT AND MASS TRANSFER				
<b>Enseignants:</b> John R. THOME, professeur EPFL/DGM					
<i>Section(s)</i> Génie mécanique	Semestre 6	Oblig. X	Option	Facult.	<i>Heures totales: 56</i> <i>Par semaine: 4</i> <i>Cours: 3</i> <i>Exercices: 1</i> <i>Pratique:</i>

**OBJECTIFS**

Donner les bases fondamentales des principes du transfert de chaleur par convection, conduction, radiation et transfert de masse, et les méthodes de dimensionnement des échangeurs thermiques.

**CONTENU**

1. Introduction aux modes de transfert de chaleur.  
Conduction, convection, rayonnement
2. Conduction thermique stationnaire unidimensionnelle et bidimensionnelle.
3. Conduction thermique transitoire.
4. Convection thermique pour écoulement externe.
5. Convection thermique pour écoulement interne.
6. Convection naturelle.
7. Rayonnement : corps noirs, corps gris, écrans, facteurs des forme et des surfaces, corps colorés rayonnement solaire et infrarouge, effet de serre.
8. Echangeurs de chaleur : Type d'échangeurs de chaleur, efficacité, méthodes de dimensionnement.
9. Transfert de chaleur et changement de phase : Evaporation et condensation.
10. Transfert de masse dans les mélanges binaires.

**OBJECTIVES**

Provide a fundamental understanding of the principles of heat transfer due to convection, conduction, radiation and mass transfer, and the principles of thermal design of heat exchangers.

**CONTENTS**

1. Introduction, to types of heat transfer.  
Conduction, radiation, convection.
2. One-dimensional, and two dimensional steady state, conductive heat transfer.
3. Transient conductive heat transfer.
4. Convective heat transfer for external flows.
5. Convective heat transfer for internal flows.
6. Natural convection.
7. Radiation : black bodies, grey bodies, screens, form factors of surfaces, coloured bodies, solar and infra-red radiation, greenhouse effect.
8. Heat exchangers : Types of best heat exchangers, efficiency, thermal design methods.
9. Heat transfer with phase change : Evaporation and Condensation.
10. Mass transfer in binary mixtures.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> ex cathedra avec exercices	<b>NOMBRE DE CREDITS:</b> 4
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Fundamentals of Heat and Mass Transfer, 4 <sup>th</sup> Edition, Incroprra and Dewitt, Wiley and Sons	<b>SESSION D'EXAMEN:</b> été
<b>LIAISON AVEC AUTRES COURS:</b> Thermodynamique et Energétique	<b>FORME DU CONTROLE:</b> oral
<i>Préalable requis :</i> Mécanique des fluides incompressibles	
<i>Préparation pour:</i> Ecoulements diphasiques et transfert de chaleur	

<b>Titre:</b> MECANIQUE DES SOLIDES	<b>Title:</b> SOLID MECHANICS					
<b>Enseignant:</b> Alain CURNIER, professeur EPFL/DGM						
<i>Section(s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i>	42
Génie mécanique	6	X			<i>Par semaine:</i>	3
					<i>Cours:</i>	2
					<i>Exercices:</i>	1
					<i>Pratique:</i>	

## **OBJECTIFS**

Etendre des petites aux grandes transformations les principes généraux de la cinématique, de la dynamique et de l'énergétique qui régissent le mouvement des corps solides continus déformables et les lois particulières de l'élasticité, de la viscosité et de la plasticité qui décrivent le comportement des matériaux solides déformables.

## **OBJECTIVES**

Extend from small to large transformations the general principles of kinematics, dynamics and energetics which govern the motion of continuum deformable solid bodies and the particular laws of elasticity, viscosity and plasticity which describe the behaviour of deformable solid materials.

## CONTENU

## I. Principes généraux de la mécanique des corps solides déformables

- Cinématique (géométrie) des grandes transformations
  - Dynamique (statique) en grandes transformations
  - Énergétique (travail) des grandes transformations

## CONTENT

## **1. General principles of the mechanics of deformable solid bodies**

- Large transformations kinematics (geometry)
  - Large transformations dynamics (statics)
  - Large transformations energetics (work)

## 1. Lois particulières de comportement des matériaux solides déformables

- Introduction aux lois de comportement
  - Homogénéité et isotropie
  - Élasticité nonlinéaire en grandes déformations
  - Viscosité nonlinéaire en grands taux de déformations
  - Plasticité en moyennes déformations

## **2. Particular laws of the behaviour of deformable solid materials**

- Introduction to constitutive laws
  - Homogeneity and isotropy
  - Nonlinear elasticity at large strain
  - Nonlinear viscosity at large strain rates
  - Plasticity at moderate strains

Les compléments d'algèbre et d'analyse vectorielle et sensorielle nécessaires sont rappelés aux endroits opportuns.

The necessary complements of vector and tensor algebra and analysis are reviewed where the need arises.

<b>ORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> ex cathedra	<b>NOMBRE DE CREDITS:</b> 3
<b>IBLIOGRAPHIE:</b> cours polycopié	<b>SESSION D'EXAMEN:</b> été
<b>IAISON AVEC AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTROLE:</b> écrit
<i>réalables requis:</i> Mécanique des milieux continus, Mécanique des structures	
<i>réparation pour:</i> Mécanique numérique des solides et des structures, Mécanique des matériaux composites, Biomécanique, Viscoélasticité et Elastoplasticité	

<b>Titre:</b> METHODES DE CONCEPTION MECANIQUE ET ASSEMBLAGE	<b>Title:</b> MECHANICAL DESIGN AND ASSEMBLY METHODS	
<b>Enseignant:</b> J. GIOVANOLA, P. XIROUCHAKIS, professeurs, C. RAMSEYER, chargé de cours EPFL/DGM		
<b>Section(s)</b> Génie mécanique	<b>Semestre</b> 5 <b>Oblig.</b> X <b>Option</b> <b>Facult.</b>	<b>Heures totales:</b> 84 <i>Par semaine:</i> 6 <i>Cours:</i> 2 <i>Exercices:</i> 2 <i>Pratique:</i> 2

## OBJECTIFS

Acquérir les bases théoriques pour la conception d'assemblages, la simulation cinématique assistée par ordinateur et l'analyse dynamique des systèmes mécaniques. Mettre en pratique la théorie et acquérir l'expérience de la conception au travers de projets.

## OBJECTIVES

Acquire the theoretical basis for the design of assembled mechanical and structural parts, for computer-aided kinematic simulation and for dynamic analysis of mechanical systems. Apply the theoretical knowledge and acquire design experience by performing projects.

## CONTENU

- Procédés d'assemblage, évaluation et choix
- Analyse mécanique de procédés d'assemblage choisis
- Conception de mécanismes assistée par ordinateur
- Synthèse cinématique
- Problème et modélisation dynamique
- Etude cinétostatique des groupes
- Etude vibratoire des mécanismes

## CONTENTS

- Assembly processes, evaluation and choice
- Mechanical analysis of selected assembly processes
- Computer-aided mechanisms design
- Kinematic synthesis
- Dynamic problems and modeling methods
- Kinetostatic analysis of "groups"
- Vibration analysis of mechanisms

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT:** Ce cours introduit une nouvelle forme de l'enseignement de la conception s'appuyant fortement sur des projets. Environ 2 heures par semaine serviront à la discussion de méthodes d'analyse, de conception, de fabrication, et de gestion de projets. Les 4 heures restantes par semaine seront consacrées à la mise en pratique dans des exercices et des projets des méthodes étudiées.

**BIBLIOGRAPHIE:** ouvrages de référence disponibles en réserve à la bibliothèque centrale, notes de cours et de projet polycopierées

**LIAISON AVEC AUTRES COURS:** Ce cours applique ou fait référence aux connaissances apprises dans les cours de Méthodes de conception mécanique et production et de mécanique vibratoire.

**Préalable requis:** méthode de conception et de production

**Préparation pour:** Conception mécanique

**NOMBRE DE CREDITS:**

6

**SESSION D'EXAMEN:** printemps

**FORME DU CONTROLE:**

exercices/projets notés/examen oral

<i>itre:</i>	<b>AUTOMATIQUE I</b>		<i>Title:</i>	<b>CONTROL SYSTEMS I</b>	
<i>nseignant:</i>	<b>Roland LONGCHAMP, professeur EPFL/DGM</b>				
<i>ection (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 42</i>
ENIE MECANIQUE	5	<input checked="" type="checkbox"/> x	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine: 3</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices 1</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**BJECTIONS**

étudiant maîtrisera les méthodes classiques d'analyse et de synthèse des régulateurs automatiques. Il sera en outre capable de modéliser des systèmes discrets en vue de leur commande par ordinateur.

**GOALS**

The student will know how to analyze and design classical control systems. Moreover, he will be able to model discrete-time systems for the purpose of digital control.

**ONTENU**

Introduction à l'automatique  
Commande par calculateur de processus  
Echantillonnage et reconstruction  
Systèmes discrets  
Transformée en z  
Fonction de transfert discrète du système bouclé  
Réponse harmonique

**CONTENTS**

- Introduction to control systems
- Digital control systems
- Sampling and reconstruction
- Discrete-time systems
- The z-transform
- Closed-loop discrete-time transfer function
- Frequency response

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Ex cathedra. Démonstrations et exercices intégrés.	<b>NOMBRE DE CREDITS</b>	6 avec A II
<b>BIOGRAPHIE:</b>	R. Longchamp, Commande numérique de systèmes dynamiques, PPUR, 1995.	<b>SESSION D'EXAMEN</b>	été avec AII
<b>ISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		<b>FORME DU CONTROLE:</b>	écrit
<i>itable requis:</i>	Analyse complexe, systèmes dynamiques		
<i>paration pour:</i>	Automatique II. Identification et commande I, II. Systèmes multivariables I, II.		

<b>Titre:</b>	<b>AUTOMATIQUE II</b>		<b>Title: CONTROL SYSTEMS II</b>		
<b>Enseignant:</b>	<b>Roland LONGCHAMP, professeur EPFL/DGM</b>				
<i>Section (s)</i> GENIE MECANIQUE ..... ..... ..... .....	<i>Semestre</i> Eté	<i>Oblig.</i> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<i>Option</i> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<i>Facult.</i> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<i>Heures totales: 42</i> <i>Par semaine: 3</i> <i>Cours 2</i> <i>Exercices 1</i> <i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

L'étudiant maîtrisera les méthodes d'analyse et de synthèse des régulateurs numériques. Il sera capable de dimensionner des régulateurs fondés sur la logique floue.

**GOALS**

The student will be able to analyze and design digital control systems. He will know how to design fuzzy controllers.

**CONTENU**

- Stabilité
- Numérisation
- Synthèse discrète
- Commande floue

**CONTENTS**

- Stability
- Translation of analog design
- Discrete-time design
- Fuzzy control

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Ex cathedra. Démonstrations et exercices intégrés.	<b>NOMBRE DE CREDITS</b>	6 avec A I
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	R. Longchamp, Commande numérique de systèmes dynamiques, PPUR, 1995.	<b>SESSION D'EXAMEN</b>	été avec A I
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		<b>FORME DU CONTROLE:</b>	écrit
<i>Préalable requis:</i>	Automatique I		
<i>Préparation pour:</i>	Identification et commande I, II. Systèmes multivariables I, II.		

<b>Titre: SIMULATION NUMERIQUE A</b>			<b>Title: NUMERICAL SIMULATION A</b>				
<b>Enseignant: Thomas GMÜR, chargé de cours EPFL/DGM</b>							
<b>Section(s)</b> Génie mécanique	<b>Semestre</b> 5	<b>Oblig.</b> X	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales</b> <i>Par semaine</i>	42 3	

**OBJECTIFS**

Acquérir une initiation à la technique la plus couramment utilisée pour la résolution des problèmes elliptiques en mécanique linéaire : la méthode des éléments finis. Apprendre à exploiter cette technique numérique pour résoudre les problèmes rencontrés dans la pratique.

**CONTENU****1. Notions de base en analyse fonctionnelle**

Classes de fonctions, espaces fonctionnels de Hilbert et de Sobolev. Théorème d'inclusion de Sobolev.

**2. Concepts fondamentaux**

Formes forte et faible d'un problème modèle. Approximation de Bubnov-Galerkin. Formulation variationnelle et méthode de Rayleigh-Ritz. Approximation basée sur la méthode des éléments finis. Mesures d'erreur *a priori*.

**3. Problèmes aux limites unidimensionnels**

Principes généraux. Formes forte et faible. Approximation par éléments finis. Fonctions de base unidimensionnelles. Conditions aux limites essentielles et naturelles. Discontinuités.

**4. Problèmes aux limites bi- et tridimensionnels**

Équations fondamentales. Formulations forte et faible. Approximation par éléments finis. Fonctions de base. Eléments lagrangiens et sérendipiens. Transformation jacobienne. Eléments sous-, iso- et superparamétriques.

**5. Méthode des éléments finis en élasticité**

Rappel de la théorie de l'élasticité linéaire. Forme faible en élastostatique. Eléments finis solides. Extension à la formulation des coques.

**6. Exemples d'application**

Etudes de cas académiques et pratiques.

**OBJECTIVES**

Become acquainted with the most commonly used computational technique for elliptic problems in linear mechanics : the finite element method. Learn how to use this procedure for solving problems faced in practice.

**CONTENT****1. Elements of functional analysis**

Spaces of functions, Hilbert and Sobolev spaces. Sobolev's embedding theorem.

**2. Fundamental concepts**

Strong and weak forms of a model problem. Bubnov-Galerkin method. Variational formulation and Rayleigh-Ritz method. Finite element approximation. *A priori* error measures.

**3. One-dimensional boundary-value problems**

Fundamentals. Strong and weak forms. Finite element approximation. One-dimensional shape functions. Essential and natural boundary conditions. Discontinuities.

**4. 2D and 3D boundary-value problems**

Basic equations. Strong and weak formulations. Finite element approximation. Shape functions. Lagrangian and serendipian elements. Jacobian transformation. Sub-, iso- and superparametric elements.

**5. The finite element method in elastostatics**

Fundamentals of elasticity theory. Weak form in elastostatics. Solid elements. Extension to the formulation of shell elements.

**6. Test cases**

Academic and practical examples.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT:** ex cathedra avec exercices/exemples

**NOMBRE DE CREDITS:** 3

**BIBLIOGRAPHIE:** livre PPUR

**SESSION D'EXAMEN:** printemps

**MAISON AVEC AUTRES COURS:**

**FORME DU CONTROLE:** écrit

*'réalable requis:*

*'réparation pour:* Simulation numérique B, Mécanique numérique des solides et des structures, Mécanique numérique des fluides incompressibles, Méthodes numériques en thermique.

<i>Titre:</i>	<b>OPTIMISATION NUMERIQUE A</b>				<i>Title:</i>	<b>NUMERICAL OPTIMIZATION A</b>	
<i>Enseignant:</i>	<b>Michel BIERLAIRE, Maître d'Enseignement et de Recherche EPFL/DMA</b>						
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i>	42	
Génie mécanique .....	5	X			<i>Par semaine:</i>	3	
.....					<i>Cours</i>	2	
.....					<i>Exercices</i>	1	
.....					<i>Pratique</i>		

**OBJECTIFS**

Le cours a pour but d'initier les étudiants à la théorie de l'optimisation afin de leur permettre d'utiliser des algorithmes et des logiciels de manière adéquate, en appréciant leurs limitations méthodologiques et en interprétant correctement les résultats.

**CONTENU**

1. Introduction à l'optimisation
  - Modélisation
  - Typologie des problèmes et des méthodes
2. Optimisation linéaire
  - Motivation et exemples
  - Géométrie de la programmation linéaire (Polyèdres, points extrêmes, bases)
  - Méthode du simplexe
  - Dualité
3. Optimisation non linéaire sans contraintes
  - Motivation et exemples
  - Conditions d'optimalité (minimum local et global, convexité)
  - Méthodes « de gradient » (plus forte pente, Newton)
  - Variations de la méthode de Newton (recherche linéaire, région de confiance, quasi-Newton, etc.)
  - Problèmes de moindres carrés (Gauss-Newton)
  - Méthode des gradients conjugués
4. Logiciels d'optimisation
  - Travaux pratiques sur MATLAB

**GOALS**

The course is an introduction to optimization theory, aimed at helping the students to appropriately use optimization algorithms and packages. The stress will be made on methodological issues and results analysis.

**CONTENTS**

1. Introduction to optimization
  - Modeling
  - Classification of problems and methods
2. Linear Optimization
  - Motivation and examples
  - Geometry of linear programming (Polyhedra, extreme points, bases)
  - Simplex method
  - Duality
3. Unconstrained Nonlinear Optimization
  - Motivation and examples
  - Optimality conditions (local and global minimum, convexity)
  - « Gradient » methods (steepest descent, Newton)
  - Variations of Newton's method (line search, trust region, quasi-Newton, etc.)
  - Least square problems (Gauss-Newton)
  - Conjugate gradients methods
4. Optimization packages
  - MATLAB Exercises

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra, cours avec exercices intégrés au cours	<b>NOMBRE DE CREDITS</b>	3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	<b>SESSION D'EXAMEN</b>	printemps
D. Bertsimas and J. N. Tsitsiklis :Introduction to linear optimization, Athena Scientific, 1997		
D. P. Bertsekas. Nonlinear programming, Athena Scientific, 1995	<b>FORME DU CONTROLE:</b>	Ecrit

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:**

- Préalable requis:* Algèbre linéaire  
*Préparation pour:* Pratique des sciences de l'ingénieur

<b>Titre:</b> INTRODUCTION AU DROIT B	<b>Title:</b> GENERAL INTRODUCTION TO LAW				
<b>Enseignant:</b> Jacques HALDY, professeur UNIL					
<i>Section(s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales</i>
Génie mécanique	5		X		28
Microtechnique	7	X			2
Matériaux	1	X			2
Physique	1		X		Exercices Pratique

**OBJECTIF**

Donner à l'étudiant les connaissances juridiques de base et plus spécialement celles qui sont nécessaires à l'ingénieur pour son activité professionnelle.

**OBJECTIVE**

Provide the student with an understanding of basic legal concepts and specifically those related to an engineer's professional activity.

**CONTENU****1. Introduction générale au droit :**

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

**2. Notions de droit civil :**

Droit des personnes, droit de la famille, droit successoral, droits réels.

**3. Notions du droit des obligations :**

Les sources des obligations.  
La responsabilité civile.

**4. Le droit des poursuites.****5. Notions du droit des assurances.****6. Notions de droit administratif.****7. Le droit des marchés publics.****8. Le droit de la protection de l'environnement.****CONTENTS****1. General introduction to law :**

Function and basic concepts of law, origins of law, types of law.

**2. Basic concepts of civil law :**

Law of personnalit, family law, estate and inheritance law, property law.

**3. Basic concepts of the law of obligations :**

Origins of obligations.  
Civil liability.

**4. Debt prosecution law.****5. Basic concepts of insurance law.****6. Basic concepts of administrative law.****7. Public market law.****8. Environmental protection law.****FORME DE L'ENSEIGNEMENT:** ex cathedra**BIBLIOGRAPHIE:** ouvrages juridiques indiqués pendant le cours**MAISON AVEC AUTRES COURS:**

'réalable requis:

'réparation pour: Droit contractuel et industriel

**NOMBRE DE CREDITS:** 4 avec  
**Droit contractuel et industriel****SESSION D'EXAMEN:** été**FORME DU CONTROLE:** écrit

<b>Titre: DROIT CONTRACTUEL ET INDUSTRIEL</b>		<b>Title: CONTRACTS AND INDUSTRIAL PROPERTY</b>				
<b>Enseignant: Jacques HALDY, professeur UNIL</b>						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales	28
Génie mécanique	6		X		Par semaine	2
Microtechnique	8	X			Cours	2
Matériaux	2	X			Exercices	
Physique	2		X		Pratique	

**OJECTIF**

Donner à l'étudiant les connaissances juridiques de base et plus spécialement celles qui sont nécessaires à l'ingénieur pour son activité professionnelle.

**OBJECTIVE**

Provide the student with an understanding of basic legal concepts and specifically those related to an engineer's professional activity.

**CONTENU****1. Le droit des contrats :**

Généralités, la vente, le bail, le contrat de travail, le contrat d'entreprise, le mandat.

**CONTENT****1 . Contracts :**

Basic concepts, sales, leases, employment, independant contractor, mandate.

**2 . La propriété industrielle :**

Les marques, les raisons de commerce, les brevets d'invention, les dessins et les modèles industriels.

**2 . Industrial property :**

Trademarks, tradenames, patents, industrial designs and models.

**3 . Le droit de la concurrence déloyale.****3 . Unfair competition law.**

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

**BIBLIOGRAPHIE:** ouvrages juridiques indiqués pendant le cours

**LIAISON AVEC AUTRES COURS:**

*Préalable requis:* Introduction au droit B

*Préparation pour:*

**NOMBRE DE CREDITS:** 4 avec  
**Introduction au Droit B**

**SESSION D'EXAMEN:** été

**FORME DU CONTROLE:** écrit

<b>Titre: GESTION D'ENTREPRISE I</b>	<b>Title: CORPORATE MANAGEMENT I</b>					
<b>Enseignant: Bernard RAFFOURNIER, professeur UNIL/Genève</b>						
<i>Section(s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales</i>	28
Génie mécanique	5		X		<i>Par semaine</i>	2
Physique	5		X		<i>Cours</i>	2
Microtechnique	7		X		<i>Exercices</i>	
					<i>Pratique</i>	

**OBJECTIF**

Fournir aux étudiants les éléments leur permettant de :

- comprendre l'environnement des entreprises et les contraintes auxquelles celles-ci ont à faire face,
- acquérir les notions de marketing indispensables à tout responsable d'entreprise,
- interpréter les états financiers des entreprises.

**GOALS**

To provide students with basic knowledge which enables them :

- to understand the environment of firms and the constraints they have to cope with,
- to acquire marketing concepts which are necessary for any corporate executive,
- to interpret the financial statements of companies.

**CONTENU**

- L'environnement économique, financier, juridique et fiscal de l'entreprise.
- Eléments de marketing (analyse de marché, marketing-mix, principales décisions commerciales).
- Les états financiers de l'entreprise (bilan, compte du résultat, annexe) et les notions comptables fondamentales (amortissements, provisions, cash-flow).

**CONTENT**

- The economical, financial, legal and fiscal dimensions of the company's environment.
- Principles of marketing (market analysis, marketing-mix, main marketing decisions).
- The financial statements of the company (balance sheet, income statement, notes) and the fundamental accounting concepts (depreciation, provisions, cash-flow).

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

**BIBLIOGRAPHIE:** Polycopié de documents et d'exercices

WEILL Michel « Le Management : La pensée, les concepts, les faits », Armand Colin

**LIAISON AVEC AUTRES COURS:**

*Déjà requis:*

*Déjà préparation pour:* Gestion d'entreprise II

**NOMBRE DE CREDITS:** 4 avec  
**GESTION D'ENTREPRISE II**

**SESSION D'EXAMEN:** été

**FORME DU CONTROLE:** écrit

<b>Titre:</b> GESTION D'ENTREPRISE II	<b>Title:</b> CORPORATE MANAGEMENT II				
<b>Enseignant:</b> Bernard RAFFOURNIER, professeur UNI/Genève					
<i>Section(s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales</i>
Génie mécanique	6		X		<i>Par semaine</i>
Physique	6		X		<i>Cours</i>
Microtechnique	8		X		<i>Exercices</i>
					<i>Pratique</i>

**OJECTIF**

Fournir aux étudiants les éléments leur permettant :

- d'apprécier la situation financière et stratégique d'une entreprise,
- de prendre des décisions économiquement rationnelles en matière d'investissement,
- d'établir un plan de développement de l'entreprise (business plan).

**Goals**

To provide students with knowledge which enables them :

- to evaluate the financial and strategic situation of a company,
- to take rational capital budgeting decisions,
- to elaborate the business plan of a company.

**CONTENU****CONTENT**

- L'analyse financière de l'entreprise (analyse de la rentabilité, du financement, analyse de la valeur ajoutée, création de valeur pour les actionnaires.).
- Eléments de stratégie d'entreprise (le diagnostic stratégique, les grandes orientations stratégiques).
- Le choix des investissements (les paramètres à prendre en compte, les critères de décision).
- L'établissement d'un plan de développement (budgets, comptes de résultat et bilans prévisionnels).
- Financial analysis (profitability analysis, analysis of financing, value added analysis, value creation for stockholders)
- Principles of strategic management (strategic diagnostic, the main strategic orientations).
- Capital budgeting (parameters to take into account, decision criteria)
- Elaborating the business plan (budgeted income statements and balance sheets).

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> ex cathedra	<b>NOMBRE DE CREDITS:</b> 4 avec <b>GESTION D'ENTREPRISE I</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Polycopié de documents et d'exercices WEILL Michel « Le Management : La pensée, les concepts, les faits », Armand Colin	<b>SESSION D'EXAMEN:</b> été
<b>LIAISON AVEC AUTRES COURS:</b> <i>Préalable requis:</i> Gestion d'entreprise I <i>Préparation pour:</i>	<b>FORME DU CONTROLE:</b> écrit

**Titre: INTRODUCTION A L'ECONOMIE A I****Title: INTRODUCTORY ECONOMICS A I**

**Enseignant:** **Philippe THALMANN, professeur EPFL/DA**  
**Andrea BARANZINI, chargé de cours EPFL**

Section (s)	Semestre	Obligatoire	Option	Heures totales: 28
MATHEMATIQUES.....	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Par semaine: 2
ELECTRICITE.....	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Cours 2
GENIE MECANIQUE.....	5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Exercices
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Pratique

**OBJECTIFS****GOALS**

Les étudiant(e)s comprendront les mécanismes de base du marché (formation et rôle des prix), les principes et méthodes des calculs financiers et les critères de choix de projet.

Ils/Elles sauront manipuler les outils graphiques pour prévoir les changements de prix, ainsi que les outils de calculs financiers.

The students will understand the fundamental market mechanisms (prices and their role), the principles and methods of financial calculus and the criteria for project selection.

They will know how to use graphical tools for market analysis, as well as financial calculation tools.

**CONTENU**

- 1. Le marché: fonctionnement, équilibre, efficacité
- 2. Imperfections du marché et rôle du secteur public
- 3. Le marché, applications et extensions
- 4. Les impôts: mécanismes, incidence sur les prix
- 5. Inégalités et équité
- 6. Calculs financiers

**CONTENTS**

1. The market: its workings, equilibrium and efficiency
2. Market imperfections and the role of the public sector
3. The market: applications and extensions
4. Taxes: mechanisms and incidence on prices
5. Inequalities and equity
6. Financial calculus

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT:** Ex cathedra, exercices**NOMBRE DE CREDITS** 4**BIBLIOGRAPHIE:** Polycopié; Begg, David, S. Fischer, R. Dornbusch, B. Bernier et H.-L. Vedie, Micro-Économie 2ème éd., Ediscience International, Paris, 1996**avec cours AII****MAISON AVEC D'AUTRES COURS:****SESSION D'EXAMEN** été*élabore conseillé:***FORME DU CONTROLE:** écrit*éparation pour:*

Introduction à l'économie AII

<b>Titre:</b> INTRODUCTION A L'ECONOMIE A II	<b>Title:</b> INTRODUCTORY ECONOMICS A II			
<b>Enseignant:</b>	<b>Philippe THALMANN, professeur EPFL/DA Andrea BARANZINI, chargé de cours EPFL</b>			
<i>Section(s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Obligatoire</i>	<i>Option</i>	<i>Heures totales:</i> 28
MATHEMATIQUES .....	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i> 2
PHYSIQUE .....	4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
GENIE MECANIQUE .....	6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....				<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Les étudiant(e)s comprendront la dimension mathématique de l'analyse économique et seront peut-être intéressés à poursuivre leurs travaux dans ce domaine.

Ils/Elles sauront manipuler les outils analytiques pour la compréhension de phénomènes économiques et la prévision.

**GOALS**

The students will understand the mathematical dimension of economic analysis et might become interested in pursuing research in that field.

They will know how to manipulate analytic tools for understanding economic phenomena and for forecasting.

**CONTENU**

1. Modélisation économique
2. Optimisation
3. Introduction à l'économétrie

**CONTENTS**

1. Economic models
2. Optimisation
3. Introduction to econometrics

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

**BIBLIOGRAPHIE:**

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:**

*Préalable conseillé:* Introduction à l'économie A I

*Préparation pour:*

**NOMBRE DE CREDITS** 4

*avec cours AI*

**SESSION D'EXAMEN** été

**FORME DU CONTROLE:** écrit

<b>Titre: TECHNIQUES DE MESURE</b>	<b>Title: MEASUREMENT TECHNIQUES</b>				
<b>Enseignant: Peter MONKEWITZ, professeur, Trong-Vien TRUONG, chargé de cours EPFL/DGM</b>					
<i>Section(s)</i> Génie Mécanique	<i>Semestre</i> 7	<i>Oblig.</i> X	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 56 <i>Par semaine:</i> 4 <i>Cours:</i> 2 <i>Exercices:</i> <i>Pratique:</i> 2

**OBJECTIF**

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

**CONTENU****A. Cours (14h)**

1. Analyse dimensionnelle, Planification des mesures.
2. Caractéristiques des capteurs. Étalonnage, précision, sensibilité, linéarité, seuil, résolution.
3. Traitement des mesures: régressions linéaire et non linéaire, caractérisation des erreurs expérimentales.
4. Traitement numérique des signaux : spectres, corrélation, filtrage numérique, estimation de dérivés.

**B. Introduction des 7 sujets des travaux pratiques (7x2h)**

1. Acquisition des données en temps réel (Institut d'Automatique IA)
2. Mesures de déformations par interféromètre speckle (Lab. de mécanique appliquée et d'analyse de fiabilité LMAF)
3. Mesures de pression et de débit (Lab. de mécanique des fluides LMF)
4. Mesures de vitesse d'écoulement avec anémomètre par imagerie de particules PIV (Lab. de mécanique des fluides LMF)
5. Mesures de transfert de chaleur par cristaux liquides (Lab. de thermique appliquée et de turbomachines LTT)
6. Mesures d'efforts et de mouvement pour la caractérisation de systèmes mécaniques (Lab. de conception de systèmes mécaniques LCSM)
7. Mesures de fréquences et de modes propres des structures (Lab. de mécanique appliquée et d'analyse de fiabilité LMAF)
8. Mesures de vitesse d'écoulement par anémomètre laser-Doppler (Lab. de mécanique des fluides LMF)
9. Mesures de concentration d'émissions gazeuses (Lab. d'énergétique industrielle LENI)
10. Mesures de température par caméra infrarouge (Lab. de transfert de chaleur et de masse LTCM)

**C. Travaux pratiques en groupes (7x4h)**

Sept sujets de la liste précédente.

**OBJECTIVE**

To develop comprehension of measurement techniques and of problems linked to the analysis and application of measurement equipment.

**CONTENT****A. Courses (14h)**

1. Dimensional analysis. Planning of measurements.
2. Transducer characteristics. Calibration, precision, sensitivity, linearity, threshold, resolution.
3. Data processing: linear and non linear regression, errors in measurement.
4. Signal digital processing: spectrum, correlation, digital filtering, derivative estimate.

**B. Introduction of 7 laboratory experiment topics (7x2h)**

1. Real-time data acquisition (Institut d' Automatique IA)
2. Deformation measurements by speckle interferometer (Lab. de mécanique appliquée et d'analyse de fiabilité)
3. Pressure and flow rate measurements (Lab. de mécanique des fluides LMF)
4. Fluid flow velocity measurements by Particle Image Velocimeter PIV (Laboratoire de mécanique des fluides LMF)
5. Heat transfer measurements by liquid crystals (Lab. de thermique appliquée et de turbomachines LTT)
6. Strain and motion measurements for the mechanical systems characterisation (Lab. de conception de systèmes mécaniques LCSM)
7. Natural frequency and mode measurements (Lab. de mécanique appliquée et d'analyse de fiabilité LMAF)
8. Fluid flow velocity measurements by laser-Doppler velocimeter (Lab. de mécanique des fluides LMF)
9. Gaseous emission concentration measurements (Lab. d'énergétique industrielle LENI)
10. Temperature measurements by infrared camera (Lab. de transfert de chaleur et de masse LTCM)

**C. Laboratory experiments in groups (7x4h)**

Seven topics from the above-mentioned list.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT:** Cours ex cathedra+Projets**BIBLIOGRAPHIE:** notes polycopiées**LIAISON AVEC AUTRES COURS:** Projets

**Préalable requis:** Mécanique des milieux continus, Mécanique des fluides incompressibles, Mécanique vibratoire, Transfert de chaleur et de masse

**Préparation pour:**

**NOMBRE DE CREDITS:** 4**SESSION D'EXAMEN:** printemps**FORME DU CONTROLE:** Contrôle continu et examen écrit

<i>Titre:</i>	<b>TRAVAUX PRATIQUES D'AUTOMATIQUE</b>		<i>Title:</i>	<b>LABORATORY PROJECTS IN AUTOMATIC CONTROL</b>	
<i>Enseignant:</i>	<b>Denis GILLET, MER, EPFL/DGM</b>				
<i>Section (s)</i> GENIE MECANIQUE.....	<i>Semestre</i> hiver	<i>Oblig.</i> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<i>Option</i> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<i>Facult.</i> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<i>Heures totales:</i> 28 <i>Par semaine:</i> 2 <i>Cours</i> <i>Exercices</i> <i>Pratique</i> 2

**OBJECTIFS**

Etude expérimentale du comportement de systèmes dynamiques et de certains concepts de base introduits aux cours d'Automatique I et II. Mise en oeuvre de systèmes de mesure et de commande.

**GOALS**

Experimental study of dynamic systems and some basic control concepts introduced in the Automatic control course. Implementation of measurement and control solutions.

**CONTENU**

- Introduction à Matlab et Simulink
- Modélisation et commande numérique d'un entraînement électrique
- Modélisation et commande numérique d'un canal aérothermique

**CONTENTS**

- Introduction to Matlab and Simulink
- Modeling & digital control of an electrical drive
- Modeling & digital control of an air-heating system

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Travaux pratiques en laboratoire ou à distance.	<b>NOMBRE DE CREDITS</b>	2
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	Documents polycopiés et électroniques	<b>SESSION D'EXAMEN</b>	hiver
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		<b>FORME DU CONTROLE:</b>	continu
<i>Préalable requis:</i>	Automatique I et II		
<i>Préparation pour:</i>			

<b>Titre: AERO-ET HYDRODYNAMIQUE</b>	<b>Title: AERO-AND HYDRODYNAMICS</b>				
<b>Enseignant: Paul PAPAS, chargé de cours EPFL/DGM</b>					
<b>Section(s)</b> Génie mécanique	<b>Semestre</b> hiver	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b> x	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales:</b> 28 <b>Par semaine:</b> 2 <b>Cours:</b> 2 <b>Exercices:</b> <b>Pratique:</b>

**OJECTIF**

Approfondir les connaissances dans des domaines choisis de la mécanique des fluides.

**OBJECTIVE**

Broaden the knowledge in chosen areas of fluid mechanics.

**CONTENU**

Le cours est axé sur les applications choisis parmi différents domaines: combustion et sujets sélectionnés dans l'aérodynamique, l'acoustique, et les écoulements à surfaces libres (le choix varie d'année en année en fonction de l'enseignant).

**CONTENT**

The course is devoted to applications chosen among different topics: combustion and subjects selected from aerodynamics, acoustics, and free surface flows (the choice varies from year to year depending on the instructor).

**Combustion:** Thermodynamique chimique- calcul de la température d'une flamme, caractéristiques explosives des combustibles, flammes prémelangées laminaires, et flammes de diffusion. Les retombées environnementales: Formation des oxides d'azote, réduction de l'ozone stratosphérique, et réchauffement global.

**Combustion:** Chemical thermodynamics - Flame temperature calculations, explosive characteristics of fuels, laminar premixed flames, diffusion flames. Environmental issues: Formation of nitrogen oxides, stratospheric ozone depletion, and global warming.

**Aérodynamique:** Aérodynamique des profils et des ailes - régimes d'écoulement, forme de profils, forces et moments, traînée induite, ailes en flèche. Introduction à la dynamique du vol. Stabilité et contrôle - stabilité statique en tanguage, position du centre de gravité, critères de stabilité, stabilisation en roulis et lajet.

**Aerodynamics:** Aerodynamics of airfoils and wings - flow regimes, airfoil shape, forces and moments, induced drag, wing sweep. Introduction to flight dynamics. Stability and control - static stability in pitch, position of the center of gravity, stability criteria, stabilization in roll and yaw.

**Acoustique:** Développement des équations de base linéarisées. Ondes planes dans un milieu infini. Réflexion et transmission - impédance acoustique. Propagation d'ondes dans une conduite - phénomène de «cutoff».

**Acoustics:** Development of the basic linearized equations. Plane waves in an infinite medium. Reflection and transmission - the acoustic impedance. Wave propagation in ducts - the «cutoff» phenomenon.

**Écoulements à surfaces libres:** Les conditions de accordement à travers un interface libre - la tension superficielle. L'évolution de bulles. Ondes de gravité et ondes capillaires en bassin de profondeur uniforme.

**Free surface flows:** The jump conditions across a free interface - surface tension. The evolution of bubbles. Gravity and capillary waves on a basin of constant depth.

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

**NOMBRE DE CREDITS:** 2

**BIBLIOGRAPHIE:** Notes de cours et textes selon sujets

**SESSION D'EXAMEN:** Printemps

**MAISON AVEC AUTRES COURS:** Instabilité et turbulence, mécanique numérique des fluides

**FORME DU CONTROLE:** oral

**réalable requis:** : Mécanique des fluides

**réparation pour :**

<b>Titre:</b>	<b>BIOMECANIQUE</b>				<b>Title:</b>	<b>BIOMECHANICS</b>	
<b>Enseignant:</b>	<b>Philippe ZYSSET, professeur EPFL/DGM</b>						
<b>Section (s)</b> Génie mécanique ..... ..... .....	<b>Semestre</b> hiver	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b> x	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales:</b> 42 <b>Par semaine:</b> 3 <b>Cours</b> 3 <b>Exercices</b> <b>Pratique</b>		

## OBJECTIFS

Initiation au système musculo-squelettal, maîtrise de la cinématique et de la dynamique du corps humain, compréhension de la relation entre la structure hiérarchique et la fonction mécanique des tissus vivants et familiarisation avec l'application des principes biomécaniques en clinique orthopédique.

## GOALS

Initiation to the musculoskeletal system, mastering of the kinematics and dynamics of the human body, understanding of the relationship between the hierarchical structure and mechanical function of living tissues and acquaintance with the application of biomechanical principles in clinical orthopaedics.

## CONTENU

1. Introduction: Objectifs. Evaluation. Références. Définitions. Historique.
2. Anatomie et physiologie du système musculo-squelettal: Hiérarchie et parties. Le système musculo-squelettal.
3. Biomécanique du corps humain: Notations. Cinématique. Statique et dynamique. Equations d'équilibre. Lois constitutives.
4. Os: Origine et fonctions. Microstructure et composition. Cellules. Ostéogénèse. Modelage et remodelage. Propriétés mécaniques. Adaptation.
5. Ligaments et tendons: Fonctions. Microstructure et composition. Cellules. Propriétés mécaniques. Remodelage.
6. Cartilage: Fonctions. Microstructure et composition. Cellules. Compression, cisaillement et tension. Permeabilité. Lubrification.
7. Muscles: Origine et fonctions. Microstructure. Cellules. Myogenèse. Contraction musculaire. Propriétés mécaniques.
8. Implants et prothèses: Guérison de fractures. Prothèses articulaires.

## CONTENTS

1. Introduction: Objectives. Evaluation. References. Definitions. Historical background.
2. Anatomy and physiology of the musculoskeletal system: Hierarchy and parts. The musculoskeletal system.
3. Biomechanics of the human body: Notations. Kinematics. Statics and dynamics. Equilibrium equations. Constitutive laws.
4. Bone: Origin and functions. Microstructure and composition. Cells. Osteogenesis. Modeling and remodeling. Mechanical properties. Adaptation.
5. Ligaments and tendons: Functions. Microstructure and composition. Cells. Mechanical properties. Remodeling.
6. Cartilage: Functions. Microstructure and composition. Cells. Compression, shear and tension. Permeability. Lubrication.
7. Muscles: Origin and functions. Microstructure. Cells. Myogenesis. Muscle contraction. Mechanical properties.
8. Implants and prostheses: Fracture healing. Total joint arthroplasty.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> ex cathedra et séminaires	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> notes de cours, références	<b>SESSION D'EXAMEN</b> printemps
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTROLE:</b> examen écrit
<i>Préalable requis:</i> mécanique des solides	
<i>Préparation pour:</i>	

<b>Titre: CAVITATION</b>		<b>Title: CAVITATION</b>				
<b>Enseignant: Mohamed FARHAT, chargé de cours EPFL/DGM</b>						
<i>Section(s)</i> Génie mécanique	<i>Semestre</i> été	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> <i>Par semaine :</i> <i>Cours :</i> <i>Exercices</i> <i>Pratique</i>	28 2 2

**OBJECTIF**

Comprendre le phénomène physique de la cavitation.  
Maîtriser les effets de la cavitation, bruit, vibration, érosion et influence sur les performances. Application des notions introduites aux cas des écoulements industriels.

**CONTENU****INTRODUCTION, CONCEPTS DE BASE:**

- Définition, historique, effets et types de cavitation
- Transformation liquide-vapeur, rôle des germes
- Équation de Rayleigh-Plesset
- Dynamique de l'implosion d'une cavité de vapeur
- Mécanismes d'érosion
- Effets thermiques, sonoluminescence

**DYNAMIQUE DES CAVITS ATTACHEES :**

- Mécanisme de lâcher des cavités transitoires
- Interaction avec l'écoulement moyen
- Rôle de la couche limite et du gradient de pression
- Influence des instabilités hydrodynamiques
- Agressivité hydrodynamique
- La cavitation du tourbillon marginal

**LA CAVITATION DANS LES TURBOMACHINES :**

- Rappel de la théorie des machines hydrauliques
- Implantation d'une machine
- Cas des turbines, pompes et hélices
- Essais de cavitation sur modèles réduits
- Méthodes de prédition
- Erosion de cavitation et remèdes

**OBJECTIVE**

Understanding the physics of the cavitation phenomenon.  
Mastering the cavitation consequences, noise, vibration, erosion and alteration of hydraulic performances. Applying the basic concepts to industrial flows.

**CONTENT****INTRODUCTION, BASIC CONCEPTS :**

- Definition, history, cavitation types and effects
- Liquid-vapour transformation, nuclei effect
- Rayleigh-Plesset equation
- Dynamic of a single cavity collapse
- Erosion mechanisms
- Thermal effects, sono-luminescence

**DYNAMIC OF ATTACHED CAVITIES:**

- Shedding process of transient cavities
- Interaction with the mean flow
- Effect of boundary layer and the pressure gradient on the cavitation development
- Influence of hydrodynamic instabilities
- Hydrodynamic aggressiveness
- Tip vortex cavitation

**THE CAVITATION IN HYDRAULIC MACHINES :**

- Reminder of hydraulic machines theory
- Case of turbines, pumps and propellers
- Model tests
- Transposition laws
- Cavitation erosion and solution

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT:** Ex cathedra avec exercices.**BIBLIOGRAPHIE:** Franc, Avellan et al. « La cavitation ». Presse Universitaire de Grenoble.**liaison avec autres cours:**

'réalable requis : Mécanique des fluides

'réparation pour:

**NOMBRE DE CREDITS:** 2**SESSION D'EXAMEN:** été**FORME DU CONTROLE:** oral

<b>Titre: CHOIX DES EQUIPEMENTS HYDRAULIQUES</b>	<b>Title: DETERMINATION OF HYDRAULIC EQUIPMENTS</b>
<b>Enseignant: Jean-E. PRENAT, chargé de cours EPFL/DGM</b>	
<i>Section(s)</i> Génie mécanique	<i>Semestre</i> été <i>Oblig.</i> <i>Option</i> X <i>Facult.</i>  <i>Heures totales</i> 28 <i>Par semaine</i> 2 <i>Cours</i> 2 <i>Exercices</i> <i>Pratique</i>

**OBJECTIF**

Etre capable de choisir une machine, de déterminer son diamètre, sa vitesse de rotation et son implantation de manière optimale en tenant compte des contraintes dues à la cavitation et aux problèmes de stabilité, de même que des impératifs économiques (rendement et coût de la machine).

**OBJECTIVE**

To be capable of choosing a machine and determining the optimal diameter, rotational speed and suction head of that machine, taking into account parameters such as cavitation, stability of operation, economical environment (efficiency and cost of the machine).

**CONTENU**

Détermination du domaine de fonctionnement, critères économiques: évaluation de la production de l'aménagement, réhabilitation d'aménagements anciens.

Discussion du type de machine et prédimensionnement au niveau de l'avant-projet.

Introduction aux régimes transitoires. Introduction à l'étude des phénomènes périodiques dans les turbomachines (Francis) et leurs répercussions dans les installations.

Exercices dans le cadre du cours.

**CONTENT**

Determination of the domain of operation, economical criteria: estimation of the production of the plant, rehabilitation of old plants.

Discussion of the type of the machine to be installed and sizing at the pre-planning stage.

Introduction to transients. Introduction to the study of periodical phenomena in turbomachinery (Francis turbines) and their repercussions on the plant.

Exercises during the lessons.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT:** Ex cathedra, avec ex. num. et ex.  
**BIBLIOGRAPHIE:** P.HENRY : *Turbomachines hydrauliques - Choix illustré de réalisations marquantes*, PPUR, Lausanne, 1992.

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

**LIAISON AVEC AUTRES COURS:**

*Préalable requis:* Mécanique des fluides, Turbomachines hydrauliques

*Préparation pour:* Projets et travaux pratiques de diplôme.

**NOMBRE DE CREDITS:** 2  
**SESSION D'EXAMEN:** été

**FORME DU CONTROLE:** oral

<b>Titre: CHOIX DES MATERIAUX</b>		<b>Title: MATERIALS SELECTION</b>				
<b>Enseignant: Rémy GLARDON, professeur, EPFL/DGM</b>						
<i>Section(s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i>	28
Génie mécanique	été		X		<i>Par semaine:</i>	2
Matériaux	été	X			<i>Cours</i>	2
					<i>Exercices:</i>	
					<i>Pratique:</i>	

## OBJECTIFS

Après avoir suivi le cours, l'étudiant devra:

- Comprendre les aspects multiples intervenant dans le choix des matériaux et la nécessité d'une approche structurée et globale du problème
- Maîtriser la méthodologie proposée en tant qu'outil de travail universel pour la résolution d'un problème de choix de matériaux
- Être capable d'intégrer dans sa réflexion les aspects liés à la production et à la logistique
- Connaître les types principaux de bases de données et en comprendre les avantages à en retirer pour le choix des matériaux
- Être capable d'identifier et de formuler correctement les exigences principales intervenant dans des cas spécifiques courant de choix des matériaux

## CONTENU

Le cours débute par une présentation des particularités du problème du choix des matériaux. Une méthodologie de travail, ainsi que quelques outils spécifiques sont ensuite présentés sous forme d'une démarche aussi universelle que possible. Cet outil général est illustré par des cas particuliers (travaux de groupes). Le rôle important joué par la production et la logistique est traité dans un chapitre séparé.

Les différents types de bases de données pouvant être mis à profit sont présentés et les avantages, risques et limites de leur utilisation sont discutés. Des cas concrets sont traités à titre d'exemple.

Des domaines particulièrement importants sont traités de manière spécifique dans le cadre d'une approche de sélection pour .... Les cas de sollicitation mécanique statique, de fatigue, fluage, rupture, ainsi que quelques applications faisant appel à des propriétés physiques sont présentés.

Le cours fait appel à la participation active des étudiants, en particulier par des travaux de groupe et des discussions en classe.

## OBJECTIVES

After attending the course, the student should:

- Understand the multiple aspects related to the selection of materials and the necessity for a global and structured approach to the problem
- Understand and be able to apply the proposed methodology as a universal tool for the resolution of material selection problems
- Be capable of integrating the aspects related to production & logistics into the problem solving procedure
- Know about the main types of databases and understand the advantages that they can have for selecting materials
- Be able to identify and to formulate correctly the main requirements that are related to some specific cases commonly encountered in material selection

## CONTENT

The course starts with the presentation of the characteristics of the material selection problem. A methodology and some tools are then presented in the form of a procedure which is kept as general as possible. This "universal" tool is illustrated by specific cases (group works). The important role played by production & logistics is discussed in a specific chapter.

The various types of databases that can be used in material selection are presented; their advantages and limits as well as their applications are discussed. Practical cases are treated as illustration.

Some particularly important domains are specifically treated in an "material selection for ..." approach. Cases related to static loading, fatigue, creep, fracture, as well as some applications linked to physical properties are presented.

The course requires the active involvement of the students, particularly through group works and discussions in the class.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT:** 50% ex-cathedra, 50% études de cas, travaux de groupes, exercices et discussions en classe

**BIBLIOGRAPHIE:** Polycopié, checklistes, références et documents divers

**LIAISON AVEC AUTRES COURS:**

*Préalable requis:*

*Préparation pour:*

**NOMBRE DE CREDITS:** 2

**SESSION D'EXAMEN:** été

**FORME DU CONTROLE:** oral

<b>Titre:</b> CONCEPTION DE SYSTEMES DE PRODUCTION	<b>Title:</b> DESIGN OF MANUFACTURING SYSTEMS	
<b>Enseignant:</b> Michel POULY, chargé de cours EPFL/DGM		
<i>Section(s)</i> Génie mécanique	<i>Semestre</i> été <i>Oblig.</i> <i>Option</i> X <i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 28 <i>Par semaine:</i> 2 <i>Cours:</i> 2 <i>Exercices:</i> <i>Pratique:</i>

## OBJECTIFS

Après avoir suivi le cours, l'étudiant devra

- comprendre les aspects liés au coût et à la flexibilité des systèmes de production,
- connaître les différents types de production et de systèmes de fabrication,
- et être capable d'opérer un choix parmi elles,
- être capable d'opérer un choix et de mettre en oeuvre un système de production dans un environnement industriel.

## OBJECTIVES

After attending this course, the student will :

- understand the aspects related to cost and flexibility of manufacturing systems,
- know the different manufacturing solutions and production systems,
- be able to select the most appropriate one,
- be able to select and implement a manufacturing system in an industrial environment.

## CONTENU

Le cours présentera d'abord une classification des types de production, principalement basée sur la quantité de pièces à produire. Par ailleurs, les différentes familles de systèmes de production seront classifiées. Le cours insistera sur l'importance de la flexibilité de la production et proposera des approches permettant d'augmenter celle-ci. Les contraintes de la fabrication sur la conception des produits (Design for Manufacturing) seront présentées, illustrant les concepts d'ingénierie simultanée.

De nombreux exemples pratiques illustreront le cours et des visites d'entreprises de production permettront aux étudiants de renforcer l'aspect appliqué de ce cours.

## CONTENT

This course will first present a classification of the different manufacturing solutions, based on the production volume. Then the system families will be described and classified. The course will insist on the importance of the production flexibility and will propose solutions to improve it. The constraints on the product design due to manufacturing (Design for Manufacturing) will be described, illustrating the simultaneous engineering approach.

Many practical examples will be described to illustrate the content. Visits of manufacturing enterprises will be organised to help the students understanding the content of this course.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> ex-cathedra avec exemples concrets, visites d'entreprises, présentation par les étudiants	<b>NOMBRE DE CREDITS:</b> 2
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Manufacturing Systems Engineering 2 <sup>nd</sup> edition, Katsundo HITOMI, Taylor & Francis, 1996	<b>avec Syst. de production I</b>
<b>LIAISON AVEC AUTRES COURS:</b>	<b>SESSION D'EXAMEN:</b> été
<i>Préalable requis:</i> <i>Préparation pour:</i> projets de semestre et diplôme	<b>FORME DU CONTROLE:</b> oral

<b>Cours:</b> DEVELOPPEMENT DURABLE -DEFIS POUR L'ENVIRONNEMENT I	<b>Lecture:</b> SUSTAINABLE DEVELOPMENT - ENVIRONMENTAL CHALLENGES I				
<b>Enseignant:</b> Olivier Jollet, professeur EPFL/DGR					
<b>Section (s)</b> MECANIQUE	<b>Semestre</b> 5 ou 7	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b> x	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales:</b> 28 <b>Par semaine:</b> 2 <b>Cours</b> 2 <b>Exercices</b> <b>Pratique</b>

## OBJECTIFS

- Chaque citoyen suisse a en moyenne l'équivalent de 70 esclaves énergétique pédalant en permanence pour lui. Où agir pour en priorité pour les affranchir ?
- Comment tenir compte de l'environnement dans un design industriel... surtout si vous n'avez qu'une ou que quelques heures à disposition ?
- Comment évaluer les points environnementaux clés d'une entreprise ?

Ce cours vous donnera les outils quantifiés pour répondre à ces défis en abordant tour à tour les choix individuels, le développement de produit et l'entreprise vue dans son ensemble

## CONTENU

L'enseignement se fait de façon interactive et est basé sur une variété d'exemples concrets et d'études de cas, par exemple sur des ordinateurs, des ampoules basses consommation, des biomatériaux, des entreprises des secteurs microtechnique, pharmaceutique, bancaire.

1. Introduction au développement durable
2. Design environnemental de produit
- Pose du problème: lier technologie - développement durable
- Les outils du concepteur
- L'analyse énergétique d'un produit: un premier screening
3. Développement durable et choix personnel: les esclaves énergétiques
4. Points environnementaux clé d'une entreprise
5. Analyse environnementale du cycle de vie (ACV) ou écobilans
6. Analyses coûts-bénéfices et incidences sociales
7. Le développement durable dans le concret: rencontre avec des industriels

## OBJECTIVES

Every Swiss citizen has 70 energy slaves working permanently for himself. How to free some of these slaves ? How to link environment to engineering practice in a few hours work ? How to evaluate the key environmental points of a company ? This course will provide you with the quantified tools to address these challenges, addressing individual choices, product development and whole company environmental performances

## CONTENTS

The interactive teaching is based on practical examples, group work with "your products" and short exercises/case studies. on computers, light bulbs, computers, biomaterials, transports

1. Introduction to sustainable development
2. Environmental design of products
- Problem formulation: link technology – sustainable development
- The designer tools
- The primary energy balance as a screening tool
3. Sustainable development and individual choices: energy slaves
4. Key environmental issues in companies
5. Life Cycle Assessment
6. Cost-benefit analyses and socio-economics
7. Sustainable development in practice: meeting with industrialists

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT:** Cours interactif et exercices, utilisation de

logiciel globalement d'un produit dès le début de sa conception.

- En ayant en main une série d'outils de conception environnementale

**BIBLIOGRAPHIE:** Polycopié, énoncés d'exercices, logiciel SIMAPRO

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:**

**Préalable :** Complémentarité avec les projets de conception mécanique, Prof. Giovanola et Xirouchakis

**Préparation pour:**

**POUR L'ENSEMBLE DU MODULE :**

**NOMBRE DE CREDITS:** 2

**SESSION D'EXAMEN:** printemps

**FORME DU CONTROLE:** écrit sur DEFIS POUR L'ENVIRONNEMENT I

<b>Titre:</b> CONCEPTION MECANIQUE I	<b>Title:</b> MECHANICAL DESIGN I	
<b>Enseignant:</b> Pierre PAHUD, professeur EPFL/DGM		
<i>Section(s)</i> Génie mécanique	<i>Semestre</i> hiver <i>Oblig.</i> <i>Option</i> X <i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 28 <i>Par semaine:</i> 2 <i>Cours:</i> 2 <i>Exercices:</i> <i>Pratique:</i>

## OBJECTIFS

Apprendre à concevoir scientifiquement un système mécanique devant satisfaire aux spécifications d'un cahier des charges en utilisant les outils analytiques et la connaissance des systèmes mécaniques acquis aux semestres précédents. A la fin du cours, l'étudiant doit être capable d'appliquer une méthode scientifique de conception à la création de tout nouveau système mécanique.

## CONTENU

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

Au pas suivant, une machine est décomposée en ses différents organes de base. On aborde ensuite l'étude d'un des éléments les plus complexes, la broche. L'étude se décompose en:

*Etude cinématique* : Celle-ci paraît simple (corps en rotation), mais montre des aspects nouveaux et importants.

*Etude statique* : Choix des paramètres d'une broche en fonction des caractéristiques micro et macrogéométrique de la surface à usiner, longueur optimale, caractéristiques et performances des différents types de paliers (rigidités, etc.).

*Etude dynamique* : Modélisation, fréquences propres, stabilité de coupe (vibrations auto entretenues liées à la coupe, broutage).

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

*Etude technologique*: Montage des différents éléments, méthodes de lubrification, de stabilisation thermique, étanchéité.

## OBJECTIVES

Learn how to design with scientific methods a mechanical system to meet a given set of specifications using the analytical tools and the knowledge of mechanical systems acquired in previous machine design courses. At the end of the course, the student should be able to apply the scientific design method to the design of any new mechanical system.

## CONTENT

This course is based on the analysis and synthesis of machine-tool elements and it begins with a first formal definition of the relevant design specifications for machines. In the next step, a machine is decomposed in its different basic elements. The study of one of the most complex elements, the spindle in then presented.

The study is divided in the following substudies:

*Kinetic analysis*: At first sight this analysis seems superfluous (body in simple rotation) but it reveals several new and important aspects.

*Static analysis*: Selection of spindle parameters as a function of the micro and macrogeometric characteristics of the surface to be machined with the spindle: optimal length, characteristics and performance of various types of bearings (in particular, stiffness calculation).

*Dynamic analysis* : Modeling, natural frequencies, cutting stability (selfexcited vibrations during cutting, chatter).

*Thermal analysis*: Lubrication theory, thermal constant of various spindle elements and of the bearings, thermal instability, and stability criterion.

*Technological study*: Assembly, lubrication, thermal stabilization and sealing methods.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra avec de nombreuses projections.	<b>NOMBRE DE CREDITS:</b> 4 avec Conception mécanique II
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> François Pruvot: Conception et calcul des machines-outils, volumes 1, 2 et 3.	<b>SESSION D'EXAMEN:</b> été
<b>LIAISON AVEC AUTRES COURS:</b> Ce cours s'appuie sur les cours de conception des semestres précédents et en élargit le contexte en passant de l'analyse des organes mécaniques simples à la synthèse et l'analyse des systèmes, en l'occurrence, les machines-outils	<b>FORME DU CONTROLE:</b> examen oral

*Préalable requis:* Méthodes de conception mécanique et de production

*Préparation pour:* Conception mécanique II

<b>Titre:</b> CONCEPTION MECANIQUE II	<b>Title:</b> MECHANICAL DESIGN II	
<b>Enseignant:</b> Olivier MARCHAND, chargé de cours EPFL/DGM		
<i>Section(s)</i> Génie mécanique	<i>Semestre</i> été <i>Oblig.</i> <i>Option</i> X <i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 28 <i>Par semaine:</i> 2 <i>Cours:</i> 2 <i>Exercices:</i> <i>Pratique:</i>

## OBJECTIFS

Comprendre la problématique de la conception pour la fabrication (design for manufacturing) par l'analyse de cas pratiques. Acquérir les bases concrètes permettant l'intégration des exigences de la fabrication, de l'assemblage, du montage, du réglage et du contrôle de qualité au processus de conception afin d'obtenir des systèmes mécaniques économiquement optimalisés. A la fin du cours, l'étudiant sera capable d'appliquer à toute nouvelle étude la méthode intégrée de conception scientifique.

## CONTENU

Le cours vise à donner à l'étudiant les moyens d'étendre la méthode de conception basée sur la dualité analyse-synthèse à l'économie de fabrication. Une première évaluation des conséquences d'une organisation chaotique entre bureau technique, méthodes, et fabrication sera faite afin d'en tirer une forme moderne et adaptée d'organisation. Ensuite, sur la base des résultats de l'analyse fonctionnelle et des exigences qui y sont liées, on déterminera le meilleur compromis sur la conception des pièces constitutives d'un système afin de garantir à la fois les performances exigées et la fabrication la plus simple, la plus rapide et la plus économique. La topologie et la métrique des pièces sont analysées et mises au service de l'économie et de la détermination du procédé global de fabrication. On illustrera par des exemples concrets la détermination de la gamme optimale d'usinage, de fabrication et de montage. La démarche sera guidée par des considérations économiques dans le respect des spécifications requises par la fonction finale. Un accent particulier sera mis sur le traitement des erreurs inévitables à "récupérer" dans la fabrication des pièces à haute valeur ajoutée ainsi que sur l'interchangeabilité.

## OBJECTIVES

With the help of case studies, understand the requirements underlying design for manufacturing methods. Acquire the necessary practical knowledge to be able to integrate the manufacturing, assembly, adjustment and quality control requirements to the design process in order to obtain economically optimum mechanical systems. At the end of the course, the student will be able to apply the integrated scientific design method to any new project.

## CONTENT

The course aims at giving the student the ability to extend the design method based on the iterative analysis/synthesis process to manufacturing economics. A first evaluation of the consequences of a chaotic organization of design, process planning and manufacturing divisions will be made in order to obtain the requirements for a modern well-adapted organization. Then on the basis of the results of a functional analysis and of the related requirements, one will seek the best compromise for the design of the parts of a system that will at simultaneously guarantee the required performances and the simplest fastest and most economical manufacturing process. Part topology and dimensions are analyzed to meet the cost requirements and select the global manufacturing process. Practical examples will be used to illustrate the selection of the optimum machining and assembly sequence. The approach will be guided by economic considerations while still fulfilling functional requirements. Special emphasis will be placed on how to handle unavoidable errors that must be corrected during manufacturing of parts with high manufacturing cost, as well as on interchangeability of parts.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT:** Ex cathedra; études de cas concrets de domaines divers; lecture de références choisies.

**NOMBRE DE CREDITS:** 4

avec Conception mécanique I

**BIBLIOGRAPHIE:** François Pruvot: Conception et calcul des machines-outils, volume 1, 2 et 3.

**SESSION D'EXAMEN:** été

**LIAISON AVEC AUTRES COURS:** Ce cours s'appuie sur les cours de conception des semestres précédents et est le complément direct au cours "Conception mécanique I"

**FORME DU CONTROLE:** examen oral

**Préalable requis:** Conception mécanique I

**Préparation pour:**

<b>Titre:</b> ECOULEMENTS BIPHASIQUES ET TRANSFERT DE CHALEUR	<b>Title:</b> TWO-PHASE FLOWS AND HEAT TRANSFER				
<b>Enseignants:</b> John R. THOME, professeur EPFL/DGM					
<i>Section(s)</i> Génie mécanique	<i>Semestre</i> hiver	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 56 <i>Par semaine:</i> 4 <i>Cours:</i> 4 <i>Exercices</i> <i>Pratique:</i>

**OBJECTIFS**

Ce cours est une introduction aux régimes d'écoulement biphasé (gaz, liquide et vapeur liquide) et transfert de chaleur avec changement de phase (condensation et évaporation).

**CONTENU**

1. Introduction aux régimes d'écoulement biphasé (annulaire, brouillard, à bulle, stratifié, etc...).
2. Cartes de régimes d'écoulement et théorie de transition.
3. Modèle d'écoulement homogène et hétérogène.
4. Condensation en films (Equation de Nusselt, modèles de faisceau de tubes, condensation sur surfaces améliorées).
5. Condensation en écoulement (effet de régimes d'écoulement, différents modèles et méthodes de calcul des écoulements dans des tubes lisses et améliorés).
6. Ébullition en vase (nucléarisation, dynamique des bulles, ébullition nucléée, modèle de flux de chaleur critique, vaporisation en films).
7. Évaporation en écoulement (modèles de transfert de chaleur, méthode de dimensionnement pour l'évaporation à l'intérieur et à l'extérieur des faisceaux des tubes).
8. Transfert de chaleur et de masse combinés en processus de changement de phase (condensation en présence de gaz non-condensable, évaporation de mélanges).

**OBJECTIVES**

The course is an introduction to two-phase flows (gas-liquid and vapor-liquid) and heat transfer with a phase change (condensation and evaporation).

**CONTENTS**

1. Introduction to Two-Phase Flow Patterns (annular, mist, bubbly, stratified, etc.).
2. Two-Phase Flow Pattern Maps and Transition Theory.
3. Homogeneous and Heterogeneous Flow Models.
4. Film Condensation (Nusselt equation, multitube models, condensation on enhanced fin geometries).
5. Convective Condensation (flow pattern effects, various models and methods for plain and internally enhanced channels).
6. Fundamentals of Pool Boiling (Nucleation, bubble dynamics, nucleate boiling, peak heat flux models, film boiling).
7. Convective boiling (heat transfer models and design methods for evaporation inside tubes and outside tube bundles).
8. Combined Heat and Mass Transfer in Phase Change Processes (condensation in presence of non-condensable gas and evaporation of mixtures).

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

**BIBLIOGRAPHIE:** Cours polycopiés

**LIAISON AVEC AUTRES COURS:**

*Préalable requis:* Transfert de chaleur et de masse

*Préparation pour*

**NOMBRE DE CREDITS:** 4

**SESSION D'EXAMEN:** printemps

**FORME DU CONTROLE:** oral

<b>Titre ECOULEMENTS TRANSITOIRES</b>	<b>Title: FLOW TRANSIENTS</b>				
<b>Enseignant:</b> François AVELLAN, professeur, Jean-Eustache PRENAT, chargé de cours EPFL/DGM					
<i>Section(s)</i> Génie mécanique <i>cours donné en 2002/03</i>	<i>Semestre</i> été	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 28 <i>Par semaine</i> 2 <i>Cours:</i> 2 <i>Exercices:</i> <i>Pratique:</i>

**OBJECTIF**

Maîtriser les phénomènes d'écoulements transitoires dans les circuits hydrauliques Appliquer les notions introduites aux cas des écoulements techniques.

**OBJECTIVE**

Physical understanding of the flow transients in hydraulic piping systems. Applying the corresponding concepts to the cases of "technical" flows.

**CONTENU**

- Les différents types d'écoulements transitoires dans les circuits hydrauliques, oscillations de masse, coup de bâlier.
- Oscillations de masse, pendule hydraulique, chambre d'équilibre.
- Équations du coup de bâlier. Célérité d'onde dans une conduite cylindrique.
- Caractère hyperbolique des équations du coup de bâlier, méthode des caractéristiques. Méthode graphique de Schnyder-Bergeron.
- Applications pour différentes conditions aux limites, surface rigide, réservoir, surface libre stationnaire ou variée, traitement des pertes énergétiques, cas d'une machine hydraulique, déclenchement d'une pompe.
- Méthodes numériques de résolution du coup de bâlier. Introduction au logiciel FLOWMASTER.
- La méthode des impédances. Impédance d'une conduite. Caractérisation d'une installation par la méthode des impédances.

**CONTENT**

- The different types of flow transient in the hydraulic piping systems, mass oscillatioion, water hammer.
- Mass oscillation, hydraulic pendulum, surge tank.
- Water hammer equations. Wave celerity in a cylindrical pipe.
- Hyperbolic characteristic of the water hammer equations. Graphical method of Schnyder-Bergeron.
- Application for different boudary conditions, rigid surface, tank, steady or varying free surface, head losses computation, hydraulic machine case, pump load rejection.
- Numerical methods for resolving a water hammer problem. Introduction to FLOWMASTER software.
- Impedance method. Pipe impedance. Resolving the characteristic of an installation by using the impedance method.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra, avec exercices.	<b>NOMBRE DE CREDITS:</b> 2
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	<b>SESSION D'EXAMEN:</b> été
Notes de cours polycopiées	
<b>LIAISON AVEC AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTROLE:</b> oral
<i>Préalable requis:</i> Mécanique des fluides, Introduction aux turbomachines	
<i>Préparation pour:</i>	

<b>Titre: ENERGETIQUE AVANCEE ET MOTEURS</b>			<b>Title: ADVANCED ENERGETICS AND ENGINES</b>			
<b>Enseignant: Daniel FAVRAT, professeur, François MARECHAL, chargé de cours EPFL-DGM</b>						
<i>Section(s)</i> Génie Mécanique	<i>Semestre</i> hiver	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i> X	<i>Heures totales:</i> 56	<i>Par semaine:</i> 4 <i>Cours:</i> 4 <i>Exercices:</i> <i>Pratique:</i>

## OBJECTIFS

Maîtriser les approches modernes de synthèse et d'analyse de systèmes et procédés thermiques y compris les systèmes mettant en jeu des réactions de combustion. Acquérir les bases méthodologiques d'appréciation des principaux enjeux environnementaux liés à l'utilisation des combustibles fossiles. Connaître les principales options technologiques et de modélisation en matière de moteurs à combustion interne en tant qu'excellent exemple de couplage entre contraintes mécaniques, thermiques et environnementales.

## CONTENU

### Energétique avancée

Rappel de la théorie de l'exergie et extension aux procédés non permanents et aux processus de combustion (pour une large gamme de combustible y compris ceux dérivés de la biomasse). Utilisation rationnelle de l'énergie (audits énergétiques, indicateurs, etc.). Intégration énergétique de procédés thermiques continus et discontinus (batch) avec la méthode du pincement : 1) ciblage du minimum d'énergie requise par composites, conception du réseaux d'échangeurs de chaleur, 2) pistes d'amélioration des procédés, 3) intégration de la combustion, placement des pompes à chaleur des cycles de réfrigération et des unités chaleur-force : turbines à gaz, moteurs et réseau vapeurs, etc...

### Moteurs à combustion interne :

Principes de fonctionnement (Diesel, Otto, etc.). Principes mécaniques (cinématique et dynamique, équilibrage) et thermodynamiques (bases de calcul de cycle, combustion en régime non permanent, etc.). Caractérisation des gaz de combustion et formation des polluants, méthodes et moyens de réduction des émissions. Allumage, suralimentation, analyse de bruit et prévention. Nouveaux développements : concepts mixtes, injection directe d'essence, gestion électronique, diagnostic à bord, etc.

## OBJECTIVE

To master the modern methods of synthesis and analysis of thermal systems and processes including systems relying on combustion. To acquire the theoretical bases required to account for the main environmental challenges linked to the use of fossil fuels. To know the main technological and methodological options in the design and use of internal combustion engines, which are excellent examples to illustrate the coupling with tradeoffs between mechanical, thermal and environmental constraints.

## CONTENT

### Advanced energetics

Reminder of **exergy theory** and extension to time dependent problems as well as to **combustion** processes (over a wide range of fuels including biofuels). Rational use of energy (energy audits, indicators,...). Energy integration of continuous and batch processes with **pinch technology** 1) targeting the minimum energy requirements of a process from composites, heat exchanger networks design, 2) target process modifications, 3) Satisfy the energy requirement : combustion integration, optimal placement of heat pumps, refrigeration cycles and combined heat and power units : gas turbines, engines, steam networks, ...

### Internal combustion engines :

Operation principles (Diesel, Otto, etc.). Mechanical principles (kinematics, dynamics, balancing). Thermodynamic principles (cycle modeling, time dependent combustion, etc.). Characterization of combustion gases and production of pollutants, methods and means of emissions reduction. Ignition, supercharging, noise analysis and prevention. New concepts: mixed systems, direct gasoline injection, electronics and on board diagnosis.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> ex cathedra avec exemples et exercices	<b>NOMBRE DE CREDITS:</b> 4
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Feuilles polycopiées.	<b>SESSION D'EXAMEN:</b> printemps
<b>LIAISON AVEC AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTROLE:</b> oral
<i>Préalable requis:</i> Thermodynamique et énergétique, transfert de chaleur et de masse <i>Préparation pour:</i>	

<b>Titre:</b> FIABILITE ET SECURITE DES SYSTEMES TECHNIQUES	<b>Title:</b> RELIABILITY AND SAFETY OF TECHNICAL SYSTEMS	
<b>Enseignant:</b> Heinz BARGMANN, professeur TU Wien, chargé de cours EPFL/DGM		
<b>Section(s)</b> Génie mécanique	<b>Semestre</b> hiver <b>Oblig.</b> <b>Option</b> X <b>Facult.</b>	<b>Heures totales:</b> 28 <b>Par semaine:</b> 2 <b>Cours:</b> 2 <b>Exercices:</b> <b>Pratique:</b>

**OBJECTIFS**

Identifier des mécanismes de défaillance potentiels, prédire la fiabilité et la disponibilité des composants et des systèmes (produits, procédés et installations complexes).

**CONTENU****I. Succès et défaillance des systèmes**

Principe de décomposition des systèmes complexes. Structures en série, en parallèle et du type “*k*-parmi-*n*”. Groupe de succès. Redondances. Composants à multiples états. Défaillances dépendantes. Arbre des conséquences et arbre des causes. Exemple: perte du caloporteur d'une centrale nucléaire. Exemple: incendie à la maison. Arbre des causes et graphe de succès. Le “risque” classique.

**II. Fiabilité et disponibilité**

Disponibilité. Fiabilité, taux de défaillance et durée de vie moyenne. Maintenabilité, taux de réparation et durée de réparation moyenne. Données de défaillance. Structure en série. Structure en parallèle. Dépendance des composants: graphe de MARKOV. Redondances actives et passives.

**III. La physique des composants**

Processus homogènes. Critère de succès. Probabilité de succès. Exemple: cuve d'un réacteur nucléaire. Prédiction du taux de défaillance. “Facteur de sécurité” vs probabilité de succès.

**IV. Catalogue de mécanismes de défaillances**

Processus non homogènes: vue d'ensemble de la thermomécanique. Prévision des sollicitations: aéroélasticité. Exemples illustratifs: déformations irréversibles; fatigue et rupture brutale; usure; flambage global et local; flambage thermique; chocs thermiques; relaxation de contraintes; flambage par fluage; rupture par fluage.

**OBJECTIVES**

Identify potential failure mechanisms, predict reliability and availability of components and systems (products, processes, and complex installations).

**CONTENT****I. Systems success and failure**

Principle of decomposition of complex systems. Series, parallel, and “*k*-out of-*n*” type structures. Success graph. Redundancies. Multiple-state components. Dependent failures. Event tree and fault tree. Example: loss of coolant of a nuclear reactor. Example: home fire. Fault tree and success graph. The classical concept of “risk”.

**II. Reliability and availability**

Availability. Reliability, failure rate, and mean lifetime. Maintainability, repair rate, and mean repair rate. Failure data. Series structure. Parallel structure. Dependent components: MARKOV graph. Active and passive redundancies.

**III. Physics of components**

Homogeneous processes. Success criterion. Probability of success. Example: nuclear reactor pressure vessel. Prediction of failure rates. “Safety factor” vs probability of success.

**IV. Catalogue of failure mechanisms**

Nonhomogeneous processes: overall view of thermomechanics. Revision of loading conditions: aeroelasticity. Illustrative examples: irreversible deformations; fatigue and catastrophic failure; wear; global and local buckling; thermal buckling; thermal shock; stress relaxation; creep buckling; creep rupture.

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

**BIBLIOGRAPHIE:** fascicules divers

**LIAISON AVEC AUTRES COURS:**

*Préalable requis:*

*Préparation pour:*

**NOMBRE DE CREDITS:** 2

**SESSION D'EXAMEN:** printemps

**FORME DU CONTROLE:** oral

<b>Titre: FILIERES DE CONVERSION D'ENERGIE</b>		<b>Title: CONVERSION OF ENERGY</b>									
<b>Enseignant: Daniel FAVRAT, professeur EPFL-DGM, Rakesh CHAWLA, prof. EPFL-DP</b>											
<b>Augustin MC EVOY, chargé de cours EPFL-DC</b>											
<i>Section(s)</i> Génie mécanique	<i>Semestre</i> été	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i> X	<i>Heures totales:</i> <i>Par semaine:</i> <i>Cours:</i> <i>Exercices:</i> <i>Pratique:</i>	56 4 4					

## OBJECTIFS

Connaître les principales filières de conversion d'énergie primaire en électricité, y compris chaleur-force et les filières de pompes à chaleur et de réfrigération, ainsi que les lois et principes physiques sur lesquels elles sont basées. Être capable de prédimensionner les composants principaux des filières thermiques. Connaître les principales implications environnementales et les risques liés à ces filières, ainsi que les perspectives technologiques de réduction.

## CONTENU

**Eléments d'énergétique générale:** bilans énergétiques mondiaux et tendances, etc.

**Thermodynamique des mélanges** de substances chimiques différentes (potentiels chimiques, loi de Raoult, diagramme de phase de mélange binaire - diagramme de Merkel, équations d'état, etc.)

**Filières de pompes à chaleur (y.c. réfrigération):** synthèse, cycles à compression (de gaz-Stirling, de vapeur-Rankine et Lorenz, cycles à ab- ou adsorption (y.c. transformateur de chaleur et cycles à diffusion). Les fluides frigorigènes et leur problématique environnementale et de sécurité (potentiel d'atteinte à la couche d'ozone, de réchauffement global, etc.).

**Filières de conversion d'énergie primaire en électricité:** synthèse, centrales thermiques avancées à combustibles fossiles, filières de conversion directe (electrochimique, photovoltaïque: piles primaires et secondaires, à combustible, solaire, thermoélectrique), **filières nucléaires:** notions de physique nucléaire - fission - taille critique d'un réacteur - cycles du combustible - centrales nucléaires (conception physique, thermohydraulique du cœur, contrôle, principales filières) - environnement - sécurité.

## OBJECTIVE

To know the main technologies for the conversion of primary energy to electricity (including cogeneration) and for heat pumping and refrigeration, as well as the main laws on which they are based. To be capable of dimensioning the main components of the corresponding thermal processes. To become familiar with the main environmental implications and risks, as well as the technological perspectives for reducing them.

## CONTENT

**Elements of general energetics:** worldwide energy consumption and trends, etc.

**Thermodynamics of mixtures** of different chemical species (chemical potentials, Raoult's law, phase diagram of binary mixtures - Merkel diagram, state equations, ...).

**Technologies for heat pumping (incl. refrigeration):** synthesis, compression cycles (gas- Stirling, vapor-Rankine or Lorenz), absorption cycles (incl. heat transformer and diffusion cycles). Refrigerants, safety and environment (potentials for ozone layer reduction or global warming, ....).

**Technologies for energy conversion to electricity:** synthesis, advanced fossil fuels thermal power plants, technologies for direct energy conversion (electrochemical and photo-voltaic: primary and secondary batteries, fuel cells, solar cells, thermoelectric), **nuclear power plants:** nuclear physics elements - fission - critical size of a reactor - fuel cycles - nuclear power plants (physics design, thermohydraulics of the core, control, principal types of power plants) – environmental aspects - safety.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT:** Ex cathedra av. expl.& exercices

**BIBLIOGRAPHIE:** Cours polycopiés. Bibliographie.

**LIAISON AVEC AUTRES COURS:**

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

*Préparation pour:*

**NOMBRE DE CREDITS:** 4

**SESSION D'EXAMEN:** été

**FORME DU CONTROLE:** oral

<b>Titre: GESTION DE PRODUCTION I</b>	<b>Title: PRODUCTION MANAGEMENT I</b>				
<b>Enseignant: Rémy GLARDON, professeur EPFL/DGM</b>					
<i>Section(s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i>
Génie mécanique	hiver		X		28
Microtechnique	hiver		X		2
					<i>Cours:</i>
					2
					<i>Exercices:</i>
					2
					<i>Pratique:</i>

## OBJECTIFS

L'étudiant doit être capable de

1. Comprendre les aspects principaux du fonctionnement de l'entreprise de production en tant que système et reconnaître les principaux types d'organisations de la production.
2. Maîtriser les bases des éléments fondamentaux de la production et de la logistique interne (nomenclatures, gestion des besoins, gestion des stocks, méthodes de planification, de suivi et d'ordonnancement)
3. Comprendre le fonctionnement et les critères d'optimisation de la gestion de stock. Connaître les méthodes de réapprovisionnement et dimensionner les paramètres de gestion sur une base statistique.
4. Maîtriser les principes de fonctionnement de la planification de production sur une base MRP. Comprendre et appliquer les méthodes de planification des ressources.

## CONTENU

l'entreprise de production en tant que système ; les flux de matière, d'information et financier ; les défis technico-économiques ; les types d'organisations de production

la structure des coûts et des produits, nomenclatures et codification

la gestion des stocks ; méthodes de réapprovisionnement, dimensionnement statistique des niveaux de gestion, bases d'optimisation, mesure des performances planification et suivi de la production ; niveaux de gestion, plan industriel et commercial, méthodes MRP, plan directeur de production.

## OBJECTIVES

The student should be capable of

1. Understanding the main characteristics of the manufacturing enterprise as a system and the major types of production organizations.
2. Mastering the basic elements of the production and internal logistic (bill of material, demand and inventory management, planning, control and scheduling)
3. Understanding the working principles and the optimization criteria of inventory management. Using the replenishment methods and calculating the parameters on a statistical basis.
4. Mastering the working principles of production planning on an MRP basis. Understanding and applying the capacity planning methods.

## CONTENTS

- ♦ the manufacturing enterprise as a system ; material, information and financial flows; the various production organization types
- ♦ the product and cost structures; bill of material and codification
- ♦ inventory management; replenishment methods, statistical determination of the control levels, optimization and performance criteria.
- ♦ production planning and control ; levels of planning, general industrial plan, the MRP method, master production scheduling plan.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT:** cours ex cathedra, travaux le groupe, présentation d'étudiants, exercices et lectures individuelles hors cours, visite d'entreprises

**BIBLIOGRAPHIE:** notes polycopiées et livres de références

**MAISON AVEC AUTRES COURS:** Gest. de production II

*réalable requis:*

*préparation pour:* projets de semestre et diplôme

**NOMBRE DE CREDITS:** 4  
avec Gestion de production II

**SESSION D'EXAMEN:** été

**FORME DU CONTROLE:** oral

<b>Titre: GESTION DE PRODUCTION II</b>		<b>Title: PRODUCTION MANAGEMENT II</b>				
<b>Enseignant: Rémy GLARDON, professeur EPFL/DGM</b>						
<i>Section(s)</i>		<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i>
Génie mécanique		été		X		28
Microtechnique		été		X		2
					<i>Par semaine:</i>	2
					<i>Cours:</i>	2
					<i>Exercices:</i>	
					<i>Pratique:</i>	

**OBJECTIFS**

L'étudiant doit être capable de :

1. Comprendre le fonctionnement de la génération des besoins, ses enjeux et ses limites. Choisir et appliquer les méthodes mathématiques de prévision.
2. Comprendre les principes et les limites des méthodes de gestion des flux basées sur les principes du juste à temps. Dimensionner des systèmes KANBAN.
3. Comprendre les nouveaux défis et les développements récents en gestion de production et logistique interne. Identifier les avantages, inconvénients, limites et contraintes de méthodes mixtes de gestion de la production.
4. Comprendre et appliquer les principes et la méthodologie de la modélisation et de la simulation par ordinateur en gestion de production. Modéliser, simuler et interpréter les résultats d'un système de production simple à l'aide d'outils logiciels existants.

**OBJECTIVES**

The student should be capable of

1. Understanding the working principles of the demand determination, its challenges, constraint and limitations. Choosing and applying the mathematical forecasting methods.
2. Understanding the characteristics and limitations of production planning and control methods based on the just in time principle. Designing and dimensioning KANBAN systems.
3. Understanding the new challenges of and the most recent developments in production planning and control and in inbound logistic. Identifying the advantages, disadvantages, limitations and constraints of mixed production planning methods.
4. Understanding and applying the principles and methodologies of computer modelling and simulation in production planning and control. Modelling, simulating and interpreting the results of a simple production system using existing software tools.
- 5.

**CONTENU**

- ◆ la génération des besoins, objectifs, moyens, contraintes ; types de prévisions, méthodes mathématiques de prévision; méthodes mixtes.
- ◆ le juste à temps, objectifs, principes de base ; la méthode KANBAN, dimensionnement des systèmes KANBAN, heuristiques ; conditions de fonctionnement et limites des méthodes JIT.
- ◆ évolution de la gestion de production, les nouveaux défis ; méthodes mixtes de gestion de la production ; nouveaux développement et perspectives.
- ◆ la modélisation et la simulation par ordinateur, objectifs, principes de base de la simulation par événement discrets; méthodologie, contraintes et limites de la simulation en gestion de production ; types de logiciels. application au dimensionnement de systèmes de production et aux outils d'aide à la décision.

**CONTENTS**

- ◆ demand management, goals, methods, constraint; types of forecasts, mathematical forecasting methods; mixed methods.
- ◆ just in time; objectives, basic principles; the KANBAN method, dimensioning of KANBAN systems, heuristics; functioning conditions and limitations of JIT methods.
- ◆ evolution of production planning and control ; the new challenges ; mixed methods in production planning and control ; new developments and future trends
- ◆ computer modelling and simulation, goals, basic principles of the discrete event simulation; methodology, constraint and limitations of computer simulation in production planning and control; families of software tools. Application to the dimensioning of production systems and in decision support tools.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT:** cours ex cathedra, travaux de groupe, présentation d'étudiants, exercices et lectures individuelles hors cours, visite d'entreprises

**BIBLIOGRAPHIE:** notes polycopierées et livres de références

**LIAISON AVEC AUTRES COURS:**

*Préalable requis:* Gestion de production I

*Préparation pour:* projets de semestre et diplôme

**NOMBRE DE CREDITS:** 4  
avec Gestion de production I

**SESSION D'EXAMEN:** été

**FORME DU CONTROLE:** oral

<i>qTitre:</i>	<b>IDENTIFICATION ET COMMANDE I</b>		<i>Title:</i>	<b>IDENTIFICATION AND CONTROL I</b>	
<i>Enseignant:</i>	<b>Dominique BONVIN, professeur EPFL/DGM</b>				
<i>Section(s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 28
GENIE MECANIQUE.....	hiver	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

L'étudiant apprendra à modéliser des systèmes dynamiques sur la base de mesures entrée-sortie. Il maîtrisera les possibilités offertes par certains logiciels modernes d'analyse et d'identification (MATLAB).

**GOALS**

This course covers the identification of dynamic systems, i.e., the modeling of these systems on the basis of input/output data. The possibilities offered by modern software packages such as MATLAB for both system identification and control system analysis will be discussed.

**CONTENU**

- Types de modèles dynamiques
- Méthode de corrélation
- Analyse spectrale
- Modèles paramétriques
- Identification des paramètres
- Validation du modèle
- Aspects pratiques de l'identification
- Projet individuel

**CONTENTS**

- Model types
- Correlation method
- Spectral analysis
- Parametric models
- Parameter identification
- Model validation
- Practical aspects of identification
- Individual project

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Cours avec exemples, exercices et projet individuel	<b>NOMBRE DE CREDITS</b>	4
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	Cours polycopié "Identification de systèmes dynamiques"	<b>avec Identification et commande II</b>	
<b>SESSION D'EXAMEN</b>		<b>été</b>	
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		<b>FORME DU CONTROLE:</b>	oral
<i>Préalable requis:</i>	Automatique I et II		
<i>Préparation pour:</i>	Identification et commande II		

<b>Titre:</b>	<b>IDENTIFICATION ET COMMANDE II</b>		<b>Title:</b>	<b>IDENTIFICATION AND CONTROL II</b>		
<b>Enseignant:</b>	<b>Roland LONGCHAMP, professeur EPFL/DGM</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales:</b>	28
GENIE MECANIQUE	été	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>	2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours</b>	2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices</b>	
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>	

**OBJECTIFS**

L'étudiant sera en mesure de synthétiser des régulateurs polynomiaux. Il pourra réaliser des régulateurs adaptatifs et maîtrisera des algorithmes d'auto-ajustement des régulateurs PID.

**GOALS**

The student will be able to design polynomial controllers. Moreover, he will know to implement adaptive controllers and how to automatically tune PID controllers.

**CONTENU**

- Régulateur RST polynomial
- Commande adaptative
- Auto-ajustement des régulateurs PID

**CONTENTS**

- RST polynomial controller
- Adaptive control
- Auto-tuning of PID controllers

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Ex cathedra. Démonstrations et exercices intégrés.	<b>NOMBRE DE CREDITS</b>	4
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	R. Longchamp, Commande numérique de systèmes dynamiques, PPUR, 1995.	<b>avec Identification et commande I</b>	
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		<b>SESSION D'EXAMEN</b>	été
<i>Préalable requis:</i>	Automatique I, II, Identification et commande I	<b>FORME DU CONTROLE:</b>	oral
<i>Préparation pour:</i>			

<b>Titre:</b> INGENIERIE BASEE SUR LE CYCLE DE VIE DU PRODUIT	<b>Title:</b> LIFE-CYCLE PRODUCT SYSTEMS ENGINEERING
<b>Enseignant:</b> Paul XIROUCHAKIS, professeur EPFL/DGM	
<i>Section(s)</i> Génie mécanique	<i>Semestre</i> été <i>Oblig.</i> <i>Option</i> X <i>Facult.</i> <i>Heures totales:</i> 28 <i>Par semaine:</i> 2 <i>Cours:</i> 1 <i>Exercices:</i> <i>Pratique:</i> 1

## OBJECTIF

Le but du cours est de transmettre aux étudiants les concepts, les méthodes et les algorithmes de base de la conception de produit en rapport avec le cycle de vie. L'étudiant va apprendre des méthodes d'optimisation multi-critères pour faire des compromis et optimiser la conception d'un produit des différents aspects de son vie. Il va apprendre des méthodes des graphes pour optimiser la planification de toute la vie d'un produit. Finalement il va apprendre des méthodes pour l'ordonnancement des opérations de reutilisation pour des produits simples ou complexes. Les étudiants travailleront sur des exercices théoriques et des projets de conception de produits écologiquement corrects.

## CONTENU

Introduction aux méthodes d'évaluation écologique de produits  
Méthodes de conception pour X (pour assemblage, démontage, maintenance, etc.) et méthodes d'optimisation multi-critères  
Planification de la fin de vie des Produits  
Critères d'évaluation  
Représentation des plans de fin de vie à l'aide des graphes et/ou  
Algorithmes de groupement (pour des matériaux compatibles, pour l'élimination, pour démontage etc.)  
Recherche et Optimisation à l'aide des Graphes  
Génération de suggestions pour la Re-Conception  
Ordonnancement de la Refabrication  
Ordonnancement pour le Démontage  
Structures des Produits Simples et Complexes

## OBJECTIVE

The goal of this course is to introduce to the student some basic concepts, methods and algorithms in computer aided life-cycle product systems engineering. The student will learn multi-criteria optimization methods to make trade-offs and optimize the design of a product from different points of view. He will also learn graph-based methods to optimize the planning of the whole life cycle of a product. Finally he will learn methods to optimize the scheduling of remanufacturing operations for products with simple and complex structures and part commonality. Theoretical exercises and projects will complement the course.

## CONTENT

Introduction to Methods for the Environmental Assessment of Products  
Methods for design for X (Assembly, Disassembly, Maintenance, Environment etc.) and Multi-Criteria Optimization Methods  
Product End-of-Life (EOL) Planning  
Evaluation Criteria  
AND/OR Graph Representation of EOL Plans  
Clustering Algorithms (for Compatible Materials, for Disposal, for Similar Disassembly Operations etc.)  
Graph-Based Search and Optimization  
Graph-based Generation of Redesign Hints  
Remanufacturing Scheduling  
Scheduling for Disassembly-Reverse MRP  
Single and Multiple Product Structures with Parts Commonality

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT:** cours, exercices et projets

**BIBLIOGRAPHIE:** polycopié et références du cours..

**LIAISON AVEC AUTRES COURS:**

*Préalable requis:* Introduction à la CFAO, Méthodes de Conception et assemblage, Méthodes de Conception et de production

*Préparation pour:*

**NOMBRE DE CREDITS:** 2

**SESSION D'EXAMEN:** été

**FORME DU CONTROLE:** examen oral

<b>Titre:</b> INSTABILITE ET TURBULENCE	<b>Title:</b> INSTABILITY AND TURBULENCE				
<b>Enseignant:</b> Emmanuel LERICHE, chargé de cours EPFL/DGM					
<i>Section(s)</i> Génie mécanique	<i>Semestre</i> été	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i> X	<i>Heures totales</i> 56 <i>Par semaine</i> 4 <i>Cours</i> 4 <i>Exercices</i> <i>Pratique</i>

**OBJECTIF**

Développer la compréhension des phénomènes complexes de déstabilisation d'écoulements laminaires, de transition et d'écoulements turbulents. Le cours et les projets seront axés sur les applications choisies parmi les domaines suivants :

**OBJECTIVE**

Developing an understanding of the complex phenomena leading to the destabilization of laminar flows, transition and turbulent flows. The course and the projects will address topics chosen among the following list :

**CONTENU****I. Stabilité des écoulements :**

Principes de la théorie de stabilité des écoulements laminaires: méthodes des petites perturbations, formulation mathématique, problème aux valeurs propres, équation de Orr-Sommerfeld. Applications aux couches limites sur une plaque plane: ondes de Tollmien, résultats expérimentaux. Effets du gradient de pression. Effet de l'aspiration sur la couche limite. Effets dus au transfert de chaleur et à la compressibilité. Perturbations tridimensionnelles. Transition laminaire-turbulent des écoulements : dans une conduite, couche limite. Influence de la rugosité sur la transition.

**II. Modélisation de la turbulence :**

Echelles de turbulence et la cascade d'énergie de Kolmogorov. Décomposition de Reynolds d'écoulements turbulents : champ moyen et fluctuant, contraintes turbulentes, couches limites turbulentes. Modèle de la longueur de mélange. Profil logarithmique de vitesse. Modèle à une équation. Modèle à deux équations : k- $\epsilon$  linéaire et non-linéaire. Simulation des grandes échelles. Discussion de cas tests.

**CONTENT****I. Flow stability :**

Principles of laminar flow stability theory: method of the small perturbations, mathematical formulation, the eigenvalue problem. Orr-Sommerfeld equation. Application to the boundary layer on a flat plate : Tollmien's waves, experimental results. Effects of the pressure gradient. Effect of boundary layer suction. Effects due to heat transfer and compressibility. Three-dimensional perturbations. Laminar turbulent transition of laminar flow : flow in a conduit, boundary layer. Influence of roughness on the transition.

**II. Modelling of turbulence :**

Turbulence scales and Kolmogorov's energy cascade. Reynolds decomposition of turbulent flows : mean and fluctuating field, turbulent stresses, turbulent boundary layers. The mixing length model. Logarithmic velocity profile. One-equation model. Two-equations models : linear and non-linear k- $\epsilon$ . Large eddy simulation. Discussion of test cases.

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

**BIBLIOGRAPHIE:** Notes polycopiées. Littérature courante.

**LIAISON AVEC AUTRES COURS:** Mécanique des Fluides, Thermodynamique, Transfert de chaleur et de masse

**Préalable requis:** Mécanique des fluides incompressibles

**Préparation pour:**

**NOMBRE DE CREDITS:** 4

**SESSION D'EXAMEN:** été

**FORME DU CONTROLE:** oral

<b>Titre:</b>	<b>INTRODUCTION AU PROJET DE CONCEPTION MECANIQUE</b>		<b>Title:</b>	<b>INTRODUCTION TO MECHANICAL DESIGN PROJECT</b>		
<b>Enseignants:</b>	<b>Jacques GIOVANOLA, professeur EPFL/DGM</b>					
<b>Section(s)</b> Génie mécanique	<b>Semestre</b> 6	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b> X	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales:</b> <i>Par semaine:</i>	<b>70</b> <b>5</b>
					<b>Cours:</b> <b>Exercices:</b>	<b>2</b> <b>3</b>
					<b>Pratique:</b>	<b>3</b>

## OBJECTIFS

Apprendre et mettre en pratique une méthodologie de la conception tenant compte du cycle de vie de la machine et les exigences de l'ingénierie parallèle. Appliquer la méthode scientifique de conception basée sur l'analyse et la compréhension de systèmes existants pour faire la synthèse de nouveaux systèmes. Utiliser efficacement les méthodes CAO. Apprendre à travailler en groupe, à documenter un projet, à préparer un rapport, à faire des présentations techniques orales, à prendre des décisions techniques et à les justifier.

## CONTENU

Les méthodes d'organisation et d'évaluation de projets, ainsi que ainsi que des outils d'analyse de simulation et de gestion informatisés seront présentés formellement.

Les étudiants s'organiseront en groupes, pour réaliser un projet. Des projets industriels seront proposés. Les étudiants devront préciser le cahier des charges pour leur projet et seront responsables de trouver l'information nécessaire à sa réalisation.

Chaque groupe présentera oralement l'état d'avancement de son projet au reste de la classe à deux reprises durant le semestre, et soumettra un rapport écrit à la fin du semestre. Chaque étudiant tiendra un carnet de projet documentant son travail.

Tous les outils informatiques nécessaires à la conception seront mis à la disposition des groupes avec l'encadrement pédagogique nécessaire.

Si le désirent, les étudiants pourront faire une analyse environnementale du cycle de vie (ACV) de leur projet avec appui du Prof. Jolliet (DGR).

## OBJECTIVES

Learn and apply a design methodology that takes into account Life cycle and concurrent engineering principles. Apply the scientific design method based on the analysis and understanding of existing system for the synthesis of new systems. Use CAD/CAM tools efficiently. Learn how to work in group, document your project, write a report, make oral presentations, make and justify a technical decision.

## CONTENT

Project organization and evaluation methods, as well as computer based analytical simulation and management tool will be formally introduced

Students will organize in groups, working on different projects. Industrial projects will be available. Students will establish a list of specifications for their projects and will be responsible for finding the information required to perform the project.

Twice during the semester, each group will orally present the progress in their project to the rest of the class. Each group will also submit a written report at the end of the semester. Each student will keep a project notebook to document her/his work.

All useful computer programs will be made available together with the necessary teaching staff assistance.

If they wish, students will be able to conduct an environmental life cycle analysis of their project under the supervision of Prof. Jolliet (DGR).

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> En salle de dessin et en salle de CAO, projets en groupes	<b>NOMBRE DE CREDITS:</b> 5
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> polycopiés et documentation, bibliothèque	<b>SESSION D'EXAMEN:</b> été
<b>MAISON AVEC AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTROLE:</b> présentation orale et projet noté
' <i>réparation pour:</i> Conception mécanique ' <i>réquis pour:</i> projets de conception 7 <sup>ème</sup> et 8 <sup>ème</sup> semestres	

<b>Titre:</b> INTRODUCTION AUX TURBOMACHINES	<b>Title:</b> INTRODUCTION TO TURBOMACHINERY					
<b>Enseignant:</b> François AVELLAN, prof. EPFL/DGM, Albin BOELCS, prof. EPFL/DGM						
<i>Section(s)</i> Génie Mécanique	<i>Semestre</i> 6	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales</i> <i>Par semaine</i> <i>Cours</i> <i>Exercices</i> <i>Pratique</i>	28 2 2

**OBJECTIF**

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****I TURBOMACHINES HYDRAULIQUES**

1. Introduction au machines hydrauliques, applications principales, machines réceptrices ou motrices.
2. caractéristiques hydrauliques d'un circuit : débit, énergie massique d'une section, pertes énergétiques.
3. Mouvement en repère tournant : triangle des vitesses, intégrale première de la quantité de mouvement dans le repère relatif, application à la roue de turbine Pelton
4. Travail d'une roue: Equation d'Euler, caractéristiques hydrauliques d'une roue en mode pompe ou turbine.
5. Tracé élémentaire d'une roue de pompe-turbine, d'éolienne ou de propulseur

**II TURBOMACHINES THERMIQUES**

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
3. Théorie élémentaire des turbines axiales et radiales : Calcul élémentaire des turbines
4. Théorie élémentaire des turbines axiales et radiales : Calcul élémentaire des compresseurs
5. Caractéristiques de fonctionnement des turbomachines.

**OBJECTIVE**

By using the modern fundamental engineering methods, to know how to properly design the primary components of a turbomachine while taking into account such important considerations as performance, durability, pollution and cost. In each chapter, the basic theories and principles are first explained, followed by discussions of practical applications as well as step-by-step descriptions of some typical examples.

**CONTENT****I HYDRAULIC TURBOMACHINERY**

1. Introduction to the hydraulic machine domain, main uses, driving or receiving machines.
2. Hydraulic characteristics of a piping system, discharge, specific energy of a cross section, energetic losses..
3. Motion in a rotating frame of reference : velocity polygon, 1<sup>st</sup> integral of the moment of momentum of the relative flow, application to the Pelton turbine runner.
4. Work received/done by a runner/impeller : Euler equation, hydraulic characteristics of a runner/impeller.,
5. Elementary design of a runner/impeller of a Francis pump-turbine, a wind turbine or a propeller

**II THERMAL TURBOMACHINERY**

1. Introduction: Development, types and use of turbomachines, trends in development, economical aspects
2. Principles of operation: Equation of energy in the absolute and relative systems, work in the ideal and real turbomachine, efficiency, principles of gas turbine operation
3. Elementary theory of axial and radial turbines: Elementary calculation of turbines
4. Elementary theory of axial and radial compressors: Elementary calculation of compressors
5. Characteristics of turbomachinery operation

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> ex cathedra avec exercices <b>BIBLIOGRAPHIE:</b> cours polycopiés <b>LIAISON AVEC AUTRES COURS:</b> <i>Préalable requis:</i> Mécanique des fluides, Transfert de chaleur et de masse, Science des matériaux, Dynamique appliquée, Construction <i>Préparation pour:</i>	<b>NOMBRE DE CREDITS:</b> 2 <b>SESSION D'EXAMEN:</b> été <b>FORME DU CONTROLE:</b> écrit
---	--

<b>Titre:</b> MECANIQUE DE LA RUPTURE	<b>Title:</b> FRACTURE MECHANICS
<b>Enseignants:</b> John BOTSIDIS, professeur EPFL/DGM	
<i>Section(s)</i> Génie mécanique	<i>Semestre</i> été
	<i>Oblig.</i>
	X
	<i>Facult.</i>
	<i>Heures totales</i>
	42
	<i>Par semaine</i>
	3
	<i>Cours</i>
	3
	<i>Exercices</i>
	<i>Pratique</i>

## **OBJECTIFS**

Se familiariser avec la théorie moderne de la rupture: les concentrations de contraintes, les divers modes de rupture, les facteurs d'intensité de contrainte et les taux de restitution d'énergie en matériaux linéaire et non-linéaire.

## **OBJECTIVES**

Become acquainted with the modern theory of fracture mechanics, stress singularities, the various fracture modes, stress intensity factors and energy release rates in linear and no-linear materials.

## CONTENU

- Introduction aux théories classiques de la résistance et de la rupture des matériaux. Concentrations de contraintes. Modèles continus d'endommagement: mérites et limites.
  - Problèmes de singularités en élasticité linéaire. Distribution de contrainte autour d'une fissure. Facteur d'intensité de contrainte et taux de restitution d'énergie. Ténacité à la rupture. Mécanique de la rupture élastoplastique. L'intégrale J. Interaction entre fissures et autres inclusions. Modèles de propagation de fissure et d'endommagement. Applications à la rupture de matériaux composites.
  - Choix de matériaux de résistance optimale à la rupture et à la fatigue. Critères de conception.
  - Techniques expérimentales de la mécanique de la rupture. Mesure de ténacité à la rupture. Mesure du facteur d'intensité de contrainte par interférométrie speckle.

## CONTENT

- Review of the classical theories of strength and damage mechanisms in various materials. Stress concentrations. Continuum damage models: merits and limitations.
  - Singular problems in linear elasticity theory. Stress distribution around a crack. Stress intensity factors and energy release rates. Fracture toughness. Elastoplastic fracture mechanics. J-integral. Crack interaction with microcracks and second phase inclusions. Crack propagation models and damage modeling. Applications to fracture of composite materials.
  - Materials choice for optimum toughness and fatigue resistance. Design criteria.
  - Experimental methods in fracture mechanics. Fracture toughness test. Measurement of stress intensity factor by speckle interferometry.

## FORME DE L'ENSEIGNEMENT: en cours

**BIBLIOGRAPHIE:** notes polyacryliques partielle

#### **LIEN AVEC AUTRES COURS**

*'réalable requis: Mécanique des milieux solides et fluides.*

## Réparation pour

**NOMBRE DE CREDITS:**

**SESSION D'EXAMEN:**

#### **FORME DU CONTRÔLE:**

**Titre: MECANIQUE DES CONTACTS ET TRIBOLOGIE**

**Title: CONTACT MECHANICS AND TRIBOLOGY**

**Enseignant: Alain CURNIER, professeur EPFL/DGM**

Section(s)	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales	28
Génie mécanique	hiver		X		Par semaine	2
					Cours	2
					Exercices	
					Pratique	

## OBJECTIF

S'initier à la mécanique des contacts entre solides et à la tribologie des matériaux ; notamment à la modélisation mécanique et à la formulation mathématique des phénomènes de contact unilatéral et de frottement sec ; par le biais de problèmes discrets élémentaires et en utilisant les outils modernes de l'analyse convexe non régulière.

## CONTENU

### 1. Introduction

Notion, motivation, définition. Orientation, connexion, difficulté. Historique, références, objet, notation.

### 2. Contact unilatéral : modélisation mécanique

Mécanique du contact : écart géométrique, pression statique, travail énergétique.

Tribologie : loi de contact unilatéral normal, formes diverses, énergie de contact, loi inverse.

### 3. Contact unilatéral : formulation mathématique

Complémentarité mixte classique.

Minimisation de l'énergie primaire, inéquation des puissances virtuelles, inclusion de l'équilibre des forces, régularisation approximative par pénalité.

Minimaxisation du lagrangien mixte, équation de l'équilibre des puissances virtuelles et inéquations de contact, équation de l'équilibre des forces et inclusion de contact, régularisation exacte par lagrangien augmenté.

### 4. Frottement sec : modélisation mécanique

Mécanique du contact : taux de glissement cinématique, cisaillement dynamique, puissance de dissipation.

Tribologie : loi de frottement sec ou lubrifié tangentiel, formes diverses, dissipation par frottement, loi inverse.

### 5. Frottement sec : formulation mathématique

Même plan que pour le contact unilatéral en y remplaçant l'énergie élastique par la dissipation par frottement ou plus exactement par l'incrément d'énergie équivalent.

## OBJECTIVE

Get acquainted with the mechanics of contacts between solids and the tribology of materials ; in particular with the mechanical modelling and mathematical formulating of the phenomena of unilateral contact and dry friction ; by means of simple discrete problems, using the modern tools of non smooth convex analysis.

## CONTENT

### 1. Introduction

Notion, motivation, definition. Orientation, connection, difficulty. History, references, purpose, notation.

### 2. Unilateral contact mechanical modelling

Contact mechanics : geometrical gap, static pressure energetic work.

Tribology : normal unilateral contact law, alternative forms, contact energy, inverse law.

### 3. Unilateral contact mathematical formulating

Classical mixed complementarity.

Minimisation of primal energy, inequality of virtual power, inclusion of force equilibrium, approximate penalty regularisation.

Minimaxisation of mixed Lagrangian, equation of virtual power equilibrium and inequalities of contact, equation of force equilibrium and inclusion of contact, exact regularisation by augmented Lagrangian.

### 4. Dry friction mechanical modelling

Contact mechanics : kinematic slip rate, dynamic shear, dissipation power.

Tribology : tangential dry or lubricated friction law, alternative forms, friction dissipation, inverse law.

### 5. Dry friction mathematical formulating

Same outline as unilateral contact one upon replacing the elastic energy by the friction dissipation or more exactly by the equivalent energy increment.

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

**BIBLIOGRAPHIE:** cours polycopié, références

**LIAISON AVEC AUTRES COURS:**

*Préalable requis:*

*Préparation pour:*

**NOMBRE DE CREDITS:** 2

**SESSION D'EXAMEN:** printemps

**FORME DU CONTROLE:** écrit

<b>Titre: MECANIQUE DES FLUIDES COMPRESSIBLES</b>			<b>Title: COMPRESSIBLE-FLUID DYNAMICS</b>			
<b>Enseignant: Alain DROTZ, chargé de cours EPFL/DGM</b>						
<i>Section(s)</i> Génie mécanique	<i>Semestre</i> été	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i> X	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales</i> <i>Par semaine</i> <i>Cours</i> <i>Exercices</i> <i>Pratique</i>	42 3 3

**OJECTIF**

Etre capable d'appliquer les lois fondamentales aux problèmes des écoulements compressibles.

**CONTENU**

- **Equation d'énergie (avec revue de thermodynamique)** Cas particulier et cas général. Formes différentielles et formes intégrales. Ecoulement idéal et adiabatique. Ecoulement incompressible. Transfert de chaleur dans un écoulement Couette et dans une couche limite compressible

- **Ecoulement monodimensionnel, stationnaire et idéal** : Vitesse du son. Constante de l'équation d'énergie. Onde de choc normal. Tuyère Laval. Mesures de pression et de vitesse dans un écoulement supersonique.

- **Equations de base d'un écoulement bidimensionnel, idéal et stationnaire**: Equations générales de la dynamique des gaz. Ecoulement irrotationnel. Ecoulement rotationnel.

- **Théorie des faibles perturbations** Equations de perturbation pour un écoulement parallèle et homogène. Ecoulement subsonique et supersonique. Profils subsonique et supersonique. Coefficients de portance et de traînée.

- **Ondes dans un écoulement supersonique** : Onde de choc oblique. Expansion et compression isentropiques : expansion autour d'un dôme, lignes de courant dans une expansion continue

- **Caractéristiques dans un écoulement bidimensionnel** : Transformations des équations de base. Méthode de calcul des caractéristiques. Exemples : écoulement supersonique dans une conduite bidimensionnelle. Onde de choc dans un écoulement supersonique bidimensionnel. Approximations pour des petites déviations.

- **Ecoulement monodimensionnel instationnaire** : Ecoulement isentrope. Conditions aux limites. Ondes simples. Invariants de Riemann. Ondes de compression et de détente. Formation des chocs. Tube à choc.

**OBJECTIVE**

To be able to apply the fundamental laws to the problems of compressible.

**CONTENT**

- **Equation of energy (with review of thermodynamics)**: Particular case and general case. Integral and differential forms. Ideal and adiabatic flows. Incompressible flow. Heat transfer in a Couette flow. Heat transfer in a compressible two-dimensional boundary layer.

- **Stationary and ideal one-dimensional flow** : Sonic speed. Constant of the equation of energy. Normal shock wave. Laval's nozzle. Pressure measurement in a supersonic flow.

- **Basic equations of an perfect and stationary two- and three-dimensional flow**: General equations of gas dynamics. Irrotational flow. Rotational flow.

- **Theory of the weak perturbations** : Linearized description of potential flow for a parallel and homogeneous flow. Sub-and-supersonic flows. Subsonic and supersonic profiles. Pressure, lift and drag coefficients.

- **Waves in a supersonic flow** : Oblique shock wave. Isentropic expansion and compression. Examples: expansion around a corner, streamlines in a continuous expansion.

- **Characteristics in a two-dimensional flow** :

Transformations of the basic equations. Method of calculation of the characteristics. Example supersonic flow in a two-dimensional conduct. Shock wave in a two-dimensional supersonic flow. Approximation for weak deviations.

- **One dimensional unsteady flow** : Isentropic flow. Boundary conditions. Simple waves. Riemann invariants. Compression and expansion waves. Shock formation. Shock tube.

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

**NOMBRE DE CREDITS:** 3

**BIBLIOGRAPHIE:** Dynamique des fluides, I.L. Ryhming, PPUR, Web.

**SESSION D'EXAMEN:** été

**LIAISON AVEC AUTRES COURS:**

**FORME DU CONTROLE:** écrit

Préalable requis: Mécanique des fluides incompressibles; Thermodynamique; Transfert de chaleur et de masse.

Préparation pour: Cours et projets de 4ème année

<b>Titre:</b> MECANIQUE DES FLUIDES NON-NEWTONIENS	<b>Title:</b> NON-NEWTONIAN FLUID MECHANICS
<b>Enseignant:</b> Robert G. OWENS, professeur EPFL/DGM	
<i>Section(s)</i> Génie mécanique	<i>Semestre</i> hiver
	<i>Oblig.</i>
	<i>Option</i>
	X
	<i>Facult.</i>
	<i>Heures totales</i>
	28
	<i>Par semaine</i>
	2
	<i>Cours</i>
	2
	<i>Exercices</i>
	<i>Pratique</i>

## OBJECTIF

L'objectif du cours consiste à présenter à partir de la physique, les étapes nécessaires pour l'établissement de modèles de fluides non newtoniens. Des cas simples sont résolus analytiquement.

## CONTENU

- Phénomènes physiques en mécanique des fluides non-newtoniens
  - Viscosité ; viscosimètres
  - Le fluide newtonien généralisé
  - Viscoélasticité linéaire : modèles de Kelvin et de Maxwell
  - Fluides du second et troisième ordre. L'équation C.E.F.
  - Fonctions viscométriques ; rhéométrie
  - Viscosité extensionnelle
  - Dérivation des équations de comportement à partir de modèles moléculaires simples : FENE, Oldroyd-B et Rivlin-Sawyers

## **OBJECTIVE**

The objective of the course is the presentation from the physical phenomena of the necessary steps to the elaboration of constitutive equations for non-Newtonian fluids. Simple flows will be solved analytically.

## CONTENT

- Flow phenomena in non-Newtonian fluid mechanics
  - Viscosity ; viscometers
  - The generalised Newtonian fluid
  - Linear viscoelasticity : the Kelvin and Maxwell models
  - The second-order fluid, the third-order fluid. The C.E.F. equation.
  - Viscometric functions ; rheometry
  - Extensional viscosity
  - Derivation of constitutive equations from simple molecular models : the FENE, Oldroyd-B and Rivlin-Sawyers constitutive equations

<p><b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> ex cathedra</p> <p><b>BIBLIOGRAPHIE:</b> R.B. Bird, R.C. Armstrong and O. Hassager : Dynamics of Polymeric Liquids, vol. 1 : Fluid Mechanics, John Wiley &amp; Sons, New York, 1987 – H.A. Barnes, J.F. Hutton and K. Walters : An Introduction to Rheology, Elsevier, Amsterdam, 1989</p> <p><b>LIAISON AVEC AUTRES COURS:</b></p> <p><i>Préalable requis:</i> Mécanique des fluides</p> <p><i>Préparation pour:</i></p>	<p><b>NOMBRE DE CREDITS:</b> 2</p> <p><b>SESSION D'EXAMEN:</b> printemps</p> <p><b>FORME DU CONTROLE:</b> écrit (80%) contrôle continu (20%)</p>
--	--

**Titre: MECANIQUE DES MATERIAUX COMPOSITES**

**Title: MECHANICS OF COMPOSITE MATERIALS**

**Enseignant: Alain CURNIER, professeur EPFL/DGM**

**Section(s)**

Génie mécanique

cours donné en 2002/03

Semestre  
hiver

Oblig.

Option  
X

Facult.

Heures totales  
Par semaine  
Cours  
Exercices  
Pratique

28

2

2

## OBJECTIF

Apprendre la composition, la texture, la fabrication, la structure, le comportement et les propriétés mécaniques des matériaux composites. En particulier, se familiariser avec les notions d'hétérogénéité, d'homogénéisation et l'anisotropie en élasticité.

## CONTENU

### 1. Présentation et utilité

Généralités : définition d'un composite : matrice et renfort.

Classifications : texture : poudres et fibres, hétérogénéité et anisotropie ; structure : sandwichs et laminés.

Utilité : résistances et faiblesses.

### 2. Composition et texture

Matrices résineuses, charges et additifs.

Textures de fibres, principales fibres.

Propriétés des composants.

### 3. Fabrication et structure

Moulage, laminage, filage, autres procédés.  
Stratifiés, sandwichs. Assemblage.

### 4. Rappels de rhéologie

Mécanique des solides.

Mécanique des matériaux.

### 5. Lois de comportement élastique

Elasticité non linéaire anisotrope.

Elasticité linéaire anisotrope.

Problème aux limites.

### 6. Notion d'homogénéisation

Lois des mélanges.

Homogénéisation.

### 7. Applications typiques

Barres : traction déviée. Poutres : flexion déviée.

Plaques (2D) : traction biaxiale, déformations et contraintes planes et axisymétriques. Solides (3D).

## OBJECTIVE

Learn the composition, texture, make, structure, mechanical behaviour and properties of composite materials. In particular, get acquainted with the notions of heterogeneity, homogenisation and anisotropy in elasticity.

## CONTENT

### 1. Presentation and usefulness

Generalities : definition of a composite : matrix and insert.

Classifications : texture : powders and fibres, heterogeneity and anisotropy ; structure : sandwiches and laminates.

Utility : strengths and weaknesses.

### 2. Composition and texture

Polymeric matrices, charges and additives.

Fibres textures, main fibres.

Components properties.

### 3. Fabrication and structure

Moulding, milling, filing, others.

Laminates, sandwiches. Assembly.

### 4. Rheology review

Solid mechanics.

Behaviour .

### 5. Elastic law

Anisotropic non-linear elasticity.

Anisotropic linear elasticity.

Boundary value problem.

### 6. Notion of homogenisation

Law of mixtures.

Homogenisation.

### 7. Typical applications

Bars : offset traction. Beams : offset bending.

Plates (2D) : biaxial traction, plane and axisymmetric strain and stress. Solids (3D).

RME DE L'ENSEIGNEMENT: ex cathedra

BIBLIOGRAPHIE: cours polycopié, références

DISPOSITION AVEC AUTRES COURS:

Préalable requis:Mécanique des solides

Préparation pour:

NOMBRE DE CREDITS: 2

SESSION D'EXAMEN: printemps

FORME DU CONTROLE: écrit

**Titre: MECANIQUE NUMERIQUE  
DES FLUIDES COMPRESSIBLES**

**Title: COMPUTATIONAL FLUID  
DYNAMICS -COMPRESSIBLE FLOWS**

**Enseignant: Alain DROTZ, chargé de cours EPFL/DGM**

Section(s)	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales	28
Génie mécanique	hiver		X		Par semaine	2
					Cours	2
					Exercices	
					Pratique	

**OBJECTIF**

Présentation d'algorithmes de calcul pour la résolution des équations d'Euler et de Navier-Stokes compressibles et éléments de théorie pour les techniques de capture de choc en écoulement compressible au moyen de schémas de haute résolution.

**OBJECTIVE**

The course presents algorithms of calculation for the resolution of compressible Euler and Navier-Stokes equations and higher order techniques to solve compressible Euler equations with shocks.

**CONTENU**

**-Rappel :** Mécanique des fluides compressibles, type des équations de Navier-Stokes compressibles, techniques de discrétilisations aux différences finies et aux volumes finis.

**•Résolution des équations d'Euler et Navier-Stokes :** Méthodes des caractéristiques, SCM, Lax-Wendroff, McCormack, Beam et Warming, Jameson

**•Les techniques de capture de chocs :** Solution faible. Schémas monotones. Schémas conservatifs. Flux numérique. Méthodes de Godunov. Solveurs de Riemann. Conditions d'entropie. Contrôleur de régularité. Les limiteurs. Schémas non-oscillants. Schémas TVD.

**CONTENT**

**Reminder :** Compressible fluid dynamics, type of the compressible Navier-Stokes equations, finite difference and finite volume discretization technics

**•Resolution of the Euler's and et Navier-Stokes's equations :** Methods of characteristics, SCM, Lax-Wendroff, McCormack, Beam and Warming, Jameson

**•High-resolution shock-capturing methods :** Upwind and centered schemes for linear hyperbolic PDEs. Conservative schemes. Monotone schemes. Numerical flux. Godunov method. Riemann solvers. Entropy condition. Limiters. TVD sc hemes.

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

**BIBLIOGRAPHIE:** notes polycopiées

**LIAISON AVEC AUTRES COURS:** Mécanique des fluides, Mécanique numérique des fluides, Simulation numérique

**Préalable requis:** Mécanique des fluides compressibles, Simulation numérique B.

**Préparation pour:** Projets de 4<sup>ème</sup> année

**NOMBRE DE CREDITS: 2**

**SESSION D'EXAMEN: printemps**

**FORME DU CONTROLE: oral**

<b>Titre:</b> MECANIQUE NUMERIQUE DES FLUIDES INCOMPRESSIBLES	<b>Title:</b> NUMERICAL METHODS FOR INCOMPRESSIBLE FLUIDS
<b>Enseignant:</b> Michel DEVILLE, Robert OWENS, professeurs EPFL/DGM	
<i>Section(s)</i> Génie mécanique	<i>Semestre</i> été <i>Oblig.</i> <i>Option</i> <i>Facult.</i>  <i>Heures totales</i> 56 <i>Par semaine</i> 4 <i>Cours</i> 4 <i>Exercices</i> <i>Pratique</i>

**OBJETIF**

Former l'étudiant aux méthodes numériques utilisées classiquement pour la simulation numérique des écoulements des fluides incompressibles.

**CONTENU**

1. Rappel des équations fondamentales de la mécanique des fluides incompressibles. Les équations de Navier-Stokes.
2. Type des équations de Navier-Stokes incompressibles : classification, modèles simplifiés. Conditions aux limites. Problèmes bien posés.
3. Méthodes de discréétisation classique : différences finies, éléments finis. Traitement des modèles simples d'équations elliptiques, paraboliques et hyperboliques.
4. Problème de Stokes : discréétisation vitesse-pression. MAC, EF. Algorithme d'Uzawa, éclatement de l'opérateur pour le découplage vitesse-pression. Problème de Stokes instationnaire.
5. Problème de Navier-Stokes : SUPG, décentrement (upwind). Etude de l'équation de Burgers.
6. Formulation fonction de courant-vorticité. Conditions aux limites. Extension à trois dimensions par la méthode du potentiel vecteur.

**OBJECTIVE**

To train the student in the use of classical numerical methods for the numerical simulation of incompressible fluids.

**CONTENT**

1. Review of the fundamental equations of incompressible fluid mechanics. The Navier-Stokes equations.
2. Mathematical type of the incompressible Navier-Stokes equations : classification, simplified models. Boundary conditions. Well-posed problems.
3. Classical discretisation methods : finite differences, finite elements. Treatment of simple model equations of elliptic, parabolic and hyperbolic type.
4. The Stokes problem : velocity-pressure discretisation. MAC, FE. The Uzawa algorithm ; operator splitting for decoupling velocity and pressure. The non-stationary Stokes problem.
5. The Navier-Stokes problem : SUPG, upwinding. Study of Burgers' equation.
6. The velocity-vorticity formulation. Boundary conditions. Extension to three dimensions using a vector potential.

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

**BIBLIOGRAPHIE:** notes polycopiées C.A.J Fletcher, Computational Techniques for Fluid Dynamics, Volumes 1 & 2, Springer-Verlag, Berlin, 1991

**LIAISON AVEC AUTRES COURS:**

*Préalable requis:* Mécanique des fluides incompressibles, Simulation numérique A, Simulation numérique B

*Préparation pour:* projets et travail de diplôme

**NOMBRE DE CREDITS:** 4

**SESSION D'EXAMEN:** été

**FORME DU CONTROLE:** oral

<b>Titre:</b> MECANIQUE NUMERIQUE DES SOLIDES ET DES STRUCTURES	<b>Title:</b> COMPUTATIONAL MECHANICS OF SOLIDS AND STRUCTURES
<b>Enseignants</b> Alain CURNIER, professeur, Thomas GMÜR, chargé de cours EPFL/DGM	
<b>Section(s)</b> Génie mécanique	<b>Semestre</b> été <b>Oblig.</b> <b>Option</b> X <b>Facult.</b>
	<b>Heures totales:</b> 56 <b>Par semaine:</b> 4 <b>Cours:</b> 4 <b>Exercices:</b> <b>Pratique:</b>

## OBJECTIFS

S'initier aux méthodes d'analyse numérique les plus couramment utilisées en dynamique linéaire et non linéaire des structures et des solides déformables. Apprendre à exploiter ces techniques pour résoudre les problèmes rencontrés dans la pratique.

## CONTENU

### 1. Problème «modèle» de la barre

Rappels de dynamique non linéaire du solide (grandes transformations, plasticité) simplifiée à une dimension. Importance du principe des travaux virtuels.

### 2. Discréttisation spatiale

Révision de la méthode des éléments finis (de Galerkin). Addition des termes non linéaires et d'inertie. Extension de la formulation à la dynamique bi- et tridimensionnelle (éléments de poutre, coque et solide).

### 3. Traitement des non-linéarités

Adaptation de la méthode des itérations linéaires (de Newton et variantes) aux non-linéarités géométriques et matérielles.

### 4. Fréquences et modes propres des structures

Propriétés modales des systèmes conservatifs linéaires. Méthodes d'extraction des paramètres modaux de structures à grand nombre de degrés de liberté (techniques des sous-espaces et de Lanczos).

### 5. Réponse temporelle par superposition modale

Régime forcé des systèmes conservatifs ou faiblement dissipatifs. Schémas aux différences finies explicites et implicites (méthodes de Newmark) appliqués à la superposition modale.

### 6. Exemples d'application

Application des techniques numériques à la dynamique des structures réelles. Études de cas académiques et pratiques.

## OBJECTIVES

Get acquainted with the most commonly used computational methods in the linear and nonlinear analysis of structures and deformable solids. Learn how to use these techniques for solving the problems faced in practice.

## CONTENT

### 1. Bar model problem

Review of non-linear solid dynamics (large deformations, plasticity) simplified to one dimension. Importance of the principle of virtual work.

### 2. Spatial discretisation

Review of the (Galerkin) finite element method. Addition of non-linear and inertia terms. Extension of the formulation to two and three dimensions (beam, shell and solid elements).

### 3. Treatment of nonlinearities

Adaptation of the (Newton) linear iteration method and its variants for geometric and material nonlinearities.

### 4. Frequencies and mode shapes of structures

Modal characteristics of conservative systems. Eigenvalue solvers (subspace iteration method and Lanczos algorithm) for structures modelled with a large number of degrees of freedom.

### 5. Time response by mode superposition

Forced vibrations in conservative and slightly damped systems. Explicit and implicit finite difference schemes (Newmark methods) applied to mode superposition.

### 6. Test cases

Application of the numerical techniques to concrete structural dynamics problems. Academic and practical examples.

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

**BIBLIOGRAPHIE:** livres PPUR

**LIAISON AVEC AUTRES COURS:**

*Préalables requis:* Mécanique des structures, Mécanique des solides,  
Simulation numérique A

*Préparation pour:*

**NOMBRE DE CREDITS:** 4

**SESSION D'EXAMEN:** été

**FORME DU CONTROLE:** oral

<b>Titre: METHODE DE DEVELOPPEMENT ET DE PRODUCTION RAPIDES</b>	<b>Title: RAPID DESIGN AND MANUFACTURING METHODS</b>
<b>Enseignant:</b> vacat	
<b>Section(s)</b> Génie mécanique	<b>Semestre</b> hiver <b>Oblig.</b> <b>Option</b> X <b>Facult.</b>  <b>Heures totales</b> 28 <b>Par semaine</b> 2 <b>Cours</b> 2 <b>Exercices</b> <b>Pratique</b>

**OBJETIF**

Après avoir suivi le cours, l'étudiant devra

- comprendre les aspects de rapidité et de flexibilité au niveau de la conception et de la production d'un produit;
- connaître les principales techniques de prototypage et de fabrication rapides;
- posséder une connaissance plus approfondie d'une technique de fabrication rapide appelée frittage sélectif par laser.

**CONTENU**

Le cours présentera d'abord l'environnement technico-économique des entreprises qui motive le développement des technologies de production rapide.

Les méthodes principales permettant d'accélérer les phases de conception, de prototypage et d'industrialisation seront ensuite présentées.

On se concentrera enfin sur la présentation d'une méthode particulière, appelée frittage sélectif par laser (SLS). On discutera ses principes ainsi que ses limitations actuelles. On étudiera ensuite le processus de frittage sélectif sous deux aspects. Tout d'abord, il servira d'exemple pour exposer la façon avec laquelle il est possible de passer d'une description CAD d'objet à sa réalisation pratique par une technologie générative. Cela nous permettra d'introduire des notions importantes comme les fichiers CLI et SLI ainsi que la détermination des stratégies de remplissage. Dans un second temps, on approfondira les phénomènes physiques fondamentaux qui interviennent dans le processus SLS (interaction laser-matière, frittage en phase liquide, diffusion thermique). Le but ultime sera de montrer comment la modélisation et la simulation numérique peuvent aider à contrôler un processus de fabrication et, le cas échéant, à améliorer ses performances.

**OBJECTIVE**

After attending this course, the student will

- understand the rapidity and flexibility requirements related to the design and production of a product;
- know the main rapid prototyping and rapid manufacturing techniques;
- have a deep knowledge of a specific rapid tooling technique called selective laser sintering.

**CONTENT**

The course will describe the technico-economical environment of industry, that has led to the need for an improvement of performances.

The methods and techniques allowing a reduction of the design, prototyping and industrialization phases will be presented.

We will then concentrate on the presentation of a particular method known as selective laser sintering (SLS). We will discuss its principles and its main limitations. We will then study the selective laser sintering process under two different aspects. At first, it will be used as an example to illustrate how it is possible to produce a part with a generative process directly from a CAD file. We will introduce different notions like CLI and SLI-files as well as filling strategies. Finally, we will study the fundamental physical phenomena involved in the SLS process in detail (laser-matter interaction, liquid phase sintering and thermal diffusion). The ultimate goal is to show how fundamental modelisation and numerical simulation can help to control a manufacturing process and to optimize its outputs.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** 2h ex-cathedra avec exemples concrets

**NOMBRE DE CREDITS:** 2

**BIBLIOGRAPHIE:**

**SESSION D'EXAMEN** printemps

**LIAISON AVEC AUTRES COURS:**

**FORME DU CONTROLE:** oral

*Préalable requis:*

*Préparation pour: Modélisation et simulation de systèmes de production*

<b>Titre:</b> METHODES NUMERIQUES EN THERMIQUE	<b>Title:</b> NUMERICAL METHODS IN FLUID MECHANICS			
<b>Enseignants:</b> Peter OTT, chargé de cours EPFL-DGM				
<i>Section(s)</i> Génie mécanique	<i>Semestre</i> été	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i> X

**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**

1. Introduction
2. Base des méthodes numériques
3. Elaboration d'un programme de calcul numérique pour la conduction thermique avec différentes approches
4. Présentation d'une méthode de calcul pour la convection thermique
5. Présentation des outils numériques utilisés dans l'industrie pour la conception aéro-thermique des aubes de turbine à gaz refroidies
6. Exemples numériques

**OBJECTIVES**

Through a series of diverse lectures, to provide an introduction to numerical methods in fluid mechanics which will permit students to more easily approach practical engineering problems.

**CONTENTS**

1. Introduction
2. Fundamentals of numerical methods
3. Detailed study of a numerical code for conductive heat transfer including several different approaches
4. Presentation of a numerical method for convective heat transfer
5. Presentation of numerical design tools used by industry for the aerothermal design of cooled gas turbine bladings
6. Numerical examples

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

**BIBLIOGRAPHIE:** Notes polycopiées

**LIAISON AVEC AUTRES COURS:**

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

*Préparation pour:*

**NOMBRE DE CREDITS:** 2

**SESSION D'EXAMEN:** été

**FORME DU CONTROLE:** écrit

<b>Titre:</b> MODELISATION ET SIMULATION DE SYSTEMES DE PRODUCTION	<b>Title:</b> PRODUCTION SYSTEMS MODELING AND SIMULATION
<b>Enseignant:</b> vacat	
<i>Section(s)</i> Génie mécanique	<i>Semestre</i> été <i>Oblig.</i> X <i>Option</i> X <i>Facult.</i>  <i>Heures totales:</i> 28 <i>Par semaine:</i> 2 <i>Cours:</i> 2 <i>Exercices:</i> <i>Pratique:</i>

**OBJECTIF**

L'objectif de ce cours est de transmettre aux étudiants les concepts de base de la modélisation et simulation des systèmes de production. L'étudiant apprendra comment créer des modèles formels des activités et des flux de production. Ces modèles et les outils informatiques qui leur sont associés sont des supports incontournables pour la conception et l'optimisation des systèmes de production. Le cours fournira également les bases théoriques et les procédures permettant de simuler le comportement des systèmes de production en utilisant les modèles préalablement établis.

Grâce à des expériences pratiques, l'étudiant pourra appliquer les notions de théoriques de la modélisation et de la simulation. Il apprendra à analyser les performances des systèmes de production.

**CONTENU**

Concepts de modélisation et de simulation par événements discrets

Programmation par événements discrets (Pro Model)

Principes de base d'analyse statistique

Projets (cas d'étude tirés des projets de recherche industrielles)

**OBJECTIVES**

The goal of this course is to provide to the student the fundamental concepts of modeling and simulation of production systems. The student will learn how to formally model the activities and production flows of a production system. These models and the associated software tools provide an efficient support for the design and optimization of production systems. The course will also provide the theoretical basis and procedures for the simulation of the behavior of production systems.

The student will have the opportunity to apply, through test cases, theoretical knowledge and will learn of how to simulate and analyze the performance of production systems.

**CONTENTS**

Concepts of discrete event modeling and simulation

Discrete event programming (ProModel)

Principles of statistical analysis

Projects (test cases taken from industrial research projects)

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT:** cours et projets

**BIBLIOGRAPHIE:** polycopié et références du cours

**LIAISON AVEC AUTRES COURS:**

*Préalable requis:*

*Préparation pour:*

**NOMBRE DE CREDITS:** 2

**SESSION D'EXAMEN:** été

**FORME DU CONTROLE:** examen oral

<b>Titre: OPTIMISATION DE SYSTEMES THERMIQUES</b>		<b>Title: OPTIMIZATION OF THERMAL SYSTEMS</b>				
<b>Enseignant: François MARECHAL, chargé de cours EPFL/DGM</b>						
<i>Section(s)</i> Génie Mécanique	<i>Semestre</i> été	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i> X	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 28 <i>Par semaine:</i> 2 <i>Cours:</i> 2 <i>Exercices:</i> <i>Pratique:</i>	

## OBJECTIFS

Donner à l'étudiant une formation en ingénierie des systèmes énergétiques assistée par ordinateur lui permettant d'aborder les différents problèmes de modélisation et d'optimisation qui se posent lorsque l'on désire analyser ou optimiser les performances des systèmes énergétiques. A la fin du cours, les étudiants auront acquis une méthodologie de résolution des problèmes d'optimisation leur permettant de poser les problèmes, de choisir la méthode de résolution, de les résoudre et d'en exploiter les résultats.

## CONTENU

- Définition des concepts de base de la modélisation des systèmes énergétiques : variables d'états, bilans de matière et de chaleur, paramètres de modélisation, spécifications, contraintes d'inégalité, critères et fonction objectif;
- Modélisation des unités d'un système énergétique : vanne, mélangeur, échangeurs de chaleur, turbine, compresseur, combustion, techniques de séparation et de purification,...;
- Modélisation d'un système: flowsheets, analyse des degrés de liberté ;
- Stratégies de résolution : séquentielle ou simultanée, choix de la méthode de résolution;
- Méthodologie d'optimisation de performances des procédés industriels: réconciliation des mesures d'un procédé, identification paramétrique et performances, optimisation de l'opération d'un procédé, analyse des investissements, optimisation thermo-économique et environnementale (critères environnementaux et de développement durable), prise en compte de la fiabilité, analyse de sensibilité et rapport.

## OBJECTIVE

To master the basics of Computer Aided Process Engineering to tackle the problems of energy systems modeling and optimisation to analyse and improve the energy systems performances. The students will acquire a methodology to state the problem, identify the solving procedure, solve the problem and exploit the generated results.

## CONTENT

- Definition of the basic system modelling concepts : state variables, heat and mass balances, simulation parameters, specifications, inequalities, objective functions;
- Energy system equipments modeling : valves, exchangers, turbines, compressors, combustion, separation and purifications,...;
- System models : flowsheets, degrees of freedom;
- Solving procedure : sequential or simultaneous, selection of the solving method;
- Methodology of the process performances optimisation : data reconciliation, parameters and performances identification, process operation optimisation, investment analysis, thermo-economic and environmental optimisation, fiability issues, sensitivity analysis and reporting.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT:** Le cours ex-cathédra (14h) servira de support à la résolution sur ordinateur d'un problème pratique résolu en groupe (par exemple : optimisation d'un système de production combinée d'un procédé industriel).

**NOMBRE DE CREDITS:** 2

**SESSION D'EXAMEN:** été

**FORME DU CONTROLE:** ORAL

Le rapport de résolution du problème sera noté et utilisé comme support pour l'examen oral.

**BIBLIOGRAPHIE:** Notes polycopiées

**LIAISON AVEC AUTRES COURS:** Thermodynamique et énergétique, Energétique I, Transfert de chaleur et de masse, cours de mathématiques de base, Algèbre linéaire, Analyse numérique, Optimisation A et B.

*Préalable requis:*

<b>Titre:</b>	<b>OPTIMISATION NUMERIQUE B</b>		<b>Title:</b>	<b>NUMERICAL OPTIMIZATION B</b>		
<b>Enseignant:</b>	<b>Michel BIERLAIRE, Maître d'Enseignement et de Recherche, EPFL/DMA</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales:</b>	<b>42</b>
Génie mécanique.....	été		X		Par semaine:	3
cours donné en 2002/03					Cours	2
.....					Exercices	1
.....					Pratique	

**OBJECTIFS**

Le cours est le complément de OPTIMISATION A. Il a pour but d'initier les étudiants à la théorie de l'optimisation afin de leur permettre d'utiliser des algorithmes et des logiciels de manière adéquate, en appréciant leurs limitations méthodologiques et en interprétant correctement les résultats.

**CONTENU**

5. Optimisation non linéaire avec contraintes
  - Motivation et exemples
  - Optimisation sur un convexe
  - Théorie des multiplicateurs de Lagrange (contraintes d'égalité, contraintes d'inégalité, Kuhn-Tucker)
  - Algorithmes des multiplicateurs de Lagrange (barrière, pénalité, SQP, etc.)
6. Optimisation en nombres entiers
  - Motivation et exemples
  - Plans coupants
  - Branch & bound
  - Approximation
  - Recherche locale
  - Heuristiques (recuit simulé, algorithmes génétiques, méthodes tabou, etc.)
7. Optimisation dans les réseaux
  - Motivation et exemples
  - Problème de transbordement
  - Flots multicommodité
8. Logiciels d'optimisation
  - Présentation de logiciels (MATLAB, LANCELOT, etc.)
  - Discussion des limitations, avantages, inconvénients.

**GOALS**

The course is the complement of Optimization A. It is aimed at helping the students to appropriately use optimization algorithms and packages. The stress will be made on methodological issues and results analysis.

**CONTENTS**

5. Constrained Nonlinear Optimization
  - Motivation and examples
  - Optimization over a convex set
  - Lagrange multiplier theory (equality constraints, inequality constraints, Kuhn-Tucker)
  - Lagrange multipliers algorithms (barrier, penalty, SQP, etc.)
6. Integer programming methods
  - Motivation and examples
  - Cutting planes
  - Branch & bound
  - Approximation
  - Local search
  - Heuristics (simulated annealing, genetic algorithms, tabu search, etc.)
7. Network optimization
  - Motivation and examples
  - Transshipment problem
  - Multicommodity flows
8. Optimization packages
  - Presentation of optimization packages (MATLAB, LANCELOT, etc.)
  - Discussion of limitations, advantages, drawbacks.

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

**NOMBRE DE CREDITS** 3

**BIBLIOGRAPHIE:** D. Bertsimas and J. N. Tsitsiklis :Introduction to linear optimization, Athena Scientific, 1997  
D. P. Bertsekas, Nonlinear programming, Athena Scientific, 1995

**SESSION D'EXAMEN** été

**liaison avec d'autres cours:**

**FORME DU CONTROLE:** oral

**réalable requis:** Optimisation A, Algèbre linéaire  
**préparation pour:** Pratique des sciences de l'ingénieur

<i>Titre:</i>	<b>PRODUCTION D'ENERGIE ELECTRIQUE</b>		<i>Title: ELECTRICAL POWER GENERATION</i>			
<i>Enseignant:</i>	<b>Jean-Jacques SIMOND, PROFESSEUR EPFL/DE</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Base</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 28</i>	
GENIE MECANIQUE .....	Eté	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine: 2</i>	
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 2</i>	
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>	
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>	

## OBJECTIFS

L'étudiant acquiert les connaissances de base relatives au fonctionnement, à la conception et à l'exploitation des équipements de production d'énergie électrique; il est capable de dialoguer avec ses collègues électrotechniciens au plan global d'un site de production ou d'un entraînement électrique de puissance.

## GOALS

The student gets the basic knowledge relative to the magnetic and electrical circuits as well as the electromechanical energy conversion phenomena of the conventional electrical machines. He will be able to discuss with colleagues in electrotechnics about the general field of electric power generation and of power drive systems.

## CONTENU

1. **Hydro- & turboalternateurs:**  
éléments constructifs essentiels, démarches de prédimensionnement, estimation des pertes, systèmes de refroidissement et d'isolation, limites de sollicitations.
2. **Equipements d'une centrale:**  
généralités, systèmes de contrôle-commande, de protection, monitoring.
3. **Modélisation des alternateurs,**  
modèles pour l'étude des régimes transitoires, schémas équivalents et grandeurs caractéristiques.
4. **Test en plate-forme d'essais:**  
vérifications des grandeurs contractuelles, essais normalisés.
5. **Régimes perturbés:**  
délestage, courts-circuits, fausse synchronisation, élimination d'un défaut en ligne, sollicitations en torsion de la ligne d'arbre, démonstration à l'aide d'un logiciel de simulation numérique.

## CONTENTS

1. **Hydro-and turbogenerators:**  
main constructive aspects, predesign, estimation of the losses, cooling-and insulation systems, limit values for the different constraints.
2. **Power plant equipment:**  
general disposition, control-, protection-and monitoring systems.
3. **Modelling of the generators:**  
modelling for transient behaviour studies, equivalent circuits and characteristic quantities.
4. **Platform tests:**  
control of the contractual values, tests according to the international standards.
5. **Transient behaviour:**  
load rejection, short-circuits, out of phase synchronization, torsional sollicitation of a turboshift during fault clearing process, demonstration with a numerical simulation package.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra, démons. & exercices.	<b>NOMBRE DE CREDITS</b>	2
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Polycopié: production d'énergie électrique, cours pour ingénieurs mécaniciens.	<b>SESSION D'EXAMEN</b>	été
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTROLE:</b>	oral
<i>Préalable requis:</i> Electrotechnique, Mach. et Install. Electriques.		
<i>Préparation pour:</i> Mécatronique, Travaux de diplômes combinés DGM/DE		

<b>Titre:</b> SIMULATION MULTI-CORPS ASSISTEE PAR ORDINATEUR	<b>Title:</b> COMPUTER-AIDED MULTI-BODY SIMULATION
<b>Enseignant:</b> Paul XIROUCHAKIS, professeur EPFL/DGM	
<i>Section(s)</i> Génie mécanique Microtechnique	<i>Semestre</i> été <i>Oblig.</i> X <i>Option</i> X <i>Facult.</i> X <i>Heures totales:</i> 28 <i>Par semaine:</i> 2 <i>Cours:</i> 1 <i>Exercices:</i> <i>Pratique:</i> 1

**OBJECTIF**

L'objectif de ce cours est de transmettre aux étudiants les concepts, modèles, algorithmes et méthodes de base de la modélisation et simulation cinématique et dynamique assistée par ordinateur des systèmes multi-corps. Equations de contraintes sont développées pour exprimer le comportement des liaisons cinématiques comme des liaisons de pivot, de translation, des engrenages et des cames. Des méthodes assistées par ordinateur sont développées pour la prévision des configurations singuliers. Les équations de mouvement dynamiques sont développées pour des systèmes multi-corps. Les étudiants travaillent sur des exercices théoriques et assistées par ordinateur pour apprendre la théorie et la modélisation et analyse cinématique et dynamique.

**CONTENU**

1. Introduction à la simulation multi-corps assistée par ordinateur
2. Cinématique multi-corps assistée par ordinateur
  - Contraintes absolues et Relatives
  - Engrenages et Mécanismes de Cames
  - Contraintes de Guidage
  - Analyse de Position, Vitesse et Accélération
  - Modélisation et Simulation Cinématique
3. Dynamique multi-corps assistée par ordinateur
  - Équations de Mouvement des Systèmes
  - Multi-Corps
  - Multiplicateurs de Lagrange
  - Efforts Généralisées
  - Efforts de Contraintes de Réaction
4. Projets : Mécanismes Cames et à Courroie

**OBJECTIVE**

The objective of this course is to introduce to the student the basic computer-aided concepts, models, algorithms and methods for the kinematic and dynamic analysis of multi-body systems. Constraint equations are developed for various types of kinematic joints such as revolute, translational, gears and cams. Computer-aided methods are developed for the position, velocity and acceleration analysis using the joint constraint equations. Computer aided methods are also developed for the numerical prediction of singular configurations. Dynamical equations of motion are developed for constrained multi-body systems. Theoretical exercises as well computer-aided projects allow the students to learn the theory and get experience in modeling and simulation of constrained multi-body systems.

**CONTENT**

1. Introduction to constrained multi-body dynamics
2. Computer-Aided Kinematics
  - Absolute, Relative and Driving Constraints
  - Gears and Cam-Followers
  - Position, Velocity and Acceleration Analysis
  - Kinematic Modeling and Analysis
3. Computer-Aided Dynamics
  - Equations of Motion of Constrained Systems
  - Lagrange Multipliers and Generalized Forces
  - Constraint Reaction Forces
4. Projects: Cam and Belt Driven Mechanisms

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT:** cours , exercices et projets

**BIBLIOGRAPHIE:** polycopié er références du cours.

**JAISON AVEC AUTRES COURS:**

*réalable requis:* Mécanique vibratoire, Mécanique des structures

*réparation pour:*

**NOMBRE DE CREDITS:** 2

**SESSION D'EXAMEN:** été

**FORME DU CONTROLE:** examen oral

<b>Titre:</b> SIMULATION NUMERIQUE B	<b>Title:</b> NUMERICAL SIMULATION				
<b>Enseignant:</b> Robert OWENS, professeur, Alain DROZ, chargé de cours EPFL/DGM					
<i>Section(s)</i> Génie mécanique	<i>Semestre</i> été	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales</i> 42 <i>Par semaine</i> 3 <i>Cours</i> 3 <i>Exercices</i> <i>Pratique</i>

**OBJECTIF**

Initier l'étudiant aux méthodes aux différences finies et aux volumes finis utilisées pour la simulation numérique en mécanique des fluides et des solides.

**OBJECTIVE**

To initiate the student into the finite difference and finite volume methods used for numerical simulation in fluid and solid mechanics.

**CONTENU**

• **Généralités sur les équations aux dérivées partielles :** Classification. Problème de Cauchy. Equations hyperboliques, paraboliques et elliptiques. Caractéristiques, équations de compatibilité, invariants de Riemann. Systèmes d'équations aux dérivées partielles. Caractères des équations. Problèmes bien posés.

• **Méthodes aux différences finies :** discrétilisations de dérivées, séries de Taylor, polynômes, applications simples, opérateurs, maillages. Problèmes aux frontières de type elliptique. Systèmes d'équations algébriques.

• **Application aux problèmes paraboliques et hyperboliques :** Méthodes numériques bien posées, approche semi-discrète, méthodes explicites, implicites, erreur de troncature, équations modifiées, consistance, stabilité, convergence, résolution de systèmes linéaires, méthodes ADI, prédicteur-correcteur, de Runge-Kutta. Erreur de dissipation et de dispersion.

• **Méthodes des volumes finis :** Formulation conservative, étude générale de la méthode des volumes finis bidimensionnels. Traitement des conditions aux limites pour des éléments triangulaires. Applications.

**CONTENT**

• **Generalities on the equations with partial derivatives :** Classification. Cauchy's problem. Hyperbolic, parabolic and elliptic equations. Characteristics, equations of compatibility, Riemann invariants. Systems of partial differential equations. Mathematical type of the equations. Well posed problems.

• **Finite differences methods :** discretisation of derivatives, Taylor series, polynomials, simple applications, notions of operators, meshing. Elliptic boundary value problems. Systems of algebraic equations.

• **Applications to parabolic and hyperbolic problems :** Well posed numerical methods, semi-discrete approach, explicit, implicit methods, truncation errors, modified equations, consistency, stability, convergence, methods of resolution of linear systems, ADI, predictor-corrector, Runge-Kutta methods. Dissipation and dispersion errors.

• **Finite volume methods :** Conservative formulation, two-dimensional finite volume approach. Treatment of boundary conditions for triangular elements. Applications.

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

**BIBLIOGRAPHIE:** Notes polycopiées G.D. Smith, Numerical Solution of Partial Differential Equations, Clarendon Press, Oxford, 1985

J. Ockendon, S. Howison, A. Lacey and A. Metherell, Applied Partial Differential Equations, OUP, Oxford, 1999

**LIAISON AVEC AUTRES COURS:**

*Préalable requis:* Mécanique des Fluides, Simulation numérique A

*Préparation pour:* Mécanique numérique des fluides et Mécanique numérique des solides et des structures

**NOMBRE DE CREDITS: 3**

**SESSION D'EXAMEN:** été

**FORME DU CONTROLE:** écrit

<b>Titre: SYSTEMES DE CAO</b>		<b>Title: CAD SYSTEMS</b>				
<b>Enseignant: Ian STROUD, chargé de cours EPFL/DGM</b>						
<i>Section(s)</i> Génie mécanique	<i>Semestre</i> été	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i> X	<i>Heures totales:</i> 56	

**OBJECTIF**

Le but du cours est de transmettre aux étudiants les concepts de base de la modélisation assistée par ordinateur, ainsi que les méthodologies et applications du domaine de la CAO. Les techniques de modélisation feature-based sont présentées, ainsi que leur importance dans le processus de conception interactive. De plus, les étudiants mettent leurs connaissances en pratique avec des logiciels de CAO interactifs et modernes.

**OBJECTIVE**

The goal of this course is to expose the student to the basic computer-aided modeling concepts, methodologies and their application in the area of CAD (computer-aided design). Feature-based modeling techniques will be presented together with their importance in the interactive design process. Furthermore, students will practice their knowledge with modern interactive CAD software.

**CONTENU**

Opérations de modélisation  
Géométrie non-manifold  
Bases de la modélisation "feature-based"  
Echange de données CFAO  
Modélisation d'assemblages mécaniques  
Modélisation de tolérancement mécanique

**CONTENT**

Modeling Operations  
Non-manifold Geometry  
Fundamentals of Feature Based Modeling  
CAD/CAM Data Exchange  
Mechanical Assembly Modeling  
Mechanical Tolerancing Modeling

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT:** cours et exercices

**IBLIOGRAPHIE:** polycopié et références du cours

**IAISON AVEC AUTRES COURS:**

*réalable requis:* Géométrie

*réparation pour:*

**NOMBRE DE CREDITS:** 4

**SESSION D'EXAMEN:** été

**FORME DU CONTROLE:** examen oral

<b>Titre: : SYSTEMES DE FAO</b>	<b>Title: CAM SYSTEMS</b>				
<b>Enseignant: Paul XIROUCHAKIS, professeur EPFL/DGM</b>					
<i>Section(s)</i> Génie mécanique Microtechnique	<i>Semestre</i> hiver hiver	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i> <i>Par semaine: 4</i> <i>Cours: 2</i> <i>Exercices:</i> <i>Pratique: 2</i>

## OBJECTIF

Le but du cours est de transmettre aux étudiants les concepts, les modèles, les algorithmes mathématiques pour la simulation, vérification et optimisation et les méthodologies pour la FAO (fabrication assistée par ordinateur). De plus, les étudiants mettent leurs connaissances en pratique avec des logiciels de FAO interactifs et modernes.

## OBJECTIVE

The goal of this course is to expose the student to some basic computer-aided manufacturing (CAM) modeling concepts, basic mathematical simulation, verification and optimization algorithms and methodologies and their applications. Furthermore, students will practice their knowledge with modern interactive CAM software.

## CONTENU

Introduction à la FAO (fabrication assistée par ordinateur)  
Gammes d'usinage  
Modélisation et optimisation de gammes  
L'approche Réseaux de Petri  
Setup Planning  
Les mathématiques des trajectoires d'outil (3 axes)  
Les mathématiques des trajectoires d'outil (5 axes)  
FAO pour le prototypage rapide  
Ingénierie inverse  
Conception et optimisation des lignes d'assemblage  
Projets FAO

## CONTENT

Introduction to CAM (computer aided manufacturing)  
Process Planning  
Process Planning Modeling and Optimization  
The Petri-Net Approach  
Setup Planning  
The mathematics of toolpath generation (3 axis)  
The mathematics of toolpath generation (5 axis)  
CAM for rapid prototyping  
Reverse engineering  
Design and Optimization of Assembly Lines  
CAM Projects

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT:** cours ,exercices et projets

**BIBLIOGRAPHIE:** polycopié et références du cours

**LIAISON AVEC AUTRES COURS:**

*Préalable requis:* Introduction à la CFAO, Méthodes de Conception et assemblage, Méthodes de Conception et de production

*Préparation pour:*

**NOMBRE DE CREDITS: 4**

**SESSION D'EXAMEN: printemps**

**FORME DU CONTROLE:** examen oral

<b>Titre:</b>	<b>SYSTEMES MECATRONIQUES I</b>		<b>Title:</b>	<b>MECATRONICS I</b>	
<b>Enseignant:</b>	<b>Ravindra BRAMMAJYOSULA, chargé de cours EPFL/DGM</b>				
<b>Section (s)</b> Génie mécanique	<b>Semestre</b> hiver	<b>Base</b> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<b>Option</b> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<b>STS</b> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<b>Heures totales:</b> 28 <b>Par semaine:</b> 2 <b>Cours</b> 2 <b>Exercices</b> <b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

La mécatronique est une synergie d'intégration de la mécanique de précision avec l'électronique et la commande informatique intelligente dans la conception et la fabrication de produits et procédés industriels. La mécatronique comprend les connaissances de base et les technologies nécessaires pour la génération flexible de mouvements contrôlés. Dans la première partie du cours, les étudiants de Génie Mécanique apprennent les blocs de construction de base d'un système mécatronique. Plusieurs exemples pratiques sont inclus pour motiver les étudiants.

**GOALS**

Mechatronics is the synergistic integration of mechanical/precision engineering with electronics and intelligent computer control in the design and manufacturing of industrial products and processes. Mechatronics encompasses the knowledge base and the technologies required for the flexible generation of controlled motion. In the first part of the course mechanical engineering students will learn the basic building blocks of a mechatronic system. Several practical examples are included to motivate the students.

**CONTENU****1. Introduction**

Définitions et exemples de systèmes mécatroniques, blocs de construction de base d'un système mécatronique, Approche les systèmes pour la conception de produits mécatroniques, Unités de puissance et batteries, bruit, mise à la terre et isolation.

- Mesure de position et de vitesse**  
Capteurs, codeurs incrémentaux, résolvers et codeurs absolus.

**2. Modélisation des systèmes communs de puissance**

Principe d'utilisation des moteurs pas à pas, moteurs à courant continu et moteurs linéaires, contrôle de la tension et du courant, amplificateurs de puissance, besoins d'interface ordinateur.

**3. Signaux analogique et digital**

Amplificateurs opérationnels, filtres passe bas, comparateur, théorèmes de échantillonnage, filtres FIR et IIR, conversion analogique/digital.

**CONTENTS****1. Introduction**

Definitions and examples of mechatronic systems, basic building blocks of a mechatronic system, Systems approach to the design of mechatronic products, Power supplies and batteries, noise, grounding and isolation.

**2. Position and velocity measurement**

Sensors, incremental encoders, resolvers and absolute encoders.

**3. Modeling common drives**

Operating principles of stepper motors, DC motors and linear motors, voltage and current control, velocity and position control, power amplifiers, computer interface requirements.

**4. Analog and digital signal processing**

Operational amplifiers, Low-pass filter, Comparator, Sampling theorems, FIR and IIR filters, analog/digital conversion.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT:** Ex cathedra, démonstrations.**BIBLIOGRAPHIE:**

1. Mechatronics, Mechanical system interfacing, David M. Auslander, Carl J. Kempf, Prentice Hall, New Jersey, 1996
2. Electro-mechanical engineering, An integrated approach, Charles Fraser, J. Milne, IEEE Press, New York, 1994

**AISON AVEC D'AUTRES COURS:****Étable requis:**

Électronique, Machines électriques, Réglage automatique I et II

**Éparation pour:**

Systèmes mécatroniques II

**NOMBRE DE CREDITS** 2**SESSION D'EXAMEN** printemps**FORME DU CONTRÔLE:**

oral

<b>Titre:</b>	<b>SYSTEMES MECATRONIQUES II</b>				<b>Title:</b> <b>MECATRONICS II</b>
<b>Enseignant:</b>	<b>Ravindra BRAMMAJYOSULA, chargé de cours EPFL/DGM</b>				
<b>Section (s)</b> Génie mécanique	<b>Semestre</b> été	<b>Base</b> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<b>Option</b> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<b>STS</b> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<b>Heures totales:</b> 28 <b>Par semaine:</b> 2 <b>Cours</b> 2 <b>Exercices</b> <b>Pratique</b>

## OBJECTIFS

L'objectif de ce cours est de développer chez les étudiants une capacité à créer des systèmes mécatroniques. Ils apprennent les principes d'intégration des systèmes en examinant des études de cas importantes de l'industrie. Une brève introduction aux systèmes de communication, à la commande et au contrôle en temps réel, ainsi que des aspects sur la tolérance des fautes sont exposés.

## GOALS

The objective of this course is to develop students' creative ability to design mechatronic systems. They will learn the principles of system integration by examining case studies of importance in the industry. A brief introduction to communication systems, real-time monitoring and control as well as fault-tolerant aspects is given.

## CONTENU

Présentation des ordinateurs de contrôle, des architectures, des processeurs digitaux et des automates programmables. Introduction de la conception mécanique et des points clés de la performance des ordinateurs en termes de logiciel temps réel et techniques de synchronisation pour les ordinateurs PC. Examen des protocoles pour les contrôles répartis. Discussion sur plusieurs études de cas telles que application du contrôle de déplacement aux machines outils, contrôle actif d'un palier magnétique et conception d'un moteur ultrasonore piézoélectrique. Une session de laboratoire pour concrétiser les études de cas.

## CONTENTS

Basic description of embedded control computers, architectures, digital signal processors and programmable logic controllers are discussed. The engineering design and computational performance issues of real-time software and timing techniques on PC compatibles are explained. Communication protocols for implementing distributed control are examined. Several case studies such as motion control application in machine tools, control of an active magnetic bearing spindle and design of piezoceramic ultrasonic motors are discussed. A laboratory session is planned to supplement the case studies in the class room.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra, démonstrations.	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 2
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	<b>SESSION D'EXAMEN</b> été
<p>1. Mechatronics: A design and implementation methodology for real time control software, David M. Auslander, University of California, Berkeley, Draft version, August 1997.</p> <p>2. Mechatronics, Denny K. Miu, Springer-Verlag, 1992.</p> <p>3. Manufacturing automation, Yusuf Altintas, Cambridge university press, 2000</p> <p>4. Active magnetic bearings: basics, properties and applications of active magnetic bearings, Gehard Schweitzer, Hannes Bleuler and Alfons Traxler, Zürich, 1994.</p> <p>5. Grasping the interdisciplinarity of Mechatronics, Roland Siegwart, IEEE Robotics and Automation magazine, June 2000.</p>	
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTROLE:</b> oral
<i>Préalable requis:</i> Electronique, Machines électriques, Réglage automatique I et II, év. Systèmes mécatroniques I	
<i>Préparation pour:</i>	

<b>Titre:</b>	<b>SYSTEMES MULTIVARIABLES I</b>		<b>Title:</b>	<b>MULTIVARIABLE SYSTEMS I</b>		
<b>Enseignant:</b>	<b>Denis GILLET, MER, EPFL/DGM</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales:</b>	<b>28</b>
GENIE MECANIQUE	hiver	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>	<b>2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours</b>	<b>2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices</b>	
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>	

**OBJECTIFS**

Ce cours traite de la conception de commandes numériques basée sur des méthodes d'état, ainsi que le la modélisation et de l'estimation d'état de systèmes dynamiques multivariables.

**GOALS**

This course covers the design of digital control systems using state-space methods, including the modeling and the state estimation of multivariable dynamic systems.

**CONTENU**

- Représentation par variables d'état de systèmes continus et discrets
- Conversion entre les représentations par fonction de transfert et par variables d'état
- Observabilité, gouvernabilité et stabilité
- Estimation d'état et observateur de Luenberger
- Contre-réaction d'état par placement de pôles
- Commande optimale quadratique (LQR)
- Commande prédictive

**CONTENTS**

- State-variable representation of continuous and discrete systems
- State-space to/from transfer function conversion
- Observability, controllability and stability
- State estimation and Luenberger observer
- State feedback using pole placement
- Linear quadratic regulator (LQR)
- Predictive control

<b>ORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Cours ex cathedra avec exemples et exercices intégrés	<b>NOMBRE DE CREDITS</b>	<b>4</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	Cours polycopié "Systèmes multivariables I", Digital Control of Dynamic Systems, G.F. Franklin and al., Addison Wesley	<b>SESSION D'EXAMEN</b>	été
<b>LIASON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		<b>FORME DU CONTROLE:</b>	écrit ou oral
<i>équivalent requis:</i>	Systèmes dynamiques, Automatique I et II		
<i>préparation pour:</i>	Systèmes multivariables II		

<b>Titre:</b>	<b>SYSTEMES MULTIVARIABLES II</b>		<b>Title:</b>	<b>MULTIVARIABLE SYSTEMS II</b>					
<b>Enseignant</b>	<b>Dr Philippe MÜLLHAUPT, chargé de cours, EPFL/DGM</b>								
:									
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 28</i>				
GENIE MECANIQUE	été	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine: 2</i>				
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 2</i>				
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>				
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>				

**OBJECTIFS****GOALS**

Ce cours introduit les méthodes de base d'analyse et de commande des systèmes non linéaires.

This course introduces the analysis and control methods for nonlinear systems.

**CONTENU****CONTENTS**

- Notions générales sur les systèmes non linéaires
- Description du comportement dans l'espace de phase
- Méthode de l'équivalent harmonique
- Analyse de stabilité par la méthode de Lyapunov
- Aperçu des stratégies de commande non linéaire
- Nonlinear systems fundamentals
- Phase plane description of nonlinear dynamics
- Describing function analysis
- Lyapunov stability analysis
- Nonlinear control overview

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Ex cathedra avec exemples et exercices intégrés.	<b>NOMBRE DE CREDITS</b>	4
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	Notes de cours / Slotine, Li « Applied Nonlinear Control », Prentice Hall, 1991	<b>SESSION D'EXAMEN</b>	été
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		<b>FORME DU CONTROLE:</b>	oral
<i>Préalable requis:</i>	Automatique I et II, Systèmes multivariables I		
<i>Préparation pour:</i>			

<b>Titre:</b> THEORIE DES PLAQUES ET DES COQUES	<b>Title:</b> THEORY OF PLATES AND SHELLS	
<b>Enseignant:</b> Heinz BARGMANN, professeur TU Wien, chargé de cours EPFL/DGM		
Section(s) Génie mécanique	Semestre <i>Oblig.</i> Option      Facult. été    X    	Heures totales:      28 Par semaine:      2 Cours:      2 Exercices: Pratique:

**OBJECTIFS**

Determiner les contraintes, les déformations et la stabilité les structures surfaciques (plaques et coques) soumises aux sollicitations mécaniques.

**OBJECTIVES**

Determine stress, strain, and stability of surface structures (plates and shells) under mechanical loading.

**CONTENU****I. Théorie de l'élasticité**

Théorie générale. Théorie linéarisée. Equations de base. Méthodes de solution. Poutres droites et légèrement courbes.

**II. Plaque circulaire**

Disque tournant. Plaque circulaire fléchie de manière axisymétrique.

**III. Coques axisymétriques**

Conditions d'équilibre. Déformations. Résultantes. Solution approchée: état des contraintes de "membrane". Contraintes de "flexion". Tube sous pression intérieure. Coque sphérique sous pression intérieure, en rotation. Récipient cylindrique contenant un liquide. Coque conique. Coque torique.

**V. Flambage des plaques et des coques****CONTENTS****I. Theory of Elasticity**

General Theory. Linearized theory. Basic equations. Methods of solution. Straight and slightly curved beams.

**II. Circular Plate**

Rotating disk. Circular plate under axisymmetrical bending.

**III. Axisymmetrical Shells**

Equilibrium conditions. Deformations. Stress resultants. Approximate solution: "membrane" stress state, "bending" stresses. Tube under internal pressure. Rotating spherical shell under internal pressure. Cylindrical vessel containing a liquid. Conical shell. Toroidal shell.

**IV. Buckling of Plates and Shells**

**ORME DE L'ENSEIGNEMENT:** ex cathedra, avec exemples

**IBLIOGRAPHIE:** fascicules divers

**IAISON AVEC AUTRES COURS:**

*réalable requis:*

*réparation pour:*

**NOMBRE DE CREDITS:** 2

**SESSION D'EXAMEN:** été

**FORME DU CONTROLE:** oral

<b>Titre:</b> THERMOMECHANIQUE DES STRUCTURES PORTEUSES	<b>Title:</b> THERMOMECHANICS OF LOAD-CARRYING STRUCTURES
<b>Enseignant:</b> Heinz BARGMANN, professeur TU Wien, chargé de cours EPFL/DGM	
<b>Section(s)</b> Génie mécanique <i>cours donné en 2002/03</i>	<b>Semestre</b> été <b>Oblig.</b> <b>Option</b> X <b>Facult.</b> <b>Heures totales:</b> 28 <b>Par semaine:</b> 2 <b>Cours:</b> 2 <b>Exercices:</b> <b>Pratique:</b>

**OBJECTIFS**

Determiner les contraintes, les déformations, la stabilité et la durée de vie des structures (poutres, plaques et coques) soumises aux sollicitations mécaniques et thermiques.

**OBJECTIVES**

Determine stress, strain, stability, and lifetime of structures (beams, plates, and shells) under both mechanical and thermal loading.

**CONTENU****I. Thermoélasticité**

Théorie générale. Théorie linéarisée. Equations de base. Le champ de température. Méthodes de solution. Chocs thermiques surfacique et massique.

**II. Contraintes thermiques**

Poutres droites et légèrement courbes. Plaque circulaire. Tube à paroi épaisse.

**III. Flambage thermique****IV. Thermoviscoélasticité non linéaire**

Fluage des métaux. Les équations de base. Fluage et relaxation des contraintes. Effets thermiques.

**V. Flambage par fluage****VI. Rupture par fluage****CONTENTS****I. Thermoelasticity**

General Theory. Linearized theory. Basic equations. The temperature field. Methods of solution. Thermal shock under surface and body heating.

**II. Thermal Stresses in Bars, Plates, and Shells**

Straight and slightly curved bars. Thin-walled circular plate. Thick-walled tube.

**III. Thermal Buckling****IV. Nonlinear Thermoviscoelasticity**

Metal Creep. Basic equations. Creep and stress relaxation. Thermal effects.

**V. Creep Buckling****VI. Creep Rupture**

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

**BIBLIOGRAPHIE:** fascicules divers

**LIAISON AVEC AUTRES COURS:**

*Préalable requis:*

*Préparation pour:*

**NOMBRE DE CREDITS:** 2

**SESSION D'EXAMEN:** été

**FORME DU CONTROLE:** oral

<b>Titre: TURBOMACHINES HYDRAULIQUES</b>		<b>Title HYDRAULIC TURBOMACHINES</b>				
<b>Enseignant: Jean-Louis KUENY, chargé de cours EPFL/DGM</b>						
<i>Section(s)</i> Génie mécanique	<i>Semestre</i> hiver	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i> X	<i>Heures totales:</i> <i>Par semaine:</i> <i>Cours:</i> <i>Exercices:</i> <i>Pratique:</i>	56 4 4

**OBJETIF**

Maîtriser la conception scientifique d'une machine hydraulique, pompe et turbine, en utilisant les outils les plus avancés de l'ingénieur. Dans les différents chapitres les bases théoriques sont d'abord établies et ensuite les solutions pratiques sont discutées à l'aide d'exemple de réalisations récentes.

**CONTENU**

- Equation des turbomachines, bilan de puissance mécanique échangée dans une machine hydraulique, bilan de moment de quantité de mouvement appliquée à la roue, équation d'Euler généralisée.
- Caractéristique hydraulique d'une turbine à réaction, d'une turbine Pelton et d'une pompe, pertes et rendements d'une turbomachine, caractéristiques hydrauliques réelles.
- Lois de similitudes, coefficients adimensionnels, essais sur modèles réduits, effets d'échelle.
- Cavitation, implantation d'une machine, domaine de fonctionnement, adaptation aux circuits, stabilité, transitoires au démarrage et à l'arrêt, emballement.
- Conception d'une turbine à réaction: procédure générale, dimensionnement d'avant-projet, tracé d'une roue Francis, dimensionnement de la bâche et du distributeur, rôle du diffuseur, validation numérique de la conception, analyse de la qualité de l'écoulement, correction du tracé, validation expérimentale sur modèle réduit
- Conception d'une turbine Pelton: procédure générale, injecteur, dimensionnement de l'auget, problèmes mécaniques.
- Conception d'une pompe centrifuge: architecture générale, tracé de la roue, modèle de perte énergétique dans le diffuseur et/ou la volute, dimensionnement de la volute, instabilités de fonctionnement

**OBJECTIVE**

Mastering the scientific design of a hydraulic machine, pump and turbine, by using the most advanced engineering design tools. For each chapters the theoretical basis are first established and then practical solutions are discussed with the help of recent design examples.

**CONTENT**

- Turbomachine equations, mechanical power balance in a hydraulic machines, moment of momentum balance applied to the runner/impeller, generalized Euler equation.
- Hydraulic characteristic of a reaction turbine, a Pelton turbine and a pump, losses and efficiencies of a turbomachine, real hydraulic characteristics.
- Similtude laws, non dimensional coefficients, reduced scale model testing, scale effects
- Cavitation, hydraulic machine setting, operating range, adaptation to the piping system, operating stability, start stop transient operation, runaway.
- Reaction turbine design: general procedure, general project layout, design of a Francis runner, design of the spiral casing and the distributor, draft tube role, CFD validation of the design, design fix, reduced scale model experimental validation.
- Pelton turbine design: general procedure, project layout, injector design, bucket design, mechanical problems.
- Centrifugal pump design: general architecture, energetic loss model in the diffuser and/or the volute, volute design, operating stabilty

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT:** Ex cathedra, avec ex. num. et

**BIBLIOGRAPHIE:** P. HENRY: *Turbomachines hydrauliques – Choix illustré de réalisation marquantes*, PPUR, Lausanne, 1992.

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

*Préalable requis : Mécanique des milieux continus; Introduction aux turbomachines .*

*Préparation pour: Choix des équipements hydrauliques; Projets et travail pratique de diplôme*

**NOMBRE DE CREDITS: 4**

**SESSION D'EXAMEN: printemps**

**FORME DU CONTROLE: oral**

<b>Titre: TURBOMACHINES THERMIQUES</b>	<b>Title: THERMAL TURBOMACHINERY</b>					
<b>Enseignant:</b> Albin BOELCS, prof. EPFL/DGM, Peter OTT, chargé de cours EPFL/DGM						
<i>Section(s)</i> Génie Mécanique	<i>Semestre</i> hiver	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i> X	<i>Heures totales</i> <i>Par semaine</i> <i>Cours</i> <i>Exercices</i> <i>Pratique</i>	56 4 4

**OBJECTIF**

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. Types d'étages de turbine, degré de réaction, rendement, turbines multi-étages, turbines radiales
2. Types d'étages de compresseur, degré de réaction, rendement, compresseurs axiaux multi-étages, compresseur radial
3. Chiffres caractéristiques adimensionnels des turbomach.  
Définitions, valeurs typiques
4. Ecoulement dans des grilles d'aubes  
Efforts sur l'aube, déviation de l'écoulement et pertes dans les aubages
5. Caractéristiques de fonctionnement des turbomachines  
Caractéristiques d'une turbine et d'un compresseur, fonctionnement d'un compresseur avec récepteur, réglage
6. Similitude des régimes de fonctionnement des turbomachines
7. Méthodes de calcul de l'écoulement dans des grilles d'aubes
8. Ecoulement tridimensionnel dans l'aubage des turbomachines  
Équilibre radial, conception des aubages pour l'écoulement tridimensionnel

**OBJECTIVE**

Drawing from modern fundamental engineering methods, to know how to properly design the primary components of a turbomachine while taking into account such important considerations as performance, durability, pollution and cost. In each chapter, the basic theories and principles are first explained, followed by discussions of practical applications as well as step-by-step descriptions of some typical examples.

**CONTENT**

1. Types of turbine stages, degree of reaction, efficiency, multistage turbines
2. Types of compressor stages, degree of reaction, efficiency, multistage axial compressors, radial compressors
3. Non-dimensional characteristic terms for turbomachines  
Definitions, typical values
4. Flow through blade rows of blades  
Forces on blades, flow deviation and losses past turbine blades
5. Performance characteristics turbomachines  
Characteristics of turbines and of compressors, operation of a compressor with receiver, regulation
6. Similarity methods applied to the operating regimes of turbomachines
7. Calculation methods applied to flow through cascades
8. Three-dimensional flow in turbomachinery  
Radial equilibrium, design of blades for three-dimensional flow

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT:** ex cathedra avec exercices**BIBLIOGRAPHIE:** cours polycopiés**LIAISON AVEC AUTRES COURS:**

*Préalable requis:* Introduction aux turbomachines, Mécanique des fluides, Transfert de chaleur et de masse,

Science des matériaux, Dynamique appliquée, Construction

*Préparation pour:*

**NOMBRE DE CREDITS:** 4**SESSION D'EXAMEN:** printemps**FORME DU CONTROLE:** oral

<b>Titre: TURBOMACHINES TRANSSONIQUES ET PHENOMÈNES INSTATIONNAIRES</b>	<b>Title: TRANSONIC TURBOMACHINERY AND UNSTEADY PHENOMENA</b>
<b>Enseignant: Albin BOELCS, prof. EPFL/DGM, Peter OTT, chargé de cours EPFL/DGM</b>	
<i>Section(s)</i>	<i>Semestre</i>
Génie mécanique	été
	<i>Oblig.</i>
	X
	<i>Facult.</i>
	<i>Heures totales</i>
	28
	<i>Par semaine</i>
	2
	<i>Cours</i>
	2
	<i>Exercices</i>
	<i>Pratique</i>

## **OJECTIF**

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.

## **OBJECTIVE**

Drawing from modern fundamental engineering methods, to know how to properly design the primary components of a turbomachine while taking into account such important considerations as performance, durability, pollution and cost. In each chapter, the basic theories and principles are first explained, followed by discussions of practical applications as well as step-by-step descriptions of some typical examples.

## CONTENIU

1. Ecoulement transsonique dans les turbomachines
  2. Instabilités aérodynamiques dans les turbomachines  
Modes de vibration des aubes, excitation des vibrations, aéroélasticité
  3. Problèmes thermiques dans les turbomachines  
Production de l'énergie thermique, refroidissement des éléments chauds de la turbine

## CONTENT

1. Transonic flow in turbomachinery
  2. Aerodynamic instabilities in turbomachinery  
Blade vibration modes, blade excitation, aeroelasticity
  3. Thermal problems in turbomachinery (blade cooling)  
Thermal energy production, cooling of hot components in a turbine

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra avec exercices <b>BIBLIOGRAPHIE:</b> cours polycopiés <b>LIAISON AVEC AUTRES COURS:</b> <i>Préalable requis:</i> Turbomachines thermiques <u>Préparation pour:</u>	<b>NOMBRE DE CREDITS:</b> 2 <b>SESSION D'EXAMEN:</b> été <b>FORME DU CONTROLE:</b> écrit
--	--

<b>Titre:</b>	<b>VISCOELASTICITE ET ELASTOPLASTICITE</b>				<b>Title:</b>	<b>VISCOELASTICITY AND ELASTOPLASTICITY</b>	
<b>Enseignant:</b>	<b>Philippe ZYSSET, Alain CURNIER, professeurs EPFL/DGM</b>						
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i>	28	
Génie mécanique .....	été		x		<i>Par semaine:</i>	2	
cours donné en 2002/03 .....					<i>Cours</i>	2	
.....					<i>Exercices</i>	—	
.....					<i>Pratique</i>	—	

**OBJECTIFS**

Élargir ses connaissances en rhéologie des matériaux solides, par l'étude des propriétés de viscosité et plasticité, en complément de l'élasticité de base, pour déboucher sur la viscoélasticité et l'élastoplasticité.

**CONTENU****1. Introduction**

- Notion de viscosité et plasticité des matériaux solides, importance dans certaines applications.
- Notations. Rappels de rhéologie des matériaux.

**2. Viscoélasticité**

- Phénomènes de fluage, relaxation et déphasage . Modèles viscoélastiques scalaires: parallèle, série et mixte, modèles généralisés à spectre continu, formulations différentielle et fonctionnelle, dissipation visqueuse.
- Lois viscoélastiques tensorielles, potentiel de dissipation, tenseurs de viscosité et viscoélasticité linéaire isotrope. Couplages en grandes déformations.
- Problème aux limites, théorème de correspondance.
- Illustrations (traction, torsion, flexion) et applications.

**3. Elastoplasticité**

- Phénomènes de plastification et d'écrouissage. Modèle élastoplastique scalaire série, dissipation plastique. Formulation moderne avec les outils de l'analyse convexe non différentiable.
- Lois élastoplastiques tensorielles, potentiel de dissipation, tenseurs de plasticité et élastoplasticité. Grandes déformations plastiques.
- Problème aux limites incrémental, projection implicite sur le critère de plasticité.
- Illustrations et applications.

**GOALS**

Broaden one's knowledge in rheology of materials by studying the properties of viscosity and plasticity in complement of elasticity, to arrive at viscoelasticity and elastoplasticity.

**CONTENTS****1. Introduction**

- Notion of viscosity and plasticity of solid materials, importance in given applications.
- Notations. Review of material rheology.

**2. Viscoelasticity**

- Creep, relaxation and phase phenomena. Scalar viscoelastic models: parallel, series and mixed, generalised models with continuous spectrum, differential and integral formulations, viscous dissipation.
- Tensorial viscoelastic laws, dissipation potential, linear isotropic viscosity and viscoelasticity tensors. Couplings due to large strains.
- Boundary value problem, correspondence theorem.
- Illustrations (traction, torsion, flexion) and applications.

**3. Elastoplasticity**

- Plasticity, hardening and softening phenomena. Scalar elastoplastic series model, plastic dissipation. Modern formulation with the tools of nonsmooth convex analysis.
- Tensorial elastoplastic laws, dissipation potential, plasticity and elastoplasticity tensors. Large plastic strains.
- Incremental boundary value problem, implicit projection on plasticity criterion.
- Illustrations and applications.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT :</b> ex cathedra	<b>NOMBRE DE CRÉDITS :</b> 2
<b>BIBLIOGRAPHIE :</b> notes de cours, références	<b>SESSION D'EXAMEN :</b> été
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTRÔLE :</b> examen écrit
<i>Préalable requis :</i> mécanique des solides	
<i>Préparation pour :</i>	

<b>Titre:</b> PROJET STS	<b>Title:</b> STS-PROJECT				
<b>Enseignant:</b> vacat					
<i>Section(s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales/semestre</i>
Génie mécanique	hiver	X			28
Génie mécanique	été	X			
					<i>Par semaine</i>
					2
					<i>Cours</i>
					<i>Exercices</i>
					<i>Pratique</i>
					2

**OBJECTIF****OBJECTIVE****CONTENU****CONTENT**

Travail personnel en relation avec le cours STS (Science - Technique - Société)

Personal work in relation to the course STS (Science - Technology - Society)

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT:**

**NOMBRE DE CREDITS:** 4

**BIBLIOGRAPHIE:**

**NOTE D'EXAMEN:** été

**LIAISON AVEC AUTRES COURS:**

pour rédaction du mémoire STS

*Préalable requis:*

*Préparation pour:*

<b>Titre:</b> PROJET DE SEMESTRE I	<b>Title:</b> SEMESTER PROJECT I				
<b>Enseignant:</b> divers enseignants					
<i>Section(s)</i> Génie mécanique	<i>Semestre</i> hiver	<i>Oblig.</i> X	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 112 <i>Par semaine:</i> 8 <i>Cours:</i> <i>Exercices:</i> <i>Pratique:</i> 8

**OBJECTIF**

Au cours de ce projet, l'étudiant exploitera les méthodes des cours suivis pour traiter un problème pratique. Les thèmes de ces projets sont choisis parmi les activités de recherche et de développement de l'une des unités du Département de Génie mécanique.

**OBJECTIVE**

During this project students will exploit the methods of the courses followed to deal with a practical problem. The themes of these projects are chosen according to the activities of research and development of one of the units of the Department of Mechanical Engineering.

**CONTENU**

La liste des projets peut être consultée sur le WEB du Département de Génie mécanique.

**CONTENT**

The project list is available on the WEB of the Department of Mechanical Engineering.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> travail personnel guidé, en laboratoire et salle de projets	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 8
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> polycopies et bibliothèques des instituts	<b>SESSION D'EXAMEN:</b> printemps
<b>LIAISON AVEC AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTROLE:</b> écrit et oral
<i>Préalable requis:</i> ensemble des cours de la 3 <sup>ème</sup> année <i>Préparation pour:</i>	

<b><i>Titre: PROJET DE SEMESTRE II</i></b>		<b><i>Title: SEMESTER PROJECT II</i></b>				
<b><i>Enseignant: divers enseignants</i></b>						
<i>Section(s)</i> Génie mécanique	<i>Semestre</i> été	<i>Oblig.</i> X	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> <i>Par semaine:</i> <i>Cours:</i> <i>Exercices:</i> <i>Pratique:</i>	168 12

**OBJECTIF**

Au cours de ce projet, l'étudiant exploitera les méthodes des cours suivis pour traiter un problème pratique. Les thèmes de ces projets sont choisis parmi les activités de recherche et de développement de l'une des unités du département.

**OBJECTIVE**

During this project students will exploit the methods of the courses followed to deal with a practical problem. The themes of these projects are chosen according to the activities of research and development of one of the units of the department.

**CONTENU**

La liste des projets peut être consultée sur le WEB du Département de Génie mécanique.

**CONTENT**

The project list is available on the WEB of the Department of Mechanical Engineering.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> travail personnel guidé, en laboratoire et salle de projets	<b>NOMBRE DE CREDITS:</b> 12
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> polycopies et bibliothèques des instituts	<b>SESSION D'EXAMEN:</b> été
<b>LIAISON AVEC AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTROLE:</b> écrit et oral
<i>Préalable requis:</i> <i>Préparation pour:</i>	