



ÉCOLE POLYTECHNIQUE  
FÉDÉRALE DE LAUSANNE  
S U I S S E

# Microtechnique

Livret des cours

# Microengineering

Catalogue of courses

A decorative graphic featuring a horizontal row of colorful hexagons in white, yellow, orange, red, pink, purple, blue, and green. Below this row are several curved, overlapping lines in shades of orange and yellow, creating a sense of depth and movement. The large white text 'STI' is superimposed on this graphic.

# STI

Année académique / Academic Year 2004 - 2005



ÉCOLE POLYTECHNIQUE  
FÉDÉRALE DE LAUSANNE  
S U I S S E

## Faculté des Sciences de Base (SB)

Administratrice de la Faculté  
Mme Anna Ekmark  
Email [anna.ekmark@epfl.ch](mailto:anna.ekmark@epfl.ch)  
Web <http://sb.epfl.ch/>

### Section de Mathématiques (SMA)

MA - Ecublens, CH-1015 Lausanne  
Tél. 021 693 25 35  
Fax 021 693 55 10  
Email [anne-lise.courvoisier@epfl.ch](mailto:anne-lise.courvoisier@epfl.ch)  
Web <http://sma.epfl.ch/>

### Section de Chimie et Génie Chimique (SCGC)

BCH - Ecublens, CH-1015 Lausanne  
Tél. 021 693 98 48  
Fax 021 693 98 55  
Email [yolande.llera@epfl.ch](mailto:yolande.llera@epfl.ch)  
Web <http://scgc.epfl.ch/>

### Section de Physique (SPH)

PH - Ecublens, CH-1015 Lausanne  
Tél. 021 693 33 00  
Fax 021 693 44 44  
Email [suzanne.claudet@epfl.ch](mailto:suzanne.claudet@epfl.ch)  
Web <http://sph.epfl.ch/>

## Faculté de l'Environnement Naturel et Construit (ENAC)

Secrétariat de la Faculté  
Mme Béatrice Bouy  
Email [beatrice.bouy@epfl.ch](mailto:beatrice.bouy@epfl.ch)  
Web <http://enac.epfl.ch>

### Section d'Architecture (SAR)

Bâtiment Polyvalent (BP)  
CH-1015 Lausanne  
Tél. 021 693 32 11  
Fax 021 693 73 90  
Email [secretariat.sar@epfl.ch](mailto:secretariat.sar@epfl.ch)  
Web <http://sar.epfl.ch>

### Section de Génie Civil (SGC)

GC - Ecublens, CH-1015 Lausanne  
Tél. 021 693 28 05  
Fax 021 693 63 50  
Email [secretariat.sgc@epfl.ch](mailto:secretariat.sgc@epfl.ch)  
Web <http://sgc.epfl.ch/>

### Section des Sciences et Ingénierie de l'Environnement (SSIE)

GR - Ecublens, CH-1015 Lausanne  
Tél. 021 693 27 71  
Fax 021 693 57 30  
Email [secretariat.ssie@epfl.ch](mailto:secretariat.ssie@epfl.ch)  
Web <http://ssie.epfl.ch/>

## Faculté des Sciences et Techniques de l'Ingénieur (STI)

Administratrice de la Faculté  
Sylviane Pluss  
email [sylviane.pluss@epfl.ch](mailto:sylviane.pluss@epfl.ch)  
Web <http://sti.epfl.ch/>

### Section de Génie Mécanique (SGM)

GM - Ecublens, CH-1015 Lausanne  
Tél. 021 693 29 47 ou 73 62  
Fax 021 693 25 25  
Email [bibiane.meyer@epfl.ch](mailto:bibiane.meyer@epfl.ch)  
Web <http://sgm.epfl.ch>

### Section de Science et Génie des Matériaux (SMX)

MX - Ecublens, CH-1015 Lausanne  
Tél. 021 693 29 45 ou 28 23  
Fax 021 693 29 35  
Email [christina.deville@epfl.ch](mailto:christina.deville@epfl.ch)  
Web <http://smx.epfl.ch/>

### Section de Microtechnique (SMT)

BM - Ecublens, CH-1015 Lausanne  
Tél. 021 693 39 25 ou 48 37  
Fax 021 693 78 00  
Email [marie-jose.seywert@epfl.ch](mailto:marie-jose.seywert@epfl.ch)  
Web <http://smt.epfl.ch>

### Section de Génie Électrique et Électronique (SEL)

SEL - Ecublens, CH-1015 Lausanne  
Tél. 021 693 46 18 ou 39 84  
Fax 021 693 46 60  
Email [suzanne.buffat@epfl.ch](mailto:suzanne.buffat@epfl.ch)  
Web <http://sel.epfl.ch/>

## Faculté Informatique et Communication (I&C)

Administratrice de la Faculté  
Mme Sylviane Dal Mas  
Tél. 021 693 56 37  
Email [sylviane.dalmas@epfl.ch](mailto:sylviane.dalmas@epfl.ch)  
Web <http://ic.epfl.ch/>

### Section des Systèmes de Communication (SSC)

EL - Ecublens, CH-1015 Lausanne  
Tél. 021 693 66 61 ou 54 41  
Fax 021 693 47 10  
Email [martine.emery@epfl.ch](mailto:martine.emery@epfl.ch)  
Email [christine.gil@epfl.ch](mailto:christine.gil@epfl.ch)  
Web <http://ssc.epfl.ch/>

### Section d'Informatique (SIN)

IN - Ecublens, CH-1015 Lausanne  
Tél. 021 693 52 08 ou 76 66  
Fax 021 693 47 10  
Email [cecilia.bigler@epfl.ch](mailto:cecilia.bigler@epfl.ch)  
Email [chantal.menghini@epfl.ch](mailto:chantal.menghini@epfl.ch)  
Web <http://sin.epfl.ch>

## Faculté Sciences de la Vie (SV)

Doyen a. i.  
M. Benoît Dubuis  
Email [benoit.dubuis@epfl.ch](mailto:benoit.dubuis@epfl.ch)  
Web <http://sv.epfl.ch>

### Section des Sciences et Technologies du Vivant (SSV)

SG - Ecublens, CH-1015 Lausanne  
Tél. 021 693 16 34  
Email [william.pralong@epfl.ch](mailto:william.pralong@epfl.ch)

## Collège des Humanités (CdH)

### Section de Management de la Technologie et Entrepreneuriat (SMTE)

Tél. 021 693 24 63  
Fax 021 693 50 60  
Email [angela.crausaz@epfl.ch](mailto:angela.crausaz@epfl.ch)  
Web <http://cdh.epfl.ch>

### Programme d'enseignement en Sciences Humaines et Sociales (P-SHS)

Tél. 021 693 48 33  
Fax 021 693 19 00  
Email [claudette.zwicky@epfl.ch](mailto:claudette.zwicky@epfl.ch)  
Web <http://cdh.epfl.ch>

## Autres unités

### Cours de Mathématiques Spéciales (CMS)

CMS - Ecublens, CH-1015 Lausanne  
Tél. 021 693 22 95  
Fax 021 693 62 90  
Email [marinette.aucr@epfl.ch](mailto:marinette.aucr@epfl.ch)  
Web <http://cmswww.epfl.ch/>

### Centre de Recherches en Physique des Plasmas (CRPP)

PPB - Ecublens, CH-1015 Lausanne  
Tél. 021 693 34 82  
Fax 021 693 51 76  
Email [ingrid.demesel@epfl.ch](mailto:ingrid.demesel@epfl.ch)  
Web <http://crppwww.epfl.ch/>

### Centre Interdisciplinaire de Microscopie Électronique (CIME)

Centre rattaché au SB  
MX - C-Ecublens, CH-1015 Lausanne  
Tél. 021 693 29 76  
Fax 021 693 44 01  
Web <http://cimewww.epfl.ch/>

### Communauté d'Études pour l'Aménagement du Territoire (CEAT)

Av. de l'Église-Anglaise 14  
CH-1006 Lausanne  
Tél. 021 693 41 65  
Fax 021 693 41 54  
Email [secretariat.ceat@epfl.ch](mailto:secretariat.ceat@epfl.ch)  
Web <http://ceat.epfl.ch>

### Institut international de Management pour la Logistique (IML)

GC - Ecublens, CH-1015 Lausanne  
Tél. 021 693 54 33  
Fax 021 693 50 60  
Email [direction.iml@epfl.ch](mailto:direction.iml@epfl.ch)  
Web <http://imlwww.epfl.ch>

Site Web de l'EPFL  
<http://www.epfl.ch/>

Adresse de contact  
Tél. 021 693 43 45  
Fax 021 693 30 88

Editeur | © EPFL (juin 2004)  
Impression | IRL / Lausanne  
Couverture | D. S. Stefanovich  
OH NO, OH YES! Design / Lausanne  
[ohnooohyes.design@worldcom.ch](mailto:ohnooohyes.design@worldcom.ch)



ÉCOLE POLYTECHNIQUE  
FÉDÉRALE DE LAUSANNE

## TABLE DES MATIÈRES

<b>EPFL</b>	page
Informations générales.....	1
General informations .....	6
Calendrier académique.....	11
Ordonnance sur la formation menant au bachelor et au master.....	13
Ordonnance sur le contrôle des études menant au bachelor et au master.....	17

### SECTION DE MICROTECHNIQUE

Pages en couleur :

- Plan d'études de la section de microtechnique
- Règlement d'application du contrôle des études de la section de microtechnique
- Liste alphabétique des enseignants
- Table des matières des descriptifs de cours

Descriptifs des cours .....	1-105
-----------------------------	-------

## 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 :

- Architecture
- Chimie et Génie chimique
- Génie électrique et électronique
- Génie civil
- Génie mécanique
- Informatique
- Management de la technologie et entrepreneuriat
- Mathématiques
- Microtechnique
- Physique
- Science et génie des matériaux
- Sciences et ingénierie de l'environnement
- Sciences et technologies du vivant
- Systèmes de communication

La formation de bachelor est de 3 ans et la formation de master est de 1 an et demi à 2 ans selon la spécialité, à part pour l'Architecture qui est de 5 ans et demi pour la formation complète.

#### 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 ÉTRANGERS ne délivre aucun permis de séjour aux conjoints (sauf s'ils sont eux aussi immatriculés), ni à leurs enfants. Conjoints 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 04/05) peuvent être modifiés par le Conseil des écoles polytechniques fédérales.

### Finances et taxes de cours

Au 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 603.-. 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 précédant 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 GÉNÉRALES

### 6 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.

### 7 Langues d'enseignement

Une bonne connaissance du français est indispensable pour les études de bachelor. La langue d'enseignement au niveau de master est essentiellement en anglais.

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

## C. Vie pratique

### 1 Coût des études

#### Budget

Le budget annuel indicatif est le suivant :

• frais de scolarité et matériel	FS	2'500.-
• Logement	FS	6'000.-
• Nourriture	FS	6'000.-
• Habits et effets personnels	FS	2'000.-
• Assurances, transports, divers	FS	3'500.-
<b>Total</b>	<b>FS</b>	<b>20'000.-</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 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).

### 2 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

## 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 estudiantine, 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

Following the Bologna Declaration, EPFL has been progressively introducing a new system of study since the autumn of 2003. It will enable a European coordination of degrees and courses.

The degree courses for engineers, architects and scientists at EPFL are made up of two cycles leading to two degrees.

- The Bachelor cycle, normally of three years, corresponds to 180 ECTS credits, and leads to an Academic Bachelor, which will enable the holder to finish his or her studies at EPFL or in another equivalent institution.
- The Master cycle, of one and a half to two years, depending on the choice of study leads to an EPFL Master. It corresponds to 90 – 120 credits, depending on the choice of study, including a practical project worth 30 credits.

This credit system is entirely compatible with the European Credit Transfer System (ECTS). A credit corresponds approximately to 25 – 30 hours of work by the student.

Each education year at EPFL is divided into two fourteen-week semesters, the exams not being included in these periods. The kinds of exams can vary: oral or written exams, laboratory tests, practical projects or exercises.

The 13 options available in the Bachelor degree course start by a foundation year in basic sciences (mathematics, physics, chemistry, life sciences) including an introduction to the chosen speciality option. Ten per cent of the year is devoted to human sciences.

A global pass for the first year based on the averages system (worth 60 ECTS) is obligatory before embarking on the second year.

The remaining two years of the Bachelor degree course, corresponding to 90-120 more ECTS credits, consist in consolidating basic scientific knowledge and in foundation courses for the speciality option, all the while keeping to the “polytechnic ideal”.

The first degree course of three years, is followed by the Master degree programme of one and half to two years, and will lead to the mastering of a professional domain.

All sections at EPFL will have a Master degree programme from autumn 2004. EPFL Masters will be awarded from 2005 to all who pass the complete courses of study.

Professor Marcel Jufer



Vice-président pour la formation

## GENERAL INFORMATION

### A. Study information

#### ① Departments

Diploma courses are held in the following departments:

- Architecture
- Chemistry and Chemical engineering
- Civil engineering
- Communication systems
- Computer science
- Electrical and electronical engineering
- Environmental sciences and engineering
- Life sciences and technology
- Management of technology and entrepreneurship
- Materials science and engineering
- Mathematics
- Mechanical engineering
- Microengineering
- Physics

The Bachelor cycle is normally of three years and the Master cycle, of one and a half to two years, depending on the choice of study. The complete study period for Architecture is five and a half years..

#### 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  
- residence 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  
- residence 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 04/05) 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 603.- 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	2,500.-
• Lodgings	SF	6,000.-
• Food	SF	6,000.-
• Clothing and personal items	SF	2,000.-
• Insurance, transport, other..	SF	3,500.-
<b>Total</b>	<b>SF</b>	<b>20,000.-</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 du logement" at Lausanne University and is to be found in the Admissions and Administration building (Rectorat et Administration, e-mail: [logement@unil.ch](mailto:logement@unil.ch)). 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 FS 400.- and FS 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 choose 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 2004 - 2005

### IMPORTANT

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

### ABREVIATIONS

SAC : Service académique

SOC : Service d'Orientation et Conseil

### DUREE DES SEMESTRES

HIVER : du 18 octobre 2004 au 4 février 2005 = 14 semaines

ETE : du 7 mars 2005 au 17 juin 2005 = 14 semaines

### PERIODES DES EXAMENS EN 2004

Session de printemps : 7 février 2005 au 26 février 2005

Session d'été : 27 juin 2005 au 16 juillet 2005

Session d'automne : 20 septembre 2005 au 8 octobre 2005

### PERIODES D'INSCRIPTION AUX COURS EN 2003/2004

Voir page WEB du Service académique :

[http://daawww.epfl.ch/daa/sac/dates\\_importantes.htm](http://daawww.epfl.ch/daa/sac/dates_importantes.htm)

### PERIODES D'INSCRIPTION AUX EXAMENS EN 2003/2004

Voir page WEB du Service académique :

[http://daawww.epfl.ch/daa/sac/dates\\_importantes.htm](http://daawww.epfl.ch/daa/sac/dates_importantes.htm)

### SITES WEB

Le calendrier académique se trouve sur le site Internet du Service académique : <http://www.epfl.ch/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  
AUX EXAMENS**

Les inscriptions tardives, moyennant une taxe de Fr. 50.-- , sont prises en compte jusqu'à la fin de la période de retrait soit 10 jours avant le début de la session des examens

**RETRAIT AUX  
EXAMENS**

Aucun retrait ne sera pris en compte après la fin de la période autorisée soit 10 jours avant le début de la session des examens

**PERIODE DES COURS  
POUR 2005-2006**

Semestre d'hiver : du 24.10.2005 au 10.02.2006  
Semestre d'été : du 07.03.2006 au 23.06.2006

**PERIODE DES COURS  
POUR 2006-2007**

Semestre d'hiver : du 23.10.2006 au 09.02.2007  
Semestre d'été : du 12.03.2007 au 22.06.2007

**PERIODE DES COURS  
POUR 2007-2008**

Semestre d'hiver : du 22.10.2007 au 08.02.2008  
Semestre d'été : du 10.03.2008 au 20.06.2008

## Ordonnance sur la formation menant au bachelor et au master de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne

(Ordonnance sur la formation)

du 14 juin 2004

La Direction de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL),

vu l'art. 3, al. 1, let. b, de l'ordonnance du 13 novembre 2003 sur l'EPFZ et l'EPFL<sup>1</sup>,

arrête :

Section 1 Généralités et définitions

**Art. 1** Objet

<sup>1</sup> La présente ordonnance régit la formation menant aux titres de bachelor et de master décernés par l'EPFL.

<sup>2</sup> Les études de bachelor et de master constituent les deux phases successives de cette formation.

**Art. 2** Admission

L'admission à la formation menant au bachelor et au master est déterminée par l'ordonnance du 8 mai 1995 concernant l'admission à l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne<sup>2</sup>.

**Art. 3** Titres

<sup>1</sup> L'EPFL décerne les titres suivants dans ses domaines d'études (sections ou spécialisations):

- a. le bachelor;
- b. le master.

<sup>2</sup> Les titres sont munis du sceau de l'EPFL et mentionnent le nom du titulaire. Ils sont signés par le président de l'EPFL, par le vice-président pour les affaires académiques à l'EPFL et par le directeur de section. Ils sont accompagnés du *diploma supplement* décrivant le niveau, le contexte, le contenu et le statut des études accomplies avec succès. Les titres mentionnent le domaine d'études et, pour le master, la désignation professionnelle du titulaire, ainsi qu'une éventuelle orientation particulière.

<sup>3</sup> Le titre de bachelor vise à faciliter l'admission aux études de master auprès d'une autre haute école. Il est délivré à l'étudiant exmatriculé de l'EPFL avant d'obtenir le master.

<sup>4</sup> Tout titulaire du diplôme de l'EPFL (art. 15, al. 1) est autorisé à se présenter comme titulaire du master de l'EPFL (annexe I).

<sup>5</sup> La liste des titres et désignations correspondantes selon les domaines d'études figure dans l'annexe I de la présente ordonnance.

<sup>6</sup> Les titres de master décernés par l'EPFL communément avec d'autres institutions sont régis par les accords spécifiques.

<sup>7</sup> L'EPFL décerne également le titre de docteur ès sciences (ou Ph. D.) et d'autres titres correspondant à la formation continue. Ces titres font l'objet d'ordonnances spécifiques.

**Art. 4** Crédits d'études ECTS

<sup>1</sup> L'EPFL attribue des crédits pour les prestations d'études contrôlées, conformément au système européen de transfert et d'accumulation de crédits d'études (European Credit Transfer and Accumulation System, ci-après ECTS). Le nombre de crédits défini pour une matière est fonction du volume de travail à fournir pour atteindre l'objectif de formation.

<sup>1</sup> RS 414.110.37

<sup>2</sup> RS 414.110.422.3

<sup>2</sup> Les crédits ECTS sont acquis de façon cumulative selon les conditions définies par l'ordonnance du 14 juin 2004 sur le contrôle des études<sup>3</sup>. Les règlements d'application du contrôle des études visés à l'art. 6, al. 1, de ladite ordonnance définissent le nombre de crédits attribué à chaque branche d'études.

<sup>3</sup> Les plans d'études visés à l'art. 6, al. 2 de l'ordonnance sur le contrôle des études sont conçus de façon à permettre l'acquisition de 60 crédits ECTS par année académique.

**Art. 5** Nombre de crédits ECTS requis

<sup>1</sup> A réussi le bachelor l'étudiant qui a acquis 180 crédits ECTS conformément à l'ordonnance du 14 juin 2004 sur le contrôle des études<sup>4</sup> et aux règlements d'application visés à l'art. 6, al. 1, de ladite ordonnance.

<sup>2</sup> A réussi le master l'étudiant qui a acquis, en sus du bachelor, 60 crédits ECTS, respectivement 90 crédits ECTS pour les sections Architecture, Génie civil, Sciences et ingénierie de l'environnement et Systèmes de communication, et réussi le projet de master représentant 30 crédits, conformément à l'ordonnance sur le contrôle des études et aux règlements d'application.

**Section 2** Bachelor

**Art. 6** Etapes de formation

<sup>1</sup> Le bachelor de l'EPFL est composé de deux étapes successives de formation :

- a. le cycle propédeutique;
- b. le cycle bachelor.

<sup>2</sup> Ces deux cycles doivent être réussis en l'espace de six ans.

**Art. 7** Cycle propédeutique

<sup>1</sup> Le cycle propédeutique s'étend sur une année d'études et se termine par l'examen propédeutique.

<sup>2</sup> Il a pour objectif la vérification des connaissances de base, l'acquisition des compétences nécessaires pour la suite de la formation en sciences naturelles et une initiation dans les sciences humaines et sociales.

<sup>3</sup> Sa durée ne peut excéder deux ans.

<sup>4</sup> La réussite de l'examen propédeutique permet d'acquérir 60 crédits ECTS et est la condition pour entrer au cycle bachelor.

**Art. 8** Cycle bachelor

<sup>1</sup> Le cycle bachelor s'étend sur deux années d'études.

<sup>2</sup> Il a pour objectif l'acquisition des bases scientifiques générales et spécifiques au domaine d'études et à un secteur des sciences humaines et sociales.

<sup>3</sup> Sa durée ne peut excéder quatre ans.

<sup>4</sup> Le cycle bachelor est réputé réussi par l'acquisition de 120 crédits ECTS. La réussite du cycle bachelor est la condition pour entrer au cycle master.

**Section 3** Master

**Art. 9** Etapes de formation

<sup>1</sup> Le master est composé de deux étapes successives de formation :

- a. le cycle master;
- b. le projet de master.

<sup>2</sup> Ces deux étapes doivent être réussies en l'espace de:

- a. trois ans lorsque le cycle master comporte 60 crédits;
- b. quatre ans lorsque le cycle master comporte 90 crédits.

---

<sup>3</sup> RS ...

<sup>4</sup> RS ...

**Art. 10** Cycle master

<sup>1</sup> Il a pour objectif l'acquisition des connaissances spécifiques du domaine d'études permettant la maîtrise de la profession, ainsi que l'étude d'une discipline des sciences humaines et sociales.

<sup>2</sup> La durée du cycle master de 60 crédits ECTS est d'une année, mais ne peut excéder deux ans ; celle du cycle de 90 crédits ECTS est d'une année et demie, mais ne peut excéder trois ans.

<sup>3</sup> Le cycle master est réputé réussi par l'acquisition de 60 ou 90 crédits ECTS.

**Art. 11** Projet de master

<sup>1</sup> La réussite du projet de master permet d'acquérir 30 crédits ECTS.

<sup>2</sup> La réussite du cycle master est une condition pour entamer le projet de master. Le vice-président pour les affaires académiques peut accorder des dérogations, après avoir consulté le directeur de section.

## Section 4 Durées de formation

**Art. 12** Conditions liées aux durées

<sup>1</sup> Les crédits requis doivent être acquis dans les durées fixées pour chaque cycle de formation par la présente ordonnance. Les études ne peuvent être interrompues entre le cycle propédeutique et le cycle bachelor, ni entre le cycle master et le projet de master.

<sup>2</sup> En dérogation à l'al. 1, le vice-président pour les affaires académiques peut prolonger la durée maximale d'un cycle de formation ou accorder une interruption entre deux cycles à un étudiant qui fait valoir un motif valable, notamment une longue maladie, une maternité, une période de service militaire, dès qu'il en a connaissance et avant l'échéance de la durée maximale.

## Section 5 Autres modalités

**Art. 13** Mobilité

<sup>1</sup> Au titre de la mobilité, l'EPFL peut autoriser les étudiants à étudier un semestre ou un an dans une autre haute école, ou à faire le projet de master dans une autre haute école, dans le secteur public ou dans l'industrie, en restant immatriculés à l'EPFL. Les contrôles des acquis passés avec succès dans une autre haute école sont pris en compte pour autant que le programme d'études ait été préalablement fixé avec le responsable du domaine d'études de l'EPFL.

<sup>2</sup> Les directives du vice-président pour les affaires académiques s'appliquent.

**Art. 14** Modification du droit en vigueur

La modification du droit en vigueur est réglée dans les annexes II et III.

**Art. 15** Dispositions transitoires

<sup>1</sup> Le diplôme est décerné jusqu'au 31 décembre 2004.

<sup>2</sup> Les titres de bachelor et de master sont décernés à partir du 1<sup>er</sup> janvier 2005.

**Art. 16** Entrée en vigueur

<sup>1</sup> La présente ordonnance entre en vigueur le 18 octobre 2004, à l'exception de l'al. 2.

<sup>2</sup> L'annexe II entre en vigueur le 1<sup>er</sup> janvier 2005.

Au nom de la Direction de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne :

Le président :

Le vice-président pour la formation

Professeur Patrick Aebischer

Professeur Marcel Jufer

Annexe I (art. 3, al. 5)

## Titres et désignations professionnelles

Bachelor et master	Sections / spécialisations	Désignation professionnelle accompagnant le master
Bachelor of Science BSc Master of Science MSc	Génie civil Civil Engineering	Ingénieur civil (ing. civ. dipl. EPF)
Bachelor of Science BSc Master of Science MSc	Sciences et ingénierie de l'environnement Environmental Sciences and Engineering	Ingénieur en environnement (ing. env. dipl. EPF)
Bachelor of Science BSc Master of Science MSc	Génie mécanique Mechanical Engineering	Ingénieur mécanicien (ing. méc. dipl. EPF)
Bachelor of Science BSc Master of Science MSc	Microtechnique Microengineering	Ingénieur en microtechnique (ing. microtechn. dipl. EPF)
Bachelor of Science BSc Master of Science MSc	Génie électrique et électronique Electrical and Electronic Engineering	Ingénieur électricien (ing. él. dipl. EPF)
Bachelor of Science BSc Master of Science MSc	Systèmes de communication Communication Systems	Ingénieur en systèmes de communication (ing. sys. com. dipl. EPF)
Bachelor of Science BSc Master of Science MSc	Physique Physics	Physicien (phys. dipl. EPF) <i>ou à choix du titulaire</i> Ingénieur physicien (ing. phys. dipl. EPF)
Bachelor of Science BSc Master of Science MSc Master of Science MSc	Chimie Chemistry Chimie moléculaire et biologique Molecular and Biological Chemistry Génie chimique et biologique Chemical and Biochemical Engineering	Chimiste (chim. dipl. EPF) Ingénieur chimiste (ing. chim. dipl. EPF)
Bachelor of Science BSc Master of Science MSc Master of Science MSc	Mathématiques Mathematics Mathématiques Mathematics Ingénierie mathématique Mathematical Sciences	Mathématicien (math. dipl. EPF) Ingénieur mathématicien (ing. math. dipl. EPF)
Bachelor of Science BSc Master of Science MSc	Informatique Computer Science	Ingénieur informaticien (ing. info. dipl. EPF)
Bachelor of Science BSc Master of Science MSc	Science et génie des matériaux Materials Science and Engineering	Ingénieur en science des matériaux (ing. sc. mat. dipl. EPF)
Bachelor of Arts BA Master of Arts MA	Architecture Architecture	Architecte (arch. dipl. EPF)
Bachelor of Science BSc *Master of Science MSc	Sciences et technologies du vivant Life Sciences and Technology	Ingénieur en sciences et technologies du vivant (ing. sc. viv. dipl. EPF)
*Master of Science MSc	Génie biomédical Biomedical Engineering	Ingénieur biomédical (ing. biomed. dipl. EPF)
**Master of Science MSc	Management de la technologie et entrepreneuriat Management of Technology and Entrepreneurship	Ingénieur en management de la technologie et entrepreneuriat (ing. manag. techn. entrepr. dipl. EPF)

\* à partir de 2006

\*\* ce master n'est ouvert qu'aux titulaires d'un MSc ou d'un MA en architecture

# Ordonnance sur le contrôle des études menant au bachelor et au master à l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne

(Ordonnance sur le contrôle des études)

du 14 juin 2004

---

*La Direction de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL),*

vu l'art. 3, al. 1, let. b. de l'ordonnance du 13 novembre 2003 sur l'EPFZ et l'EPFL<sup>1</sup>,

*arrête:*

## Chapitre 1 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 à la formation menant au bachelor et au master de l'EPFL.

<sup>2</sup> Dans la mesure où la direction de l'EPFL n'a pas édicté de règles particulières, les art. 8, 10, 14, 15, et 18 à 20 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 de la formation continue, à l'exception de l'art. 8;
- f. aux examens sanctionnant les études prévues à l'art. 6, al. 1, let. i.

### Section 2 Définitions générales

#### Art. 3 Contrôle

<sup>1</sup> Le contrôle peut être ponctuel ou 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, laboratoires et projets.

<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'examens.

<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'examens est assimilée à une branche d'examen.

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

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.

### **Section 3 Dispositions communes aux études de bachelor et de master**

#### **Art. 6** Règlements d'application du contrôle des études et plans d'études

<sup>1</sup> Les règlements d'application édictés par la direction de l'EPFL définissent pour chaque section :

- a. les branches de semestre et les branches d'examen;
- b. la session pendant laquelle les branches d'examen peuvent être présentées;
- c. la nature du contrôle des branches d'examen (écrit, oral ou présentation d'un projet);
- d. la composition des blocs et des groupes de branches;
- e. les coefficients ou les crédits attribués à chaque branche;
- f. le nombre de crédits à obtenir dans chaque bloc et chaque groupe;
- g. les conditions générales applicables aux préalables;
- h. les conditions de réussite particulières;
- i. les études d'approfondissement, de spécialisation ou interdisciplinaires;
- j. les régimes transitoires applicables aux modifications des plans et règlements d'études.

<sup>2</sup> Ils sont accompagnés du plan d'études de l'année académique édicté par la direction de l'EPFL.

#### **Art. 7** Livrets des cours

Les livrets des cours publiés par les sections indiquent:

- a. les objectifs de formation de la section aux niveaux du bachelor et du master;
- b. le contenu de chaque matière;
- c. la nature du contrôle des branches d'examen (écrit, oral ou présentation d'un projet);
- d. les conditions liées aux préalables;
- e. la langue d'enseignement et d'examen de la branche.

#### **Art. 8** Appréciation des épreuves

<sup>1</sup> Les épreuves sont notées de 1 à 6, la meilleure note étant 6. Les notes en dessous de 4 sanctionnent des prestations insuffisantes. Seuls les points entiers et les demi-points sont admis. Si l'étudiant ne se présente pas à l'épreuve à laquelle il est inscrit ou s'il se présente mais ne répond à aucune question, l'épreuve est non acquise et notée NA.

<sup>2</sup> L'épreuve non acquise et notée NA compte comme tentative de réussite.

**Art. 9** Sessions d'examens, inscription, régime applicable

<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 périodes de cours.

<sup>2</sup> Le service académique 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.

<sup>4</sup> Les inscriptions aux diverses épreuves d'une session deviennent définitives dix jours avant le début de ladite session; dès lors qu'elles sont définitives, l'étudiant ne peut plus les modifier.

<sup>5</sup> Seuls les résultats des épreuves auxquelles l'étudiant était inscrit définitivement sont valables.

<sup>6</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 vice-président pour les affaires académiques n'arrête des conditions de répétition particulières.

**Art. 10** 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 attesté par un certificat médical, ou une période de service militaire. Il doit aviser immédiatement le service académique 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 vice-président pour les affaires académiques décide de la validité du motif invoqué.

<sup>3</sup> L'invocation de motifs personnels ou la présentation d'un certificat médical après l'épreuve ne justifient pas l'annulation d'une note.

**Art. 11** Langue des examens

<sup>1</sup> Les examens se déroulent dans la langue de l'enseignement de la matière.

<sup>2</sup> L'étudiant a le droit de répondre en français à une interrogation en anglais. L'EPFL peut lui accorder le droit de répondre en anglais si l'interrogation est en français. Dans les deux cas, une demande écrite doit être adressée à l'enseignant lors de l'inscription à l'examen.

**Art. 12** Etudiants handicapés

Le vice-président pour les affaires académiques décide, sur demande d'un candidat handicapé, de la forme ou du déroulement d'un examen ou d'un projet afin de l'adapter à son handicap, ainsi que de l'utilisation de moyens auxiliaires ou de l'assistance personnelle nécessaires. Les objectifs de l'examen ou du projet doivent être garantis.

**Art. 13** Enseignants

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

<sup>2</sup> Si les règlements d'application du contrôle des études n'en disposent pas autrement, l'enseignant:

- a. donne aux sections les informations nécessaires sur ses matières d'enseignement pour qu'elles soient publiées dans le livret des cours;
- b. informe le cas échéant les étudiants du contenu des matières et du déroulement des interrogations;
- c. conduit l'interrogation;
- d. prend des notes de chaque interrogation orale, des informations pouvant être demandées par la conférence des notes et, le cas échéant, par les autorités de recours;
- e. attribue les notes d'examen qu'il communique exclusivement au service académique;
- f. conserve pendant six mois les notes prises durant les interrogations orales ainsi que les épreuves écrites; en cas de recours, ce délai est prolongé jusqu'au terme de la procédure.

**Art. 14** Expert

<sup>1</sup> Pour l'interrogation orale portant sur les branches d'examen, le directeur de section désigne un expert de l'EPFL.

<sup>2</sup> L'expert veille au bon déroulement de l'interrogation et joue un rôle d'observateur et de conciliateur; il peut, à la demande de l'enseignant, participer à la notation.

<sup>3</sup> L'art. 13, al. 2, let. d et f, s'applique par analogie.

**Art. 15** Consultation des épreuves

<sup>1</sup> Après que le résultat lui a été notifié, l'étudiant peut consulter ses épreuves auprès de l'enseignant dans les six mois qui suivent l'examen.

<sup>2</sup> La consultation des épreuves est régie à l'art. 26 de la loi fédérale du 20 décembre 1968 sur la procédure administrative<sup>2</sup>.

**Art. 16** Commissions d'examen

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

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

**Art. 17** Conférence des notes

<sup>1</sup> La conférence des notes siège à l'issue de chaque session. Elle est composée du doyen de la formation menant au bachelor et au master, qui la préside, du directeur de section et du chef du service académique. Le vice-président pour les affaires académiques en est un invité permanent. Les membres de la conférence des notes peuvent se faire représenter par leur suppléant.

<sup>2</sup> Elle statue sur les cas limites.

**Art. 18** Fraude

<sup>1</sup> Par fraude, on entend toute forme de tricherie en vue d'obtenir pour soi-même ou pour autrui une évaluation non méritée.

<sup>2</sup> En cas de fraude, de participation à la fraude ou de tentative de fraude, le vice-président pour les affaires académiques peut décider que la branche concernée est non acquise et notée NA. Au surplus, l'ordonnance du 17 septembre 1986 sur la discipline à l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne<sup>3</sup> s'applique.

**Art. 19** Notification des résultats et communications générales

<sup>1</sup> Le vice-président pour les affaires académiques notifie aux étudiants la décision de réussite ou d'échec à l'examen ou au projet de master.

<sup>2</sup> La décision fait mention des notes obtenues et des crédits acquis selon le système européen de transfert et d'accumulation de crédits d'études (European Credit Transfer and Accumulation System, ECTS).

<sup>3</sup> L'école procède aux communications ainsi qu'à la notification de décisions s'adressant à un groupe d'étudiants par voie électronique ou postale, à l'adresse de chacun des étudiants concernés.

**Art. 20** Demande de nouvelle appréciation et recours administratif

<sup>1</sup> La décision rendue par le vice-président pour les affaires académiques en vertu de la présente ordonnance ou en vertu de l'ordonnance du 14 juin 2004 sur la formation<sup>4</sup> peut faire l'objet d'une demande de nouvelle appréciation dans les dix jours qui suivent sa notification. L'art. 63, al. 1, 3 et 4, de la loi fédérale du 20 décembre 1968 sur la procédure administrative<sup>5</sup> est applicable par analogie à la demande de nouvelle appréciation.

---

2 RS 172.021  
3 RS 414.138.2  
4 RSRO ....  
5 RS 172.021

<sup>2</sup> Elle peut également faire l'objet d'un recours administratif auprès de la commission de recours interne des EPF dans les 30 jours qui suivent sa notification.

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

## Chapitre 2 Examen du cycle propédeutique

### Art. 21 Sessions d'examens

<sup>1</sup> Deux sessions ordinaires, en été et en automne, sont prévues pour l'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> Le fait de ne pas terminer l'examen propédeutique équivaut à un échec.

<sup>3</sup> Lorsque l'étudiant fait valoir un motif valable d'interruption de la session au sens de l'art. 10, le vice-président pour les affaires académiques peut l'autoriser à se présenter à une session extraordinaire organisée au printemps.

<sup>4</sup> Les notes des branches examinées restent acquises si le vice-président pour les affaires académiques considère l'interruption justifiée.

<sup>5</sup> L'étudiant admis à se présenter à la session de printemps peut être autorisé à suivre l'enseignement du semestre d'hiver supérieur sur décision du vice-président pour les affaires académiques. En cas d'échec à la session de printemps, l'étudiant reprend les études du cycle propédeutique.

### Art. 22 Moyennes

Les moyennes sont calculées en pondérant chaque note par son coefficient, conformément aux règlements d'application du contrôle des études.

### Art. 23 Conditions de réussite

<sup>1</sup> L'examen propédeutique est réussi lorsque l'étudiant a obtenu une moyenne générale égale ou supérieure à 4 dans chacun des deux blocs de branches:

<sup>2</sup> La réussite de l'examen propédeutique donne lieu à 60 crédits ECTS.

### Art. 24 Répétition

<sup>1</sup> Si un étudiant a échoué à l'examen propédeutique, il peut le présenter une seconde fois, pendant les sessions ordinaires de l'année qui suit l'échec.

<sup>2</sup> Un échec, au niveau du cycle propédeutique, subi dans une EPF ou dans une autre haute école, suisse ou étrangère, pour un même domaine d'études, équivaut à un échec à l'examen propédeutique à l'EPFL.

<sup>3</sup> Une moyenne suffisante dans le bloc 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, la moyenne est inférieure à 4, l'étudiant est tenu de suivre à nouveau les branches de semestre en répétant l'année.

<sup>5</sup> Tout bloc devant être répété doit l'être dans son intégralité.

## Chapitre 3 Examens du cycle bachelor et du cycle master

### Art. 25 Crédits

<sup>1</sup> Les crédits de la branche sont attribués lorsque la note obtenue est égale ou supérieure à 4 ou que la moyenne du bloc de branches à laquelle elle appartient est égale ou supérieure à 4.

<sup>2</sup> Lorsque les conditions de réussite ne sont pas remplies, seules les branches pour lesquelles les notes sont inférieures à 4 peuvent être représentées conformément à l'art. 30.

**Art. 26** Blocs et groupes de branches

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

<sup>3</sup> La moyenne est exigée pour chaque bloc. Aucune compensation entre les moyennes obtenues par bloc n'est admise.

<sup>4</sup> Un groupe comprend plusieurs branches. Pour chaque groupe, les crédits des branches qui le composent doivent être accumulés jusqu'au nombre requis, sans compensation possible entre les notes des branches du groupe.

<sup>5</sup> Si, pour un bloc ou un groupe, 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. 30.

**Art. 27** 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 ou dans les livrets des cours.

**Art. 28** Sessions d'examens

Les règlements d'application du contrôle des études fixent les sessions ordinaires pendant lesquelles les branches d'examen peuvent être présentées.

**Art. 29** Conditions de réussite

<sup>1</sup> Les 120 crédits du cycle bachelor doivent être acquis conformément à la présente ordonnance et au règlement d'application de la section concernée.

<sup>2</sup> Les 60 ou 90 crédits supplémentaires du cycle master doivent être acquis conformément à la présente ordonnance et au règlement d'application de la section concernée.

<sup>3</sup> Dans le cycle bachelor, 60 crédits au moins doivent être obtenus en deux ans.

<sup>4</sup> L'étudiant qui n'a pas acquis les crédits requis dans le délai fixé à l'al. 3, soit dans les délais fixés aux art. 6, al. 2, 7, al. 3, 8, al. 3, 9, al. 2, et 10, al. 2, de l'ordonnance du 14 juin 2004 sur la formation<sup>6</sup>, a définitivement échoué au cycle, respectivement au bachelor ou au master.

**Art. 30** Répétition

<sup>1</sup> Une branche ne peut être répétée qu'une fois, l'année suivante, pendant une session ordinaire. Au surplus, une session de rattrapage peut être accordée en vertu de l'art. 31.

<sup>2</sup> Si l'étudiant a déjà subi un échec dans une ou plusieurs branches analogues dans une autre haute école, suisse ou étrangère, le vice-président pour les affaires académiques peut limiter l'examen de cette branche à une tentative.

<sup>3</sup> L'étudiant qui échoue deux fois dans une branche à option peut en présenter une nouvelle.

**Art. 31** Rattrapage

<sup>1</sup> L'étudiant qui a échoué à l'examen dans deux branches au plus, représentant au maximum 10 crédits ECTS, peut participer à une session de rattrapage, organisée par le directeur de la section concernée:

- a. à la fin du cycle bachelor, s'il n'a pas obtenu 120 crédits;
- b. à la fin du cycle master, s'il n'a pas obtenu 60 crédits, respectivement 90 crédits;
- c. s'il n'a pas obtenu les 30 crédits dans les études prévues à l'art. 6, al. 1, let. i.

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

<sup>3</sup> La conférence des notes fixe, sur proposition du directeur de section, les branches pouvant faire l'objet d'un rattrapage.

## Chapitre 4 Projet de master

### Art. 32 Déroulement

<sup>1</sup> La durée du projet de master avec l'examen est d'un semestre. Le sujet est fixé ou approuvé par le professeur ou maître d'enseignement et de recherche qui en assume la direction.

<sup>2</sup> A la demande de l'étudiant, le directeur de section peut confier la direction du projet de master à un maître rattaché à une autre section ou à un collaborateur scientifique.

<sup>3</sup> L'examen du projet de master consiste en l'évaluation de sa présentation finale suivie d'une interrogation orale devant l'enseignant qui a dirigé le projet et un expert externe à l'EPFL désigné par l'enseignant en accord avec le directeur de section.

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

### Art. 33 Condition de réussite

Le projet de master est réputé réussi lorsque l'étudiant a d'une part déposé son projet dans le délai imparti et d'autre part obtenu à l'examen une note égale ou supérieure à 4.

### Art. 34 Répétition

<sup>1</sup> En cas d'échec, un nouveau projet de master peut être présenté.

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

### Art. 35 Moyennes finales

<sup>1</sup> La moyenne générale du cycle bachelor est calculée en pondérant chaque note par le nombre de crédits correspondants. La moyenne finale du bachelor est constituée pour un tiers de la moyenne générale du cycle propédeutique (art. 22) et pour deux tiers de la moyenne générale du cycle bachelor.

<sup>2</sup> La moyenne générale du cycle master est calculée en pondérant chaque note par le nombre de crédits correspondants.

<sup>3</sup> La moyenne finale du master est constituée pour moitié de la moyenne générale du cycle master et pour moitié de la note du projet de master.

## Chapitre 5 Dispositions finales

### Art. 36 Abrogation du droit

L'ordonnance générale du 10 août 1999 sur le contrôle des études à l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne<sup>7</sup> est abrogée.

### Art. 37 Dispositions transitoires

<sup>1</sup> La durée maximale de chaque cycle de formation comprend également les semestres correspondants des études effectuées avant l'entrée en vigueur de la présente ordonnance.

<sup>2</sup> La réussite de chacun des deux examens propédeutiques I et II est assimilée à l'acquisition de 60 crédits.

---

<sup>7</sup> RO 1999 2023

<sup>3</sup> L'acquisition de 60 crédits de 2<sup>e</sup> cycle, correspondant aux branches de troisième année définies par le règlement d'application, constitue l'examen d'admission au cycle master et est assimilée à l'obtention du bachelor.

<sup>4</sup> Lorsque les circonstances l'exigent, le président de l'EPFL peut rendre une décision sur le régime transitoire applicable à un cas particulier.

**Art. 38**          Entrée en vigueur

La présente ordonnance entre en vigueur le 18 octobre 2004.

Au nom de la direction de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne

Le président

Le vice-président pour la formation

Professeur Patrick Aebischer

Professeur Marcel Jufer



ÉCOLE POLYTECHNIQUE  
FÉDÉRALE DE LAUSANNE

## PLAN D'ÉTUDES MICROTECHNIQUE

2004 - 2005

arrêté par la direction de l'EPFL le 24 mai 2004

<b>Directeur de la section</b>	<b>Prof. P. Ryser</b>
<b>Conseillers d'études :</b>	
1ère année	<b>Prof. R. Clavel</b>
2ème année	<b>Prof. J. Brugger</b>
3ème année	<b>M. P. Hoffmann</b>
<b>Cycle Master par filière :</b>	
• Micro/Nanosystèmes (MNS)	<b>Prof. Ph. Renaud</b>
• Photonique appliquée (PA)	<b>Prof. R.P. Salathé</b>
• Robotique et systèmes autonomes (RSA)	<b>Prof. R. Siegwart</b>
• Techniques de production (TPr)	<b>Prof. J. Jacot</b>
<b>Responsable passerelle HES</b>	<b>Prof. P. Ryser</b>
<b>Coordinateur STS</b>	<b>Prof. M.-O. Hongler</b>
<b>Délégué à la mobilité</b>	<b>M. P.-A. Besse</b>
<b>Secrétariat de la section</b>	<b>Mme M.-J. Seywert</b>

*Aux cycles bachelor et master, 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.*

SEMESTRE	Les enseignants sont indiqués sous réserve de modification	Sections	1			2			Heures
			c	e	p	c	e	p	
<b>Matière</b>	<b>Enseignants</b>								
<b>Mathématiques :</b>									
Analyse I,II (en français) ou	Biollay	MA	4	4		4	2	84	
Analyse I,II (en allemand)	Semmler	MA	4	4		4	2	84	
Algèbre linéaire	Liebling	MA	4	2					
Géométrie	Troyanov	MA				3	1	56	
<b>Physique :</b>									
Physique générale I,II (en français) ou	Brune	PH	2	2		4	2	84	
Physique générale I+II (en allemand)	Gotthardt + Harbich	PH	2	2		4	2	84	
<b>Informatique :</b>									
Informatique I,II	Boulic	IN	2		2	2		56	
<b>Matériaux et Chimie :</b>									
Introduction à la science des matériaux (été)	Zuppiroli	MX				2	1	42	
Chimie générale	Friedli	CGC	2	1					
<b>Mécanique :</b>									
Eléments de construction et DAO I,II	Maeder	MT	2		2			28	
Statique et dynamique	Bleuler/Wüthrich	MT				2	1	42	
<b>Electricité et Electronique :</b>									
Electrotechnique I,II	Perriard	MT	1	1		2		42	
<b>Enseignement Sciences Humaines et Sociales (SHS) :</b>									
SHS : Cours d'initiation	Divers enseignants	SHS	2			2		28	
<b>Totaux : Tronc commun</b>									
			19	10	4	21	7	5	
<b>Totaux : Par semaine</b>			33			33			
<b>Totaux : Par semestre</b>			462			462			
<b>Crédits : Par année</b>									60

SEMESTRE	Les enseignants sont indiqués sous réserve de modification	Sections	3			4			5			6			Heures	Crédits
			c	e	p	c	e	p	c	e	p	c	e	p		
<b>Matière</b>	<b>Enseignants</b>															
<b>Bloc 1 : SCIENCES DE BASE</b>																
<b>Mathématiques :</b>																
Analyse III,IV	Dacorogna	MA	2	2		2	2								112	8
Analyse numérique	Quarteroni	MA	2	1											42	3
Probabilité et statistique	Kuonen D.	MA				2	2								56	4
<b>Physique :</b>																
Physique générale III	Forro	PH	4	2											84	6
Physique générale IV	Forro/Lasser	PH/MT				2	2								56	4
<b>Bloc 2 : SCIENCES MICROTECHNIQUES</b>																
<b>Matériaux et Chimie :</b>																
Chimie des surfaces	Hoffmann	MT				2									28	2
Matériaux microtechniques I	Demartin/Weber	MX	2												28	2
Matériaux microtechniques II	Demartin/Manson/Bourban/Plummer	MX				2									28	2
<b>Mécanique :</b>																
Composants de la microtechnique I,II	Clavel	MT	3			1	2								84	6
Mécanique des structures	Botsis	GM	3	1											56	4
Stage d'usinage *	Divers	Divers						s								
<b>Electricité :</b>																
Electronique I,II	Kayal	EL	2	1	2	2	1	2							140	8
Conversion électromécanique I	Perriard	MT				2									28	2
Systèmes logiques	Stauffer	IN	1		2										42	3
Microcontrôleurs	Schmid A.	EL				1	2								42	3
<b>Bloc 3 : SYSTEMES ET COMMANDE</b>																
Automatique I,II + TP	Longchamp + Gillet	GM							2	1		2	1		84	6
Conversion électromécanique II + TP	Perriard + Perriard/Ludwig	MT							2	1			2		70	5
Signaux et systèmes I,II	Unser/Blu	MT							2	1		2	1		84	6
Systèmes vibratoires	Bleuler/Hongler	MT							3						42	3
<b>Bloc 4 : ELECTRONIQUE ET PHOTONIQUE</b>																
Circuits et systèmes électroniques I	Declercq	EL							2	1					42	3
Electronique, labo	Declercq	EL											2		28	2
Microélectronique I	Popovic/Besse	MT										2	1		42	3
Microinformatique I+II	Mondada + Pigué	MT							1	2		1	2		84	5
Optique	Salathé	MT										2	1		42	3
<b>Bloc 5 : PRODUITS ET PRODUCTION</b>																
Capteurs et microsystèmes I,II	Renaud	MT							2			2			56	4
Conception de produits et systèmes I,II	Popovic/Siegiwart/Besse	MT							2	1			3		84	6
Industrialisation	Jacot/Ryser	MT										2			28	2
Méthodes de production	Jacot/Koelemeijer	MT							2	1					42	3
Technologie des microstructures I+II	Gijs/Brugger J. + Gijs	MT							2			1			42	3
TP en salle blanche **	Gijs/Brugger J./Sayah	MT											** 1		14	1
<b>SCIENCES HUMAINES ET SOCIALES (SHS)</b>																
SHS : Atelier I,II	Divers enseignants	SHS		2			2								56	3
SHS : Cours de spécialisation I,II	Divers enseignants	SHS							2			2			56	5
<b>Totaux :</b>																
<b>Par semaine</b>			15	4	6	14	5	8	22	4	4	16	2	12		
<b>Par semestre</b>			350			378			420			420			1722	120

## Filières et tronc commun

SEMESTRE	Les enseignants sont indiqués sous réserve de modification		7			8			Heures	Crédits
			c	e	p	c	e	p		
Matière	Enseignants	Sections								
<b>FILIERES</b>										
<b>Filière PA (Photonique appliquée)</b>										
Photonique appliquée I,II	Lasser/Martin O.	MT/EL	3			3			84	6
Lasers	Salathé/Sidler	MT	3						42	3
Optique TP	Salathé	MT						2	28	2
<b>Filière MNS (Micro/Nanosystèmes)</b>										
Microélectronique II	Popovic	MT	2						28	2
Capteurs et microsystèmes III	Renaud	MT				2			28	2
Technologie des microstructures III	Gijs	MT	2	1					42	3
Microélectronique et microsystèmes I,II	Renaud/Popovic	MT			2			2	56	4
<b>Filière TPr (Techniques de production)</b>										
Robotique/Microrobotique I	Bleuler/Clavel/Bouri	MT	3						42	3
Robotique/Microrobotique II	Clavel/Breguet/Baur	MT				2			28	2
Techniques d'assemblage I,II	Jacot	MT	2			2			56	4
Assemblage et robotique TP	Bleuler/Jacot/Ryser	MT			2				28	2
<b>Filière RSA (Robotique et systèmes autonomes)</b>										
Robotique/Microrobotique I	Bleuler/Clavel/Bouri	MT	3						42	3
Robotique/Microrobotique II	Clavel/Breguet/Baur	MT				2			28	2
Modélisation dynamique	Siegwart/Hongler/Perriard	MT				3			42	3
Robotique TP	Siegwart/Floreano/Billard	MT			3				42	3
<b>SCIENCE-TECHNIQUE-SOCIETE (STS)</b>										
Cours STS selon livret des cours (moyenne par semestre)	Divers enseignants	STS	2			2			56	4
Projet STS	Hongler / Reymond S.	STS			2			2	56	4
<b>PROJETS</b>										
Projet microtechnique I	Divers enseignants	Divers			12				168	12
Projet microtechnique II	Divers enseignants	Divers						12	168	12
<b>OPTIONS</b>										
Voir liste d'options ci-après (moyenne par semestre)	Divers enseignants	Divers			9			8	238	17
<b>Totaux :</b>										
<b>Totaux : Par semaine</b>			19		19	19		14		
<b>Totaux : Par semestre</b>					38		33			
					532		462		1148	71

## Options

SEMESTRE	Les enseignants sont indiqués sous réserve de modification	Sections	Filières conseillées	7			8			Heures	Crédits
				c	e	p	c	e	p		
Matière	Enseignants										
<b>BRANCHES A OPTION :</b> L'étudiant choisit parmi les cours conseillés pour sa filière. Il peut en proposer d'autres avec l'accord écrit de son conseiller de filière.											
<b>Filières :</b>											
1 : Photonique appliquée (PA)											
2 : Micro/nanosystèmes (MNS)											
3 : Techniques de production (TPr)											
4 : Robotique et systèmes autonomes (RSA)											
Algorithmes d'apprentissages et leurs applications	Billard	MT	4	2	<i>1</i>	<i>1</i>				56	4
Analog and mixed-signal systems modelling	Vachoux	EL	2				2			28	2
Analyse de produits et systèmes	Popovic	MT	2				2			28	2
Audio I,II	Rossi/Lissek	EL	1 2	2			2			56	4
Biotechnologie moléculaire et cellulaire I,II	Wurm	SV	1 2 3 4	2			2			56	4
Cellules solaires et "macro-électronique"	Shah	MT	2 4	2						28	2
Circuits intégrés analogiques	Kayal	EL	2				2			28	2
Commande d'actionneurs à l'aide d'un microprocesseur + TP	Koechli + Perriard/Koechli/Cardoletti	MT	3 4				<i>1</i>		<i>1</i>	28	2
Conception des CI numériques	Hochet	EL	2				2	<i>1</i>		42	3
Digital systems modelling	Vachoux	EL	2	2						28	2
Dispositifs et structures analogiques	Kayal	EL	2	2						28	2
Fabrication assistée par ordinateur	Xirouchakis/Kiritsis/Benoit	GM	3 4	4						56	4
Gestion de production I,II	Gardon	GM	3	2			2			56	4
Identification et commande I	Bonvin/Karimi	GM	3 4	2						28	2
Identification et commande II	Longchamp/Karimi	GM	3 4				2			28	2
Ingénierie assistée par ordinateur	Stroud	GM	3 4				2		2	56	4
L'ingénieur dans R&D industriels I,II	Ryser	MT	1 2 3 4	2			2			56	4
Machines adaptatives bio-inspirées	Floreano	MT	1 2 4				3			42	3
Mécanique quantique pour ingénieurs I,II	Zuppiroli	MX	1 2 4	2	<i>1</i>		2	<i>1</i>		84	6
Méthodes de détection optique	Popovic/Salathé/Besse/Blanc	MT	1 2	3						42	3
Microscopie et métrologie optique I	Lasser	MT	1 4	2	<i>1</i>					42	3
Microscopie et métrologie optique II	Lasser/Jacquot/Depeursinge + Lasser	MT/EL	1 4				2	<i>1</i>		42	3
Micro-usinage par laser	Hoffmann	MT	1 2 3 4				2			28	2
Nanotechnologie I, II	Hoffmann/Brugger	MT	1 2	2			2			56	4
Optique intégrée	Salathé/Kunz	MT	1				3			42	3
Optoélectronique	Fiore	PH	1 2	2						28	2
Robots mobiles	Siegwart	MT	3 4	3						42	3
Simulation multi-corps assistée par ordinateur	Xirouchakis	GM	3 4				3			42	3
Systèmes multivariables I	Gillet	GM	4	2						28	2
Systèmes multivariables II	Müllhaupt	GM	4				2			28	2
Technologies des capteurs et des actionneurs intégrés	de Rooij	MT	2	2						28	2
Traitement d'images I	Unser	MT	1 2 3 4	3						42	3
Traitement d'images II	Unser	MT	1 2 3 4				3			42	3
Transducteurs et entraînements directs	Wavre	EL	3 4				2			28	2
Transducteurs et entraînements intégrés	Cassat	EL	3 4	2						28	2
VLSI design I+II	Leblebici	EL	2	2			2			56	4



**RÈGLEMENT D'APPLICATION DU CONTRÔLE  
DES ÉTUDES DE LA SECTION  
DE MICROTECHNIQUE**  
(sessions de printemps, d'été et d'automne 2005)  
du 24 mai 2004

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

vu l'ordonnance sur la formation menant au bachelor et au master de l'EPFL,  
vu l'ordonnance sur le contrôle des études menant au bachelor et au master à l'EPFL,

*arrête*

**Art.1 - Champ d'application**

Le présent règlement est applicable aux examens de la section de microtechnique de l'EPFL dans le cadre des études de bachelor et de master.

**Art. 2 – Etapes de formation**

1. Le bachelor est composé de deux étapes successives de formation :

- le cycle propédeutique d'une année dont la réussite se traduit par 60 crédits ECTS acquis en une fois, condition pour entrer au cycle bachelor.
- le cycle bachelor s'étendant sur deux ans dont la réussite implique l'acquisition de 120 crédits, condition pour entrer au master.

2. Le master est composé de deux étapes successives de formation :

- le cycle master d'une durée d'un an dont la réussite implique l'acquisition de 60 crédits, condition pour effectuer le projet de master.
- le projet de master d'une durée de 4 mois dont la réussite implique l'acquisition de 30 crédits.

**Art. 3 - Bachelor et master : dispositions transitoires**

1 L'étudiant qui a passé avec succès l'examen propédeutique avant la rentrée académique 2004-2005 poursuit ses études selon le plan d'études du cycle bachelor (chapitre 2 du présent règlement).

2 L'étudiant qui a passé avec succès l'examen propédeutique II avant la rentrée académique 2004-2005 poursuit ses études selon le plan d'études de la 3<sup>e</sup> année (chapitre 2 du présent règlement).

3 L'étudiant qui a échoué l'examen propédeutique II et qui est autorisé à entreprendre une seconde tentative poursuit ses études en commençant le cycle bachelor. La seconde tentative consiste à réussir l'examen de 2<sup>ème</sup> année (art. 7) en une année.

4 L'étudiant ayant obtenu les 60 crédits de la 3<sup>ème</sup> année avant la rentrée académique 2004-2005 commence ses études de master selon le présent règlement.

**Chapitre 1 : Année propédeutique**

**Art. 4 - Examen propédeutique**

L'examen propédeutique est composé du bloc des branches d'examen et du bloc des branches de semestre :

	coefficient
Branches d'examen (session d'été ou d'automne)	
1. Analyse I,II (écrit)	2
2. Algèbre linéaire (écrit)	1
3. Géométrie (écrit)	1
4. Physique générale I,II (écrit)	1
5. Chimie générale (pour ingénieurs) (écrit)	0.5
6. Introduction à la science des matériaux (écrit)	0.5
7. Electrotechnique I,II (écrit)	1
8. Statique et dynamique (écrit)	1

Branches de semestre

9. Eléments de construction et DAO I,II, projets (hiver + été)	1
10. Informatique I,II, projet (hiver+été)	1
11. SHS : Cours-vitrine 1 (hiver)	0.25
12. SHS : Cours-vitrine 2 (hiver)	0.25
13. SHS : Cours-vitrine 3 (été)	0.25
14. SHS : Cours-vitrine 4 (été)	0.25

**Chapitre 2 : Cycle bachelor**

**Article 5 - Organisation**

Les enseignements du cycle bachelor sont répartis en 5 blocs :

- Bloc 1 : Sciences de base
- Bloc 2 : Sciences microtechniques et SHS
- Bloc 3 : Systèmes et commande
- Bloc 4 : Electronique et photonique et SHS
- Bloc 5 : Produits et production

**Art. 6 - Inscriptions et prérequis**

1 Les inscriptions aux enseignements et aux projets sont régies par des directives propres à la section de Microtechnique.

2 Pour suivre certains cours de 3<sup>ème</sup> année, des prérequis sont nécessaires et sont mentionnés dans le livret des cours. Le cours prérequis est validé si les crédits correspondant sont acquis.

**Art. 7 – Examen de 2ème année**

1 Le bloc 1, « Sciences de base », est réussi lorsque les **25 crédits** suivants sont obtenus :

	crédits
Branches d'examen (session de printemps)	
1. Analyse numérique (écrit)	3
Branches d'examen (session d'été)	
2. Probabilité et statistique (écrit)	4
Branches d'examen (session d'été ou d'automne)	
3. Analyse III, IV (écrit)	8
4. Physique générale III, IV (écrit)	10

2 Le bloc 2, « Sciences microtechniques et SHS », est réussi lorsque les **35 crédits** suivants sont obtenus :

	crédits
Branches d'examen (session de printemps)	
1. Mécanique des structures (écrit)	4
Branches d'examen (session d'été)	
2. Chimie des surfaces (écrit)	2
3. Conversion électromécanique I (écrit)	2
Branches d'examen (session d'été ou d'automne)	
4. Matériaux microtechniques I, II (écrit)	4
5. Composants de la microtechnique I, II (écrit)	6
6. Electronique I, II (écrit)	8
Branches de semestre	
7. Systèmes logiques (hiver)	3
8. Microcontrôleurs (été)	3
9. SHS : atelier I,II (hiver+été)	3

**Art. 8 - Examen de 3<sup>ème</sup> année (Examen d'admission au cycle Master pour les étudiants effectuant leur 3<sup>ème</sup> année en 2004/05)**

1 Le bloc 3, « Systèmes et commande », est réussi lorsque les **20 crédits** suivants sont obtenus :

	crédits
Branches d'examen (session de printemps)	
1. Systèmes vibratoires	3
Branches d'examen (session d'été)	
2. Conversion électromécanique II + TP	5
Branches d'examen (session d'été ou d'automne)	
3. Automatique I,II + TP	6
4. Signaux et systèmes I,II	6

2 Le bloc 4, « Electronique et photonique et SHS », est réussi lorsque les **21 crédits** suivants sont obtenus :

	crédits
Branches d'examen (session de printemps)	
1. Circuits et systèmes électroniques I	3
Branches d'examen (session d'été)	
2. Microélectronique I	3
3. Optique	3
Branches de semestre	
4. Microinformatique I,II (hiver+été)	5
5. Electronique, labo (été)	2
6. SHS : cours de spécialisation I,II (hiver+été)	5

6 Le bloc 5, « Produits et production », est réussi lorsque les **19 crédits** suivants sont obtenus :

	crédits
Branches d'examen (session de printemps)	
1. Méthodes de production	3
Branches d'examen (session d'été)	
2. Industrialisation	2
Branches d'examen (session d'été ou d'automne)	
3. Capteurs et microsystèmes I,II	4
4. Technologie des microstructures I,II	3
Branches de semestre	
5. Conception de produits et systèmes I,II (hiver+été)	6
6. TP en salle blanche (hiver+été)	1

**Art. 9 - Stage obligatoire**

1 Pour obtenir le Bachelor, l'étudiant doit avoir effectué un stage d'usinage validé par la section.

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

**Chapitre 3 : Master (seulement en 2004-2005)**

**Art. 10 - Organisation**

1 Les projets I et II ne peuvent pas être effectués sous la direction du même professeur.

2 L'étudiant s'inscrit à l'une des 4 filières:

1. Photonique appliquée (PA)
2. Micro/Nanosystèmes (MNS)
3. Techniques de production (TPr)
4. Robotique et systèmes autonomes (RSA)

3 L'étudiant choisit des branches à option selon le plan d'études pour un minimum de 17 crédits. Le choix d'une option ne figurant pas explicitement dans la liste des options conseillées pour la filière choisie par l'étudiant doit recevoir préalablement l'accord écrit du conseiller de sa filière.

**Art. 11 – Prérequis**

Certains cours de 4<sup>ème</sup> requièrent des prérequis et sont mentionnés dans le livret des cours.

**Art. 12 – Admission au projet de master (4<sup>ème</sup> année)**

1 Les 120 crédits ci-après comprennent les 60 crédits obtenus en 3<sup>ème</sup> année.

2 Le bloc 1 « Bases de la microtechnique » comprenant uniquement des branches de 3<sup>ème</sup> année selon le plan d'études 2003/2004 est réussi lorsque les **56 crédits** ont été obtenus.

3 Le bloc " Filière", composé des branches de master, est réussi lorsque les **11 crédits** sont obtenus.

crédits

Branches de master (session d'automne)

*Filière PA*

1. Photonique appliquée I,II	6
2. Lasers	3
3. Optique TP (été)	2

*Filière MNS*

1. Microélectronique II	2
2. Capteurs et microsystèmes III	2
3. Technologie des microstructures III	3
4. Microélectronique et microsystèmes I,II (hiver+été)	4

#### *Filière TPr*

1. Robotique/Microrobotique I,II	5
2. Techniques d'assemblage I,II	4
3. Assemblage et robotique TP (hiver)	2

#### *Filière RSA*

1. Robotique/Microrobotique I,II	5
2. Modélisation dynamique	3
3. Robotique TP (hiver)	3

3 Le bloc " STS " est réussi lorsque les **12 crédits** sont obtenus (dont 4 déjà obtenus en 3<sup>ème</sup> année)

crédits

#### Branche de semestre

1. Cours STS I de 3 <sup>ème</sup> année (hiver et/ou été)	4
2. Cours STS II de 4 <sup>ème</sup> année (hiver et/ou été)	4
3. Projet STS (hiver+été)	4

4 Le bloc " Projets " est réussi lorsque les **24 crédits** sont obtenus.

crédits

#### Branche de semestre

1. Projet microtechnique I (hiver ou été)	12
2. Projet microtechnique II (hiver ou été)	12

5 Le bloc " Options " est réussi lorsque les **17 crédits** sont obtenus. Les branches à option sont examinées, soit par contrôle continu, soit les branches semestrielles sont examinées à la session qui suit immédiatement la fin de l'enseignement (printemps ou été).

## Chapitre 4 : Dispositions finales et transitoires

### Art.13 - Abrogation du droit en vigueur et régime transitoire

Le règlement d'application du contrôle des études de la section de microtechnique de l'EPFL du 26 mai 2003 est abrogé.

### Art. 14 - Entrée en vigueur

Le présent règlement est applicable pour les examens correspondant au plan d'études 2004/2005.

24 mai 2004 Au nom de la direction de l'EPFL

Le président, P. Aebischer

Le vice-président pour la formation, M. Jufer

## LISTE ALPHABETIQUE DES ENSEIGNANTS

Enseignant(e)	Titre du cours	Page
BAUR	Robotique/Microrobotique	60, 63
BENOIT	Fabrication assistée par ordinateur	78
BESSE	Microélectronique I	42
	Conception de produits et systèmes I, II	47
	Méthodes de détection optique	88
BILLARD	Algorithmes d'apprentissages et applications	66
BIOLLAY	Analyse I, II (en français)	1, 2
BLANC	Méthodes de détection optique	88
BLEULER	Statique et dynamique	16
	Systèmes vibratoires	39
	Robotique/Microrobotique	60, 63
	Assemblage et robotique TP	62
BLU	Signaux et systèmes I, II	38
BONVIN	Identification et commande I	81
BOTSIS	Mécanique des structures	29
BOULIC	Informatique I, II	11, 12
BOURBAN	Matériaux microtechniques I, II	26
BOURI	Robotique/Microrobotique	60, 63
BREGUET	Robotique/Microrobotique	60, 63
BRUGGER	Technologie des microstructures I+II	50
	Travaux pratiques en salle blanche	51
	Nanotechnologie I, II	92
BRUNE	Physique générale I, II (en français)	7, 8
CARDOLETTI	Commande d'actionneurs à l'aide d'un microprocesseur + TP	74
CASSAT	Transducteurs et entraînements intégrés	102
CLAVEL	Composants de la microtechnique I, II	27, 28
	Robotique/Microrobotique	60, 63
DACOROGNA	Analyse III, IV	19, 20
DE ROOIJ	Technologies des capteurs et actionneurs intégrés	99

Enseignant(e)	Titre du cours	Page
DECLERCO	Circuits et systèmes électroniques I	40
	Electronique, Labo	41
DEMARTIN	Matériaux microtechniques I, II	26
DEPEURSINGE	Microscopie et métrologie optique II	90
FIGLIO	Optoélectronique	94
FORRO	Physique générale III, IV	23, 24
FLOREANO	Robotique TP	65
	Machines adaptatives bio-inspirées	85
FRIEDLI	Chimie générale (pour ingénieurs)	14
GIJS	Technologie des microstructures I+II	50
	Travaux pratiques en salle blanche	51
	Technologie des microstructures III	58
GILLET	Automatique TP	35
	Systèmes multivariables I	97
GLARDON	Gestion de production I, II	79, 80
GOTTHARDT	Physique générale I (en allemand)	9
HARBICH	Physique générale II (en allemand)	10
HOCHET	Conception de CI numériques	75
HOFFMANN	Chimie des surfaces	25
	Micro-usinage par laser	91
	Nanotechnologie I, II	92
HONGLER	Systèmes vibratoires	39
JACOT	Industrialisation	48
	Méthodes de production	49
	Techniques d'assemblage I, II	61
	Assemblage et robotique TP	62
JACQUOT	Microscopie et métrologie optique II	90
KARIMI	Identification et commande I, II	81, 82
KAYAL	Electronique I, II	30, 31
	Circuits intégrés analogiques	73
	Dispositifs et structures analogiques	77
KIRITSIS	Fabrication assistée par ordinateur	78
KOECHLI	Commande d'actionneurs à l'aide d'un microprocesseur + TP	74

Enseignant(e)	Titre du cours	Page
KOELEMEIJER	Méthodes de production	49
KUNZ	Optique intégrée	93
KUONEN	Probabilité et statistique	22
LASSER	Physique générale IV	24
	Photonique appliquée I, II	52, 53
	Microscopie et métrologie optique I, II	89, 90
LEBLEBICI	VLSI design I, II	104, 105
LIEBLING	Algèbre linéaire	5
LONGCHAMP	Automatique I, II	35
	Identification et commande II	82
LUDWIG	TP d'électromécanique	37
MAEDER	Eléments de construction et DAO	15
MANSON	Matériaux microtechniques I, II	26
MARTIN	Photonique appliquée I, II	52, 53
MONDADA	Microinformatique I	43
MÜLLHAUPT	Systèmes multivariables II	98
PERRIARD	Electrotechnique I, II	17, 18
	Conversion électromécanique I, II	32, 36
	TP d'électromécanique	37
	Modélisation dynamique	64
	Commande d'actionneurs à l'aide d'un microprocesseur + TP	74
PIGUET	Microinformatique II	44
PLUMMER	Matériaux microtechniques I, II	26
POPOVIC	Conception de produits et systèmes I, II	47
	Microélectronique I, II	42, 56
	Microélectronique et microsystèmes, labo	59
	Analyse de produits et systèmes	68
	Méthodes de détection optique	88
QUARTERONI	Analyse numérique	21
RENAUD	Capteurs et microsystèmes I, II	46
	Capteurs et microsystèmes III	57
	Microélectronique et microsystèmes, labo	59
ROSSI	Audio I, II	69, 70

Enseignant(e)	Titre du cours	Page
RYSER	Industrialisation	48
	Assemblage et robotique TP	62
	L'ingénieur dans R&D industriels I, II	84
SALATHE	Optique	45
	Lasers	54
	Optique TP	55
	Méthodes de détection optique	88
	Optique intégrée	93
SAYAH	Travaux pratiques en salle blanche	51
SCHMID	Microcontrôleurs	34
SEMMLER	Analyse I, II (en allemand)	3, 4
SHAH	Cellules solaires et macro-électronique	72
SIDLER	Lasers	54
SIEGWART	Conception de produits et systèmes I, II	47
	Modélisation dynamique	64
	Robotique TP	65
	Robots mobiles	95
STAUFFER	Systèmes logiques	33
STROUD	Ingénierie assistée par ordinateur	83
TROYANOV	Géométrie	6
UNSER	Signaux et systèmes I, II	38
	Traitement d'images I, II	100, 101
VACHOUX	Analog and mixed-signal systems modelling	67
	Digital systems modelling	76
WAVRE	Transducteurs et entraînements directs	103
WEBER	Matériaux microtechniques I, II	26
WUEHTRICH	Statique et dynamique	16
WURM	Biotechnologie cellulaire et moléculaire I, II	71
XIROUCHAKIS	Fabrication assistée par ordinateur	78
	Simulation multi-corps assistée par ordinateur	96
ZUPPIROLI	Introduction à la science des matériaux	13
	Mécanique quantique pour ingénieurs I, II	86, 87

## TABLE DES MATIERES DES DESCRIPTIFS DE COURS

Titre du cours	Enseignant(e)	Page
<i>Mathématiques</i>		
Analyse I, II (en français) ou	Biollay	1, 2
Analyse I, II (en allemand)	Semmler	3, 4
Algèbre linéaire	Liebling	5
Géométrie	Troyanov	6
<i>Physique</i>		
Physique générale I, II (en français)	Brune	7, 8
Physique générale I (en allemand)	Gotthardt	9
Physique générale II (en allemand)	Harbich	10
<i>Informatique</i>		
Informatique I, II	Boulic	11, 12
<i>Matériaux et Chimie</i>		
Introduction à la science des matériaux	Zuppiroli	13
Chimie générale (pour ingénieurs)	Friedli	14
<i>Mécanique</i>		
Eléments de construction et DAO	Maeder	15
Statique et dynamique	Bleuler/Wüthrich	16
<i>Electricité et Electronique</i>		
Electrotechnique I, II	Perriard	17, 18
<b>SCIENCES DE BASE</b>		
<i>Mathématiques</i>		
Analyse III, IV	Dacorogna	19, 20
Analyse numérique	Quarteroni	21
Probabilités et statistique	Kuonen	22
<i>Physique</i>		
Physique générale III	Forro	23
Physique générale IV	Forro/Lasser	24
<b>SCIENCES MICROTECHNIQUES</b>		
<i>Matériaux et Chimie</i>		
Chimie des surfaces	Hoffmann	25
Matériaux microtechniques I, II	Manson, Demartin, Bourban, Plummer, Weber	26

<b>Titre du cours</b>	<b>Enseignant(e)</b>	<b>Page</b>
<b>Mécanique</b>		
Composants de la microtechnique I, II	Clavel	27, 28
Mécanique des structures	Botsis	29
<b>Electricité</b>		
Electronique I, II	Kayal	30, 31
Conversion électromécanique I	Perriard	32
Systèmes logiques	Stauffer	33
Microcontrôleurs	Schmid	34
<b>SYSTEMES ET COMMANDE</b>		
Automatique I, II + TP	Longchamp + Gillet	35
Conversion électromécanique II + TP	Perriard+Perriard/Ludwig	36, 37
Signaux et systèmes I, II	Unser/Blu	38
Systèmes vibratoires	Bleuler/Hongler	39
<b>ELECTRONIQUE ET PHOTONIQUE</b>		
Circuits et systèmes électroniques I	Declercq	40
Electronique, Labo	Declercq	41
Microélectronique I	Popovic/Besse	42
Microinformatique I+II	Mondada + Piguet	43, 44
Optique	Salathé	45
<b>PRODUITS ET PRODUCTION</b>		
Capteurs et microsystèmes I, II	Renaud	46
Conception de produits et systèmes I, II	Popovic/Siegwart/Besse	47
Industrialisation	Jacot/Ryser	48
Méthodes de production	Jacot/Koelemeijer	49
Technologie des microstructures I+II	Gijs/Brugger+Gijs	50
Travaux pratiques en salle blanche	Gijs/Brugger/Sayah	51
<b>FILIERES</b>		
<b>Filière PA (Photonique appliquée)</b>		
Photonique appliquée I, II	Lasser/Martin	52, 53
Lasers	Salathé/Sidler	54
Optique TP	Salathé	55
<b>Filière MNS (Micro/Nanosystèmes)</b>		
Microélectronique II	Popovic	56
Capteurs et microsystèmes III	Renaud	57
Technologie des microstructures III	Gijs	58
Microélectronique et microsystèmes, labo	Renaud/Popovic	59

Titre du cours	Enseignant(e)	Page
<i>Filière TPr (Techniques de production)</i>		
Robotique/Microrobotique	Bleuler/Clavel/Baur/Bouri/ Breguet	60
Techniques d'assemblage I, II	Jacot	61
Assemblage et robotique TP	Bleuler/Jacot/Ryser	62
<i>Filière RSA (Robotique et systèmes autonomes)</i>		
Robotique/Microrobotique	Bleuler/Clavel/Baur/Bouri/ Breguet	63
Modélisation dynamique	Siegwart/Hongler/Perriard	64
Robotique TP	Siegwart/Floreano	65
<b>OPTIONS</b>		
Algorithmes d'apprentissages et applications	Billard	66
Analog and mixed-signal systems modelling	Vachoux	67
Analyse de produits et systèmes	Popovic	68
Audio I, II	Rossi	69, 70
Biotechnologie cellulaire et moléculaire I, II	Wurm	71
Cellules solaires et macro-électronique	Shah	72
Circuits intégrés analogiques	Kayal	73
Commande d'actionneurs à l'aide d'un microprocesseur + TP	Köchli, Perriard, Cardoletti	74
Conception de CI numériques	Hochet	75
Digital systems modelling	Vachoux	76
Dispositifs et structures analogiques	Kayal	77
Fabrication assistée par ordinateur	Xirouchakis, Kiritsis, Benoit	78
Gestion de production I, II	Glarion	79, 80
Identification et commande I	Bonvin, Karimi	81
Identification et commande II	Longchamp, Karimi	82
Ingénierie assistée par ordinateur	Stroud	83
L'ingénieur dans R&D industriels I, II	Ryser	84
Machines adaptatives bio-inspirées	Floreano	85
Mécanique quantique pour ingénieurs I, II	Zuppiroli	86, 87
Méthodes de détection optique	Popovic/Salathé/Besse/Blanc	88
Microscopie et métrologie optique I	Lasser	89
Microscopie et métrologie optique II	Lasser, Jacquot, Depeursinge	90
Micro-usinage par laser	Hoffmann	91
Nanotechnologie I, II	Brugger, Hoffmann	92
Optique intégrée	Salathé/Kunz	93
Optoélectronique	Fiore	94
Robots mobiles	Siegwart	95
Simulation multi-corps assistée par ordinateur	Xirouchakis	96
Systèmes multivariables I	Gillet	97
Systèmes multivariables II	Müllhaupt	98
Technologies des capteurs et actionneurs intégrés	de Rooij	99
Traitement d'images I, II	Unser	100, 101
Transducteurs et entraînements intégrés	Cassat	102
Transducteurs et entraînements directs	Wavre	103
VLSI I design I+II	Lelebici	104, 105

<b>Titre</b> <b>Analyse I</b>					
<b>Enseignant</b> <b>Yves BIOLLAY, professeur EPFL/SMA</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	<b>112</b>
Microtechnique	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Cours</i>	4
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Exercices</i>	4
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Pratique</i>	-

## OBJECTIFS

Apprendre à utiliser les méthodes d'analyse de base applicables aux modèles mathématiques des problèmes de l'ingénieur.

## CONTENU

Nombres complexes  
Suites et séries numériques  
Fonctions élémentaires d'une variable. Limites et continuité  
Calcul différentiel des fonctions d'une variable  
Représentations des courbes planes. Extrema  
Calcul intégral des fonctions d'une variable  
Séries entières

<p><b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT</b> Cours ex cathedra; exercices en salle.</p> <p><b>BIBLIOGRAPHIE</b> F.Ayres/E.Mendelson, Calcul différentiel et intégral, McGraw-Hill, 2e éd, 1993 M. R. Spiegel, Analyse, McGraw-Hill, 1993 J. Douchet, Analyse, PPUR, 2003 (vol.1) E. Swokowski, Analyse, de Broeck Univ.</p> <p><b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS</b> <i>Préalable requis :</i> <i>Préparation pour:</i> Analyse II</p>	<p><b>FORME DU CONTROLE</b> Test écrit</p> <p><b>SESSION D'EXAMEN</b></p>
--	---

<b>Titre</b> <b>Analyse II</b>					
<b>Enseignant</b> <b>Yves BIOLLAY, professeur EPFL/SMA</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	<b>84</b>
Microtechnique	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Cours</i>	4
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Exercices</i>	2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Pratique</i>	-

## OBJECTIFS

Apprendre à utiliser les méthodes d'analyse de base applicables aux modèles mathématiques des problèmes de l'ingénieur.

## CONTENU

Equations différentielles ordinaires

Calcul différentiel et intégral des fonctions de plusieurs variables

<p><b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT</b> Cours ex cathedra; exercices en salle.</p> <p><b>BIBLIOGRAPHIE</b> F. Ayres/E.Mendelson, Calcul différentiel et intégral, McGraw-Hill, 2<sup>e</sup> éd. 1993 M. R. Spiegel, Analyse, McGraw-Hill, 1993 J. Douchet, Analyse, PPUR, 2004 (vol.2) E. Swokowski, Analyse, de Broeck Univ.</p> <p><b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS</b> <i>Préalable requis</i> : Analyse I <i>Préparation pour</i> : Analyse III</p>	<p><b>FORME DU CONTROLE</b> Test écrit</p> <p><b>SESSION D'EXAMEN</b> Été/Automne</p>
--	---

<b>Titre</b> <b>Analysis I in deutscher Sprache</b>					
<b>Enseignant</b> <b>Klaus-Dieter SEMMLER, chargé de cours EPFL/SMA</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	<b>112</b>
Microtechnique	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Cours	4
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Exercices	4
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Pratique	-

## ZIELSETZUNG

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

## INHALT

- Reelle Zahlen
- Folgen und Reihen
- Funktionen, Grenzwerte und Stetigkeit
- Komplexe Zahlen
- Differentialrechnung von IR nach IR
- Integration, Stammfunktionen
- Verallgemeinerte Integrale
- Differentialgleichungen erster und zweiter Ordnung

### FORME DE L'ENSEIGNEMENT

Vorlesung mit Uebungen in Gruppen.  
Das mathematische Vokabular wird  
zweisprachig erarbeitet (d/f).  
Abzugebende Uebungen

### BIBLIOGRAPHIE

Wird in der Vorlesung bekanntgegeben (Skript)

### LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

*Préalable requis :*

*Préparation pour:* Analysis II / Analyse II

### FORME DU CONTROLE

Abzugebende Uebungen  
Exercices à rendre  
Schriftliches Examen  
Examen écrit avec Analyse II

### SESSION D'EXAMEN

<b>Titre</b> <b>Analysis II in deutscher Sprache</b>					
<b>Enseignant</b> <b>Klaus-Dieter SEMMLER, chargé de cours EPFL/SMA</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	<b>84</b>
Microtechnique	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Cours</i>	4
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Exercices</i>	4
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Pratique</i>	-

## ZIELSETZUNG

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

## INHALT

- Differentialrechnung von Funktionen von  $\mathbb{R}^n$  nach  $\mathbb{R}^m$
- Grenzwerte und Stetigkeit, Extrema
- Gradient, Richtungsableitung, Kritische Punkte
- Differentialformen, Integrierende Faktoren, Kurvenintegrale
- Integration über Gebiete im  $\mathbb{R}^n$
- Die Green-Stokes Formel

<p><b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT</b> Vorlesung mit Uebungen in Gruppen. Das mathematische Vokabular wird zweisprachig erarbeitet (d/f).</p> <p><b>BIBLIOGRAPHIE</b> Wird in der Vorlesung bekanntgegeben (Skript)</p> <p><b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS</b> <i>Préalable requis</i> : Analysis I <i>Préparation pour</i>:</p>	<p><b>FORME DU CONTROLE</b> Abzugebende Uebungen Exercices à rendre Schriftliches Examen</p> <p><b>SESSION D'EXAMEN</b> Eté/Automne</p>
--	---

<b>Titre</b>		<b>Algèbre linéaire</b>			
<b>Enseignant</b>		<b>Thomas M. LIEBLING, professeur EPFL/SMA</b>			
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	<b>84</b>
Microtechnique	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Cours	4
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Exercices	2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Pratique	-

## OBJECTIFS

Les étudiants auront appris à reconnaître, formuler et résoudre des problèmes d'algèbre linéaire à l'aide notamment des notions d'espace vectoriel et d'application linéaire. Ils sauront se servir des matrices et de leurs principales propriétés.

## CONTENU

- Introduction au calcul matriciel
- Systèmes d'équations linéaires et algorithme de Gauss, pivotement
- Inversion, factorisation des matrices
- Espaces vectoriels, indépendance linéaire, bases, sous-espaces, interprétation géométrique
- Coordonnées et changements de base
- Espaces associés à une matrice, rang
- Applications linéaires, noyau, image, matrices associées
- Produits scalaires généralisés, bases orthonormées, orthogonalisation de Gram Schmidt
- Approximations par la méthode des moindres carrés
- Déterminant, calcul, interprétation géométrique, propriétés
- Valeurs propres et vecteurs propres
- Diagonalisation, diagonalisation orthogonale, équations aux différences
- Formes quadratiques, notions sur les quadriques

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT</b> Cours ex cathedra et exercices en classe	<b>FORME DU CONTROLE</b> Examen écrit, tests
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> Notes de cours. Algèbre linéaire, par R. Cairoli, PPUR, 1991 Algèbre linéaire : Aide-mémoire, Exercices et Applications, par R. Dalang et A. Chaabouni, PPUR, 2001	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Eté/Automne
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS</b> <i>Préalable requis :</i> <i>Préparation pour :</i> Analyse I et II, Géométrie, Analyse numérique, Statistiques, Recherche opérationnelle	

<b>Titre</b> <b>Géométrie</b>					
<b>Enseignant</b> <b>Marc TROYANOV, MER EPFL/SMA</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	<b>56</b>
Microtechnique	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Cours</i>	3
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Exercices</i>	1
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Pratique</i>	-

## OBJECTIFS

Apprendre à appliquer les méthodes de l'algèbre linéaire et de l'analyse à des problèmes géométriques. Travailler avec des paramétrisations locales. Etudier les notions de base de la géométrie différentielle et leurs applications mécaniques.

## CONTENU

### 1. Géométrie vectorielle

Vecteurs, produits scalaire et autres, coordonnées de Plücker

### 2. Transformations

Transformations affines, isométries, théorèmes de Chasles et d'Euler

### 3. Courbes

Courbes paramétrées, repère de Frenet, longueur, courbure, développante et développée

### 4. Surfaces

Notions de surfaces, aire, tenseur métrique, courbes tracées sur une surface.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT</b> Cours ex cathedra et exercices	<b>FORME DU CONTROLE</b> Ecrit
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> Policopié	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Eté/Automne
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS</b> <i>Préalable requis :</i> Algèbre linéaire, analyse <i>Préparation pour :</i> Robotique, Mécanique, Méthodes de construction, etc.	

<b>Titre</b>		<b>Physique générale I</b>			
<b>Enseignant</b>		<b>Harald P. BRUNE, professeur EPFL/SPH</b>			
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	<b>56</b>
Microtechnique	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Cours	2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Exercices	2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Pratique	-

## OBJECTIFS

Connaître les lois générales de la cinématique et de la dynamique du point matériel ainsi que du solide indéformable. Application de ces lois à un problème de mécanique (représentation géométrique, paramétrisation, choix de repères, formulation des équations).

## CONTENU

### I Mécanique

#### Introduction

Rappel des notions d'espace, de temps, de masse, de vitesse, d'accélération et de la trajectoire et de forces qui interviennent fondamentalement en mécanique. On parlera des propriétés des vecteurs et des scalaires, de coordonnées cartésiennes polaires et sphériques, et de la distinction entre repère et référentiel

#### Cinématique du point

Mouvement rectiligne (1D), mouvement uniformément accéléré en 2D - balistique.

#### Lois de Newton – Dynamique du point

Chocs, lois de conservation, énergie, mouvement central en  $1/r^2$ , lois de Kepler.

#### Oscillateur harmonique

Oscillateur libre, forcé, amorti, courbes de résonance et facteur de qualité, analogie oscillateur mécanique et électrique, oscillateurs harmoniques couplés.

#### Dynamique du solide

Corps solide indéformable, centre de masse, axes principaux - moment d'inertie, loi de Steiner, rotation autour d'un axe quelconque - tenseur et ellipsoïde d'inertie – forces sur les paliers, axes libres.

<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> Mécanique générale, C. Gruber, W. Benoit University Physics, A. Hudson & R. Nelson Physique Générale I, Mécanique, Alonso & Finn	<b>SESSION D'EXAMEN</b>
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS</b> <i>Préalable requis</i> : Bonne formation au niveau maturité <i>Préparation pour</i> : Physique II	

<b>Titre</b> <b>Physique générale II</b>					
<b>Enseignant</b> <b>Harald P. BRUNE, professeur EPFL/SPH</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	<b>84</b>
Microtechnique	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Cours</i>	4
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Exercices</i>	2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Pratique</i>	-

## OBJECTIFS

Connaître les lois de la dynamique des solides indéformables, identification des forces, changement de référentiel, solution des problèmes à l'aide de la mécanique analytique. Connaître et appliquer les principes de la thermodynamique.

## CONTENU

### Travail et puissance

Force passives et actives, Forces conservatives et dissipatives, potentiel.

### Dynamique dans les référentiels en mouvement

Translation non-uniforme, rotation uniforme - dynamique Terrestre (pesanteur, déviation vers l'Est, pendule de Foucault, Marées).

### Mécanique analytique

Equations de Lagrange, principe de Hamilton, calcul variationnel

## II Thermodynamique

### Introduction

Température, définition d'un système.

### Théorie cinétique des gaz

Energie interne  $U$ , équipartition et chaleur spécifique, facteur de Boltzmann, distribution des vitesses.

### Premier et deuxième principes

Travail et chaleur, entropie externe et interne, réversibilité, cycle de Carnot, rendement.

### Machines thermiques

Gaz réels, cycles d'Otto et de Diesel, moteur de Stirling.

<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> Mécanique générale, C. Gruber, W. Benoit University Physics, A. Hudson & R. Nelson Introduction à la thermodynamique, J.-P. Pérez & P. Laffont	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Été/Automne
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS</b> <i>Préalable requis</i> : Physique I, Analyse I <i>Préparation pour</i> :	

<b>Titre</b> <b>Physik I</b>					
<b>Enseignant</b> <b>Rolf GOTTHARDT, chargé de cours EPFL/SPH</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	<b>56</b>
Microtechnique	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Cours</i>	2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Exercices</i>	2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Pratique</i>	-

## 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  
Newtonsche 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>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>FORME DU CONTROLE</b> Uebungen, Klausuren, Schlussexamen  <b>SESSION D'EXAMEN</b>
---	---

<b>Titre</b> <b>Physik II</b>					
<b>Enseignant</b> <b>Wolfgang HARBICH, Privat docent EPFL/SPH</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	<b>84</b>
Microtechnique	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Cours</i>	4
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Exercices</i>	2
		<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, Fortsetzung

- 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>BIBLIOGRAPHIE</b> empfohlene Bücher, korrigierte Uebungen  <b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS</b> <i>Préalable requis</i> : Physik I <i>Préparation pour</i> : Physique III, IV	<b>FORME DU CONTROLE</b> Uebungen und Klausuren Schriftliches Schlussexamen  <b>SESSION D'EXAMEN</b> Eté/Automne
---	---

<b>Titre Informatique I</b>					
<b>Enseignant Ronan BOULIC, chargé de cours EPFL/SIN</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	<b>56</b>
Microtechnique	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Cours	2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Exercices	-
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Pratique	2

## OBJECTIFS

L'objectif de ce cours est de familiariser les étudiants avec un environnement informatique (station de travail sous UNIX) et de présenter les notions de base de l'informatique logicielle.

Le cours repose sur une initiation à la programmation avec le langage C en adoptant une discipline de programmation qui insiste particulièrement sur la maîtrise des qualités de clarté et de robustesse du code produit.

## CONTENU

Introduction : numération binaire et notions sur l'architecture d'un ordinateur (UC, mémoire).  
Eléments sur le système UNIX

Langage C (Thème approfondi)

Les Types de base (calcul scientifique)  
Les opérateurs et les expressions (calcul scientifique)  
Les entrées-sorties conversationnelles  
Les instructions de contrôle (algorithme & complexité)  
La programmation modulaire I : Les fonctions (récursivité)  
Les tableaux et pointeur

### FORME DE L'ENSEIGNEMENT

Ex cathedra, Exercices pratiques

### BIBLIOGRAPHIE

C. Delannoy, Programmer en Langage C, Eyrolles, ISBN 2-212-11072-3  
édition 2002  
+ Polycopié Recueil I (remis à jour chaque année)  
+ suggestion additionnelle pour quelqu'un n'ayant jamais écrit un seul  
programme: C. Delannoy, le livre du C premier langage, Eyrolles, ISBN 2-  
212-11052-9

### LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

*Préalable requis :*

*Préparation pour:* Informatique II

### FORME DU CONTROLE

Deux tests écrits  
Un petit projet par groupe de deux  
étudiants

### SESSION D'EXAMEN

<b>Titre Informatique II</b>					
<b>Enseignant Ronan BOULIC, chargé de cours EFFL/SIN</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Obligatoire</i>	<i>Option</i>	<i>Heures totales</i>	56
Microtechnique	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Cours	2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Exercices	-
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Pratique	2

## OBJECTIFS

Ce cours complète les connaissances sur le langage C, approfondit les thèmes portant sur le développement d'application modulaire robuste, et pose les fondements de l'approche orientée objet.

La dimension pratique étant jugée primordiale pour l'acquisition de ce savoir-faire, un temps important est consacré à un projet réalisé en groupe de deux étudiants.

## CONTENU

### Langage C (Thème approfondi)

- Les chaînes de caractères
- Les fichiers
- Les structures
- La gestion dynamique de a mémoire  
(Le bon usage des pointeurs)
- La programmation modulaire II (type opaque et Objet)
- Le préprocesseur
- Opérateurs bit à bit

### Développement d'application interactive

- Langage interprété : l'exemple de Tcl-Tk
- Interface Graphique Utilisateur avec Tcl-Tk
- Application interactive : Programmation par événement
- Éléments de graphique 2D avec OPEN-GL

Le projet, écrit en C et Tcl-Tk, exploite l'ensemble des connaissances acquises en cours d'année ainsi que dans les séries.

<p><b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT</b> Ex cathedra, Exercices pratiques</p> <p><b>BIBLIOGRAPHIE</b> Voir références Informatique I Polycopié Recueil II (remis à jour chaque année)</p> <p><b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS</b> <i>Préalable requis</i> : Informatique I <i>Préparation pour</i>: cours, laboratoires et projets avec ordinateur</p>	<p><b>FORME DU CONTROLE</b> Un test écrit en dernière semaine du semestre Un projet par groupe de deux étudiants</p> <p><b>SESSION D'EXAMEN</b></p>
---	---

<b>Titre</b> Introduction à la science des matériaux					
<b>Enseignant</b> Libero ZUPPIROLI, professeur EPFL/SMX					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	42
Microtechnique	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Cours	2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Exercices	1
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Pratique	-

## OBJECTIFS

Ce cours d'initiation est conçu comme une vaste promenade dans le monde des matériaux, destinée à familiariser les étudiants avec les comportements qualitatifs et les ordres de grandeur pertinents pour l'ingénieur -e.

## CONTENU

- **Présenter.** Les grandes classes de matériaux, métaux, céramiques, verres, matières plastiques, composites seront mises en relations intuitives avec les propriétés attendues par l'ingénieur-e, élasticité, dureté, ductilité, ténacité, caractère refractaire, transparence, conductivité thermique, conductivité électrique, etc.
- **Expliquer.** Pourquoi le verre est-il transparent, cassant et isolant électrique alors que le métal réfléchit la lumière, est ductile et bon conducteur de l'électricité ? On ira chercher dans le monde microscopique, à l'échelle atomique et moléculaire, les réponses à de telles questions.
- **Insister sur les facteurs-clé du comportement.** On montrera le rôle majeur de l'organisation moléculaire (ordre-désordre), des défauts de structure et de la microstructure, en s'appuyant sur des exemples classiques comme, par exemple la théorie des dislocations ou la théorie de Drude pour la conductivité des métaux.
- **Introduire les matériaux d'aujourd'hui.**

### FORME DE L'ENSEIGNEMENT

Ex cathedra. Séances d'exercices.

### BIBLIOGRAPHIE

Introduction à la science des matériaux: J.-P. Mercier, G. Zambelli, W. Kurz, PPUR, Lausanne, 3ème ed. 1999

### LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour:

### FORME DU CONTROLE

Ecrit

### SESSION D'EXAMEN

Été/Automne

<b>Titre</b> Chimie générale					
<b>Enseignant</b> Claude FRIEDLI, professeur EPFL/SCGC					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	42
Microtechnique	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Cours	2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Exercices	1
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• 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 interfaciales, contacts liquide-solide et gaz-solide, adsorption, film, phénomènes électrocinétiques, 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 CONTROLE</b> Ecrit
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> Livre PPUR + photocopié	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Été/Automne
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS</b> <i>Préalable requis</i> : Maturité fédérale <i>Préparation pour</i> : Cours nécessitant des connaissances de base de chimie	

<b>Titre</b>		<b>Eléments de construction et DAO</b>			
<b>Enseignant</b>		<b>Willy MAEDER, maître de construction EPFL/SMT</b>			
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	<b>84</b>
Microtechnique	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Cours	2/-
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Exercices	-/-
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Pratique	2/2

## OBJECTIFS

### Construction :

Etre capable de s'exprimer et de comprendre les moyens graphiques utilisés en mécanique. Maîtriser les tolérances de base liées aux procédés de fabrication. Connaître les méthodes et les outils de travail utilisés lors de la conception. Savoir dimensionner les éléments mécaniques de base.

### DAO :

Le cours a pour but de familiariser l'étudiant avec l'outil de dessin assisté par ordinateur, d'en comprendre les avantages et limitations. Les séances d'exercices mettent l'accent sur le travail à l'écran et l'organisation des techniques de création du dessin dans le cadre de projets de construction en microtechnique.

## CONTENU

### Construction :

Introduction aux normes ISO, les divers documents graphiques  
 Les règles du dessin technique et les artifices graphiques pour la représentation  
 La reconnaissance des éléments normalisés  
 La cotation fonctionnelle et de fabrication et les diverses tolérances  
 Eléments de construction, les liaisons possibles entre deux corps, les mécanismes élémentaires, les transformations de mouvements

### DAO :

Introduction à la DAO et la CAO  
 Organisation de la salle, réseau de machines  
 Sauvegarde, création et organisation des fichiers  
 Etude du logiciel CAO  
 Impression des dessins

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT</b> Exposé oral + exercices  <b>BIBLIOGRAPHIE</b> Extrait de normes, cours polycopié, doc. PTC  <b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS</b> <i>Préalable requis :</i> <i>Préparation pour:</i> Composants de la microtechnique I, II, III	<b>FORME DU CONTROLE</b> Construction : test + projet DAO : test  <b>SESSION D'EXAMEN</b>
---	---

<b>Titre</b> <b>Statique et dynamique</b>					
<b>Enseignant</b> <b>Hannes BLEULER, prof. EPFL/SMT, Rolf WUTHRICH, chargé de cours EPFL/SMT</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Obligatoire</i>	<i>Option</i>	<i>Heures totales</i>	42
Microtechnique	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Cours</i>	2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Exercices</i>	1
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Pratique</i>	-

## OBJECTIFS

Ce cours donne les bases minimales en mécanique qui sont attendues d'un ingénieur EPFL. Ces connaissances essentielles serviront dans des situations diverses, p.ex. en énergétique, microtechnique, mécatronique ou en électronique.

## CONTENU

### I BASES

- 1) Mouvement d'un point "matériel"
- 2) Cinématique du corps rigide (théorème des projections de vitesses, translation, rotation, mouvement général...)
- 3) Forces. Principe de réaction. Forces internes et externes.
- 4) Forces réparties en surface et en volume, densité de forces.

### II STATIQUE ELEMENTAIRE

- 5) Equivalence, couple, moment, réduction de groupes de forces
- 6) Equilibre statique, appuis, réactions aux appuis, centre de masse
- 7) Statique de systèmes, structures
- 8) Frottement
- 9) Traction, compression, moment de flexion, effort tranchant, flèche d'une poutre

### III INTRODUCTION A LA DYNAMIQUE DE SYSTEMES SIMPLES

- 10) Accélération, Les équations de Newton-Euler
- 11) Equations de mouvements de systèmes à un degré de liberté, oscillations
- 12) Mouvements relatifs

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT</b> Cours & exercices intégrés	<b>FORME DU CONTROLE</b> Examen écrit
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> Pycopié Mechanik 1 & 3, M. Sayir, IfM, ETHZ	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Eté/Automne
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS</b> <i>Préalable requis :</i> Analyse <i>Préparation pour:</i>	

<b>Titre</b> <b>Electrotechnique I</b>					
<b>Enseignant</b> <b>Yves PERRIARD, professeur EPFL/SMT</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	<b>28</b>
Microtechnique	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Cours</i>	1
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Exercices</i>	1
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Pratique</i>	-

## OBJECTIFS

Etre capable d'analyser et d'appliquer les principales lois de l'électricité et de mettre en équation les circuits linéaires. Maîtriser l'application du calcul complexe aux systèmes sinusoïdaux monophasés et triphasés. Etre capable d'analyser des systèmes linéaires en régime transitoire.

## CONTENU

### Lois fondamentales de l'électricité.

Conventions, symboles et unités. Potentiel électrique et tension. Courants, lois d'Ohm, de Joule et de Kirchhoff.

### Eléments de circuits

Modèle d'un circuit électrique : sources, résistance, inductance, capacité, inductance mutuelle.

### Circuits en régime continu

Mise en équation. Combinaison d'éléments linéaires. Transformation étoile-triangle. Théorèmes de Thévenin et de Norton. Principe de superposition.

Méthode des noeuds. Méthode des mailles.

Composants réels. Eléments non linéaires.

#### FORME DE L'ENSEIGNEMENT

Ex cathedra, séances d'exercices et démonstrations

#### BIBLIOGRAPHIE

Traité d'Electricité, vol. I, Polycopié Electrotechnique I et II

#### LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

*Préalable requis :*

*Préparation pour:* tous les cours d'électricité

#### FORME DU CONTROLE

voir Electrotechnique II

#### SESSION D'EXAMEN

<b>Titre</b> <b>Electrotechnique II</b>					
<b>Enseignant</b> <b>Yves PERRIARD, professeur EPFL/SMT</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	<b>56</b>
Microtechnique	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Cours	2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Exercices	-
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Pratique	1

## OBJECTIFS

Etre capable d'analyser et d'appliquer les principales lois de l'électricité et de mettre en équation les circuits linéaires. Maîtriser l'application du calcul complexe aux systèmes sinusoïdaux monophasés et triphasés. Etre capable d'analyser des systèmes linéaires en régime transitoire.

## CONTENU

### Grandeurs Sinusoïdales

Principe d'un générateur alternatif. Définitions des grandeurs sinusoïdales. Nombres complexes associés. Impédances et admittances. Etudes des régimes permanents par le calcul complexe. Puissances active, réactive et apparente. Systèmes triphasés symétriques et non symétriques.

### Régimes Transitoires

Réponses indicielles, éléments R, L, C. Eléments réels, méthode générale. Exemples : saut de tension aux bornes d'un circuit RC en série, RL en série. Enclenchement sur une source de tension sinusoïdale.

### Applications

Synthèse des méthodes acquises au travers d'exemples d'applications.

### Laboratoire

Bases de métrologie. Mesures de circuits linéaires. Démonstrations expérimentales.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT</b> Ex cathedra, séances d'exercices et démonstrations. Laboratoires.	<b>FORME DU CONTROLE</b> Examen écrit (80%) + labo (20%)
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> Traité d'Electricité, vol. I, Polycopié Electrotechnique I et II	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Été/Automne
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS</b> <i>Préalable requis :</i> Physique générale, Analyse <i>Préparation pour :</i> Electronique, Conversion électromécanique	

<b>Titre</b> <b>Analyse III / Analysis III</b>					
<b>Enseignant</b> <b>Bernard DACOROGNA, professeur EPFL/SMA</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	56
Microtechnique	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Cours</i>	2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Exercices</i>	2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Pratique</i>	-

**OBJECTIFS**

Présenter les outils de l'analyse vectorielle et de l'analyse complexe.

**GOALS**

To present the main tools of vectorial analysis and complex analysis.

**CONTENU****1) Analyse vectorielle :**

Les opérateurs gradient, rotationnel et divergence  
Théorèmes de Green, de Stokes et de la divergence

**2) Analyse complexe**

Fonctions holomorphes, équations de Cauchy-Riemann, formule de Cauchy, séries de Laurent, théorème des résidus et applications conformes.

**CONTENTS****1) Vectorial analysis:**

The differential operators : gradient, curl and divergence  
Green, Stokes and divergence theorems

**2) Complex analysis**

Holomorphic functions, Cauchy-Riemann equations, Cauchy formula, Laurent series, Residues theorem and conformal mappings.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT</b> Ex cathedra et exercices en salle	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> Cf Analyse IV
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> B. Dacorogna et C. Tanteri: "Analyse avancée pour ingénieurs"	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Été ou Automne
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS</b> <i>Préalable requis</i> : Analyse I et II <i>Préparation pour</i> :	<b>FORME DU CONTROLE</b> Écrit

<b>Titre</b> <b>Analyse IV /Analysis IV</b>					
<b>Enseignant</b> <b>Bernard DACOROGNA, professeur EPFL/SMA</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	<b>56</b>
Microtechnique	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Cours</i>	2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Exercices</i>	2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Pratique</i>	-

**OBJECTIFS**

Présenter les outils de l'analyse de Fourier et de Laplace

**GOALS**

To present the main tools of Fourier and Laplace analysis

**CONTENU**

**Analyse de Fourier et de Laplace :**  
Séries de Fourier, transformée de Fourier et de Laplace et applications aux équations différentielles.

**CONTENTS**

**Fourier and Laplace analysis:**  
Fourier series, Fourier transform, Laplace transform and applications to differential equations.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT</b> Ex cathedra et exercices en salle	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> Cf Analyse IV
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> B. Dacorogna et C. Tanteri: "Analyse avancée pour ingénieurs"	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Eté ou Automne
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS</b> <i>Préalable requis</i> : Analyse I, II et III <i>Préparation pour</i> :	<b>FORME DU CONTROLE</b> Ecrit

<b>Titre</b> <b>Analyse numérique</b>					
<b>Enseignant</b> <b>Alfio QUARTERONI, professeur EPFL/SMA</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	42
Microtechnique	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Cours	2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Exercices	1
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Pratique	-

**OBJECTIFS**

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

**GOALS**

The student will learn how to approximate several mathematical problems such as linear systems, integration and differentiation, ordinary differential equations.

**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 mono-dimensionnels traités par différences finies et éléments finis.
- Introduction à l'utilisation du logiciel MATLAB.

**CONTENTS**

- Stability, condition number and convergence of numerical methods.
- Polynomial interpolation and least squares approximation.
- Numerical integration.
- Direct methods for the solution of linear systems.
- Iterative methods for the solution of linear and nonlinear systems.
- Numerical approximation of ordinary differential equations.
- Finite difference approximation of 2-point boundary value problems.
- Introduction to MATLAB.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT**

Ex cathedra. Exercices en classe et sur ordinateurs

**BIBLIOGRAPHIE**

A. Quarteroni et F. Saleri, "Scientific Computing with MATLAB", Springer-Verlag Berlin, 2003.

A. Quarteroni, R. Sacco et F. Saleri, "Méthodes Numériques pour le Calcul Scientifique", Springer-Verlag France, Paris, 2000.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

*Préalable requis* : Analyse. Algèbre linéaire. Programmation.

*Préparation pour*:

**NOMBRE DE CREDITS**

3

**SESSION D'EXAMEN**

Printemps

**FORME DU CONTROLE**

Ecrit

<b>Titre</b> <b>Probabilités et statistique / Probability and statistic</b>					
<b>Enseignant</b> <b>Diego KUONEN, chargé de cours EPFL/SMA</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	<b>56</b>
Microtechnique	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Cours	2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Exercices	2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Pratique	-

**OBJECTIFS**

Présenter les concepts fondamentaux des probabilités et des statistiques nécessaires aux sciences de l'ingénieur.

Familiariser l'étudiant au calcul des probabilités et à l'utilisation de divers outils statistiques simples.

**GOALS**

Present the fundamental concepts of probability and statistics for the engineers' needs.

Familiarise the student with probability calculus and the use of several simple statistical tools.

**CONTENU**

1. Statistique exploratoire  
(Types de données; Étude graphique de variables; Synthèses numériques de distribution; Le boxplot; La loi normale)
2. Calcul des probabilités  
(Probabilités d'événements; Variables aléatoires; Valeurs caractéristiques; Théorèmes fondamentaux)
3. Idées fondamentales de la statistique  
(Modèles statistiques et estimation de paramètres; Estimation par intervalle; Tests statistiques; Tests khi-deux)
4. Régression linéaire  
(Introduction; Principe des moindres carrés; Régression linéaire simple; Régression linéaire multiple)

**CONTENTS**

1. Exploratory statistics  
(Data types; Graphical exploration of variables; Numerical summaries of distributions; The boxplot; The normal distribution)
2. Probability calculus  
(Probabilities of events; Random variables; Characteristic values; Fundamental theorems)
3. Fundamental statistical ideas  
(Statistical models and parameter estimation; Confidence intervals; Statistical tests; Chi-square significance tests)
4. Linear regression  
(Introduction; Least-squares principle; Simple linear regression; Multiple linear regression)

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT</b> Cours ex cathedra, exercices en classe	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 4
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> Voir URL du cours	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Eté
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS</b> <i>Préalable requis :</i> <i>Préparation pour:</i>	<b>FORME DU CONTROLE</b> Écrit

<b>Titre</b> <b>Physique générale III</b>					
<b>Enseignant</b> <b>Laszlo FORRO, professeur EPFL/SPH</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	<b>84</b>
Microtechnique	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Cours</i>	4
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Exercices</i>	2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Pratique</i>	-

**OBJECTIFS**

Le troisième semestre de physique est entièrement consacré à l'action à distance, mécanique et électromagnétique. Au centre du discours se trouvera le concept d'onde et, en amont, celui de champ.

On y forgera donc les outils qui permettent notamment de comprendre et de modéliser des situations simples de propagation d'ondes, mécaniques, sonores ou électromagnétiques.

**CONTENU**

Mécanique des milieux continus dans l'hypothèse de l'élasticité linéaire

Quelques aperçus sur la déformation plastique et les dislocations

Ondes classiques : propagation du son dans les milieux matériels

Ondes classiques : interférences et diffraction

Champ électrique et induction magnétique : applications des théorèmes de Gauss et d'Ampère

Champ électrique et induction magnétique : les équations de Maxwell dans le vide et la propagation des ondes électromagnétiques

L'électromagnétisme dans les milieux matériels

**GOALS****CONTENTS****FORME DE L'ENSEIGNEMENT**

Oral avec exercices

**BIBLIOGRAPHIE**

University Physics de Hudson et Nelson

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

*Préalable requis* : Physique II

*Préparation pour* : Physique IV, Optique

**NOMBRE DE CREDITS**

Cf Physique IV

**SESSION D'EXAMEN**

Eté ou Automne

**FORME DU CONTROLE**

Ecrit

<b>Titre</b> <b>Physique générale IV</b>					
<b>Enseignant</b> <b>Laszlo FORRO, prof. EPFL/SPH et Théo LASSER, prof. EPFL/SMT</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	<b>56</b>
Microtechnique	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Cours</i>	2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Exercices</i>	2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Pratique</i>	-

**OBJECTIFS**

Ce cours présente les principes physiques fondamentaux régissant le comportement de la lumière vue sous ses différents aspects, géométrique, ondulatoire, électromagnétique et particulaire. Ces notions seront abordées afin de permettre aux étudiants :

- d'intégrer une connaissance des principes fondamentaux
- d'acquérir une compréhension intuitive des phénomènes optiques
- d'exploiter ultérieurement ces phénomènes dans leur travail d'ingénieur

**CONTENU**

Principe de Fermat  
Réflexion, réfraction, dispersion  
optique géométrique, éléments optiques,  
construction des images

Principe de Huygens-Fresnel  
Interférence, diffraction  
Optique ondulatoire, holographie, réseau de  
diffraction, cohérence  
Approximations de Fraunhofer et de Fresnel  
Propagation des faisceaux gaussiens

Propagation des ondes électromagnétiques  
La réponse optique des milieux matériels et le  
modèle de Lorentz  
Polarisation, réflexion et transmission à un  
interface

Le photon  
Loi de Planck, effet photoélectrique, laser

**GOALS****CONTENTS**

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT</b> cours ex-cathedra + exercices	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 10
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> Saleh/Teich, Feynman, J.P. Perez Optique fondements et applications, 6e éd.	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Été ou Automne
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS</b> <i>Préalable requis :</i> <i>Préparation pour:</i> Optique	<b>FORME DU CONTROLE</b> Écrit

<b>Titre</b>		<b>Chimie des surfaces</b>			
<b>Enseignant</b>		<b>Patrik HOFFMANN, MER EPFL/SMT</b>			
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	<b>28</b>
Microtechnique	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine</b>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Cours	2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Exercices	-
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Pratique	-

**OBJECTIFS**

Comprendre l'importance des forces d'interaction moléculaire pour la microtechnique. Acquérir des notions préliminaires sur les méthodes de caractérisation de surfaces. Apprendre les bases physico-chimiques des procédés d'usinage chimique en phase liquide et en phase vapeur.

**CONTENU****1. Surfaces idéales, réelles, et mouillabilité**

Structure et composition chimique des surfaces idéales

Structure et composition chimique des surfaces réelles

Angle de contact, tension de surface critique

**2. Pollution, Adhésion, Friction**

Origine, composition, abondance des particules de l'air, impact sur la contamination des surfaces

Forces d'interaction intermoléculaires et forces entre objets miniaturisés statiques et dynamiques

**3. Structuration**

Propriétés des masques

Taux d'érosion relatif

Attaque isotropique – anisotropique

**4. Usinage chimique et physique en phase liquide**

Dissolution de solides (acides, complexation, solubilité)

Déposition des métaux par électrodéposition avec et sans courant

**5. Usinage chimique en phase vapeur**

Erosion par bombardement ionique (sputtering)

Erosion par méthodes plasma

Erosion par bombardement ionique assisté chimiquement

Déposition par sputtering

Déposition chimique en phase vapeur (CVD) – assisté par plasma

**6. Méthodes de caractérisation des surfaces**

Méthodes de microscopie électronique (MEB, MET)

Méthodes optiques (bases de spectroscopie IR, UV-vis, ellipsométrie)

Méthodes de microscopie de sonde à balayage

(AFM, STM, ...)

**GOALS****CONTENTS****FORME DE L'ENSEIGNEMENT**

cours et exercices

**BIBLIOGRAPHIE**

Physical Chemistry, Atkins, Oxford

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

Préalable requis :

Préparation pour:

**NOMBRE DE CREDITS**

2

**SESSION D'EXAMEN**

Eté

**FORME DU CONTROLE**

Ecrit

<b>Titre</b> Matériaux microtechniques I, II					
<b>Enseignant</b> J.-A. MANSON, professeur et M. DEMARTIN, P.-E. BOURBAN, C.J.G. PLUMMER, L. WEBER, chargés de cours EPFL/SMX					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	56
Microtechnique	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Cours	2/2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Exercices	-/-
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Pratique	-/-

**OBJECTIFS**

Connaissance des relations mise en oeuvre-structure-propriétés des matières métalliques, plastiques, composites et des céramiques. Etude des méthodes d'élaboration et de mise en oeuvre de ces matériaux. Mise en évidence de leurs propriétés pour guider le choix des matériaux dans le développement de composants et de structures de la microtechnique.

**CONTENU****Matériaux Métalliques**

Propriétés mécaniques, traitements thermiques, bases thermodynamiques des métaux.

Les métaux et alliages industriels, leurs propriétés et mise en oeuvre

Métaux à propriétés particulières : alliages magnétostrictifs, alliage à mémoire de forme.

**Matériaux Polymères et Composites**

Structure moléculaire des polymères

Relations structure-propriétés

Propriétés mécaniques, électriques et optiques

Ingénierie et applications des polymères

Matériaux composites à matrice organique

Mise en oeuvre et production des polymères et de leurs composites

Sélection des matériaux et des procédés

Assemblage

**Matériaux Céramiques**

La mise en forme et les structures des céramiques

Les propriétés mécaniques et thermiques ; les applications des céramiques structurelles

Les propriétés électriques ; les applications des céramiques fonctionnelles.

**GOALS****CONTENTS**

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT</b> Ex cathedra avec exercices	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 4
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> Documents distribués Polycopié "Matériaux microtechniques-Métaux et Alliages"	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Été ou Automne
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS</b> <i>Préalable requis :</i> <i>Préparation pour:</i>	<b>FORME DU CONTROLE</b> Ecrit

Titre Composants de la microtechnique I					
Enseignant Reymond CLAVEL, professeur EPFL/SMT					
Section (s)	Semestre	Obligatoire	Option	Heures totales	
Microtechnique	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	42	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Par semaine	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Cours	3
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Exercices	-
				• Pratique	-

**OBJECTIFS**

Les étudiants seront capables de :

- Concevoir les mécanismes d'un système microtechnique répondant à des fonctions données.
- Dimensionner les composants (standards ou spécifiques à la construction).
- Représenter les concepts sous la forme de dessins de construction et de détails.

**CONTENU**

**Matériaux** les plus courants en microtechnique, caractéristiques au vu des fonctions à remplir, fabrication, traitements. Théorie et applications relatives au **frottement**.

**Guidages** :  
Principes généraux.  
Technologies utilisées et méthodes de dimensionnement.

**Accouplements** permanents, temporaires et avec couple limité.

**Transmission** de mouvement et de couple (friction, courroie, chaîne, engrenages) :  
Principes généraux.  
Technologies utilisées et méthodes de dimensionnement.

**GOALS**

The students will be able to :

- Design the mechanisms of a microengineering system that fulfill the given functions.
- Dimension the components (standard or specific to the construction).
- Represent the concepts by using construction and detail drawings.

**CONTENTS**

The most current **materials** used in microengineering and their characteristics according to the functions to be filled, fabrication and treatments.

**Friction** theory and applications.

**Guidance**:  
General overview and principles.  
Technologies used and dimensioning methods.  
Permanent, temporary **couplings** and with limited torque.  
Movement and torque **transmissions** (friction, belt, gears, chain):  
General principles.  
Used technologies and dimensional methods.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT**

Exposé oral de la théorie + exemples traités

**BIBLIOGRAPHIE**

Polycopié "Comp. de la microtechnique", Normes VSM, Doc. de fournisseurs

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis** : El. de construction et DAO, Introd. à la sc. des matériaux  
**Préparation pour** : Composants de la Mt II, Conception de produits et systèmes, Robotique - Microrobotique

**NOMBRE DE CREDITS**

Cf Comp. Mt II

**SESSION D'EXAMEN****FORME DU CONTROLE**

Projet du 4<sup>ème</sup> semestre évalué et noté

Titre <b>Composants de la microtechnique II</b>					
Enseignant <b>Reymond CLAVEL, professeur EPFL/SMT</b>					
Section (s)	Semestre	Obligatoire	Option	Heures totales	42
Microtechnique	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Cours	1
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Exercices	-
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Pratique	2

**OBJECTIFS**

Les étudiants seront capables de :

Concevoir les mécanismes d'un système microtechnique répondant à des fonctions données.

Dimensionner les composants (standards ou spécifiques à la construction).

Représenter les concepts sous la forme de dessins de construction et de détails.

Conduire un projet en groupe.

**GOALS**

The students will be able to :

Design the mechanisms of a microtechnical system that fulfill the given functions.

Dimension the components (standard or specific to the construction).

Represent the concepts by using construction and detail drawings.

Lead a project in group.

**CONTENU**

**Méthodologie de conception** de produits.

**Transformation** de mouvements :

Lois de mouvements et cinématique.

Technologies utilisées et méthodes de dimensionnement.

**Eléments élastiques :**

Caractéristique  $F - x$ , disposition en série et en parallèle, combinaison, systèmes à raideur variable.

Ressorts hélicoïdaux de traction, compression, torsion.

Barres de torsion, ressort spiral.

Utilisation, dimensionnement et technologie de fabrication.

**CONTENTS**

**Methodology of design** of products.

**Movement transformation :**

Movement laws and kinematics.

Technologies used and dimensioning methods.

**Flexible elements:**

Characteristics  $F - x$  (load - deflection curve), serial and parallel disposition, combination, systems with variable stiffness.

Helical extension, compression and torsion springs.

Torsion beam, spiral spring.

Use, dimensioning and technology of manufacture.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT</b> Exposé oral de la théorie et de certains points du projet + travail par projet	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 6
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> Polycopié "Comp. de la microtechnique", Normes VSM, Doc. de fournisseurs	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Été ou Automne
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS</b> <i>Préalable requis :</i> Composants de la Mt I, Matériaux Mt I <i>Préparation pour:</i> Conception de produits et systèmes, Robotique - Microrobotique	<b>FORME DU CONTROLE</b> Projet du 4 <sup>ème</sup> semestre effectué en groupe de 3 à 4 personnes évalué et noté donne les 6 (3 + 3) crédits

<b>Titre</b> <b>Mechanics of structures / Mécanique des structures</b>					
<b>Enseignant</b> <b>John BOTSIS, professeur EPFL/SGM</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	<b>56</b>
Microtechnique	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Cours	3
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Exercices	1
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Pratique	-

## OBJECTIVES

Learn the laws, principles and basic theorems concerning the behavior of deformable solids, as well as the methods of analysis of simple, statically determinate and indeterminate systems. Be able to determine elementary structural components in the design of mechanical systems.

## CONTENTS

- 1. Material properties and internal equilibrium** : Generalities-fundamental hypotheses - mechanical properties of materials - internal forces, moments and stresses.
- 2. Traction and compression, shear, torsion of circular sections** : definitions- calculation of stresses and deformations - analysis of the stress state, Mohr's circles - energy of deformation.
- 3. Bending of beams** : definitions - pure bending - simple bending - moments of inertia of planar sections - normal and shear stresses - analysis of stresses, Mohr's circle - energy of deformation - calculations of elastic curves and deflections.
- 4. Energy of elastic deformation** : quadratic forms of the elastic energy - theorems of Betti-Rayleigh, Maxwell, Castigliano and Menabrea - applications on statically determinate and indeterminate systems.
- 5. Buckling of straight beams** : notion of instability - fundamental case and cases with different end constraints - Euler buckling - Timoshenko's approximate method.
- 6. Theory of the stresses** : theorem of Cauchy - matrix of stresses - Mohr's circles - limiting stress state, factor of safety and equivalent stress - rupture criteria of Tresca, Mohr-Coulomb and von Mises.

## OBJECTIFS

Apprendre 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

- 1. Propriétés des matériaux et équilibre intérieur** : généralités - hypothèses fondamentales - propriétés mécaniques des matériaux - efforts intérieurs et contraintes.
- 2. 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.
- 3. 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.
- 4. Energie de déformation élastique** : formes quadratiques de l'énergie élastique - théorèmes de Betti-Rayleigh, Maxwell, Castigliano et Menabrea - application aux systèmes statiques et hyperstatiques.
- 5. Flambage élastique des poutres droites** : notion d'instabilité - cas fondamental et dérivés du flambage d'une poutre - flambement d'Euler - méthode approchée de Timoshenko.
- 6. Théorie de l'état de contrainte** : théorème de Cauchy - matrice des contraintes - tricerclés de Mohr - états limites, coefficient de sécurité et contrainte de comparaison - critères de rupture de Tresca, Mohr-Coulomb et von Mises.

### FORME DE L'ENSEIGNEMENT

ex cathedra avec exercices hebdomadaires

### BIBLIOGRAPHIE

livre PPUR (del Pedro et Gmür) et fascules divers

### LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

*Préalable requis* :

*Préparation pour* : Composants de la microtechnique III, Conception de produits et systèmes, Capteurs et microsystèmes, Systèmes vibratoires.

### NOMBRE DE CREDITS

4

### SESSION D'EXAMEN

Printemps

### FORME DU CONTROLE

Ecrit

<b>Titre</b>		<b>Electronique I / Electronics I</b>			
<b>Enseignant</b>		<b>Maher KAYAL, professeur EPFL/SEL</b>			
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	<b>70</b>
Microtechnique	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine</b>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Cours	2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Exercices	1
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Pratique	2

**OBJECTIFS**

A la fin du cours, l'étudiant sera capable de comprendre et de concevoir correctement les 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. L'étudiant aura une approche théorique et également "physique" des phénomènes et des techniques de circuits et saura interpréter des résultats de calcul ou de mesures. Il aura le sens des approximations et leurs limites de validité.

**GOALS**

At the end of the course, the student will be able to understand and design basic electronics. This objective takes advantage of an in-depth knowledge of modern electronic components and their applications. The student will acquire both theoretical and physical approaches of phenomena as well as practical aspects of design limitations and measurements of circuits.

**CONTENU**Cours

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

Exercices et travaux pratiques

Avec les exercices et travaux pratiques, l'étudiant confrontera systématiquement la théorie aux résultats expérimentaux.

Il mettra en oeuvre différents types de circuits intégrés et de composants discrets dans diverses expériences.

**CONTENTS**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. Non-ideal effects in Op.-Amp.
6. Op.-Amp. applications
7. Oscillators
8. Triggers and timers

Exercises and laboratories

Exercises and laboratory experiments will allow the student to compare theory and practice.

Different type of integrated circuits as well as discrete components will be used in various experiments.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT</b> Cours ex cathedra et exercices dirigés en salle. Travaux pratiques en laboratoire	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> Cf Electronique II
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> Notes de cours polycopiées. Notice de laboratoire	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Eté
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS</b> <i>Préalable requis</i> : Electrotechnique I et II <i>Préparation pour</i> : Electronique II	<b>FORME DU CONTROLE</b> Ecrit

<b>Titre</b> <b>Electronique II / Electronics II</b>					
<b>Enseignant</b> <b>Maher KAYAL, professeur EPFL/SEL</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	<b>70</b>
Microtechnique	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Cours</i>	2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Exercices</i>	1
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Pratique</i>	2

**OBJECTIFS**

A la fin du cours, l'étudiant sera capable de comprendre et de concevoir correctement les 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. L'étudiant aura une approche théorique et également "physique" des phénomènes et des techniques de circuits et saura interpréter des résultats de calcul ou de mesures. Il aura le sens des approximations et leurs limites de validité.

**GOALS**

At the end of the course, the student will be able to understand and design basic electronics. This objective takes advantage of an in-depth knowledge of modern electronic components and their applications. The student will acquire both theoretical and physical approaches of phenomena as well as practical aspects of design limitations and measurements of circuits.

**CONTENU**Cours

9. Semiconducteurs et jonction pn
10. Diode
11. Transistor bipolaire
12. Transistor MOS
13. Configurations petits signaux du transistor
14. Polarisation et sources de courant
15. Amplificateurs élémentaires à transistors
16. Réponse en fréquence des amplificateurs

Exercices et travaux pratiques

Avec les exercices et travaux pratiques, l'étudiant confrontera systématiquement la théorie aux résultats expérimentaux.

Il mettra en oeuvre différents types de circuits intégrés et de composants discrets dans diverses expériences.

**CONTENTS**Courses

9. Semiconductors and pn junction
10. Diode
11. Bipolar transistor
12. MOS transistor
13. Small signal configurations
14. Bias and current sources
15. Basic amplifiers
16. Frequency response of amplifiers

Exercises and laboratories

Exercises and laboratory experiments will allow the student to compare theory and practice.

Different type of integrated circuits as well as discrete components will be used in various experiments.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT**

Cours ex cathedra et exercices dirigés en salle. Travaux pratiques en laboratoire

**BIBLIOGRAPHIE**

Notes de cours polycopiées. Notice de laboratoire

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

*Préalable requis* : Electronique I

*Préparation pour* : Circuits et Systèmes Electronique.

**NOMBRE DE CREDITS**

8

**SESSION D'EXAMEN**

Été

**FORME DU CONTROLE**

Écrit

<b>Titre</b> <b>Conversion électromécanique I / Electromechanics conversion I</b>					
<b>Enseignant</b> <b>Yves PERRIARD, professeur EPFL/SMT</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	<b>28</b>
Microtechnique	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Cours</i>	2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Exercices</i>	-
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Pratique</i>	-

**OBJECTIFS**

Les étudiants seront capables d'utiliser les méthodes spécifiques de l'électromécanique en vue de la modélisation et d'analyser les caractéristiques externes des principaux moteurs électriques.

**CONTENU****Méthodes****Circuits magnétiques**

- Analyse de circuits magnétiques
- Perméance, inductances, propres et mutuelles
- Pertes fer

**Conversion électromécanique**

- Dérivée de l'énergie magnétique
- Tenseur de Maxwell
- Force de Laplace
- Bilan énergétique

**Aimant permanent**

- Caractéristiques
- Point de fonctionnement

**Comportement dynamique**

- Tension induite de transformation
- Tension induite de mouvement
- Tension induite de saturation
- Mise en équations et résolution

**Transducteurs**

Classification des transducteurs

**GOALS**

Students will be able to use the electromechanics specific methods for main electrical motors external characteristics modeling and analysis.

**CONTENTS****Methodology****Magnetic circuits**

- Analysis of magnetic circuits
- Permeance, self- and mutual inductance,
- Iron losses

**Electromechanics Conversion**

- Derivative of the magnetic energy
- Maxwell tensor
- Laplace force
- Energy balance

**Permanent Magnet**

- Characteristics
- Working point

**Dynamic behavior**

- Induced voltage of transformation
- Induced voltage of movement
- Induced voltage of saturation
- Implementation and resolution of equations

**Tranducers**

Tranducer classification

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT</b> Ex cathedra + démonstrations et exercices	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 2
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> Traité d'Electricité, vol. IX « Electromécanique »	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Eté
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS</b> <i>Préalable requis :</i> <i>Préparation pour:</i> Conversion électromécanique II	<b>FORME DU CONTROLE</b> Ecrit

<b>Titre</b> <b>Systèmes logiques / Logics circuits</b>					
<b>Enseignant</b> <b>André STAUFFER, chargé de cours EPFL/SIN</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	42
Microtechnique	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Cours</i>	1
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Exercices</i>	-
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Pratique</i>	2

**OBJECTIFS**

Acquisition par les étudiants d'un certain nombre de *méthodes systématiques* permettant la conception et l'analyse de systèmes électroniques digitaux, ainsi que l'apprentissage d'un certain *savoir-faire* dans la réalisation pratique, le câblage et le dépannage des systèmes en question.

**GOALS**

The students will acquire some *systematic methods* in order to design and analyze digital electronic circuits, as well as gain some *practical experience* in the implementation, the wiring and the debugging of this kind of circuits.

**CONTENU**

Modes de représentation des systèmes combinatoires.

Simplification des fonctions logiques.

Simplification OU-exclusive.

Bascules bistables.

Compteurs.

Systèmes séquentiels synchrones.

Langage de description de matériel VHDL.

Circuits logiques programmables.

**CONTENTS**

Combinational circuit representation.

Logical function simplification.

Exclusive-OR simplification.

Flip-flops.

Counters.

Synchronous sequential circuits.

VHDL hardware description language.

Programmable logic circuits.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT</b> Cours-laboratoire intégré.	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 3
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> Volume V du Traité d'Electricité: "Analyse et synthèse des systèmes logiques" (D. Mange). <a href="http://www.epfl.ch/staff/stauffer">http://www.epfl.ch/staff/stauffer</a> : "Cours de systèmes logiques". manuel d'utilisation des logidules (D. Mange, A. Stauffer)	<b>SESSION D'EXAMEN</b>
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS</b> <i>Préalable requis :</i> <i>Préparation pour:</i>	<b>FORME DU CONTROLE</b> Test théorique (écrit) Test pratique

<b>Titre</b> <b>Microcontrôleurs / Microcontrollers</b>					
<b>Enseignant</b> <b>Alexandre SCHMID, chargé de cours EPFL/SEL</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	42
Microtechnique	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Cours</i>	1
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Exercices</i>	-
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Pratique</i>	2

**OBJECTIFS**

Au terme du cours, l'étudiant comprendra le fonctionnement interne d'un microcontrôleur, et aura des notions d'architecture de processeur; il connaîtra l'architecture d'un système informatique simple, et comprendra comment le microcontrôleur est interfacé et communique avec son environnement; il sera capable de programmer le microcontrôleur AVR en langage assembleur; il sera capable d'interfacer le microcontrôleur au moyen de protocoles (séries) courants et de contrôler des périphériques usuels.

**CONTENU**

Ce cours est une introduction à l'utilisation de microcontrôleurs. Les aspects d'architecture de processeur, de programmation assembleur et de système informatique sont abordés. Le microcontrôleur AVR avec une architecture RISC 8-bit est choisi comme support à l'enseignement théorique, et aux travaux pratiques. Les thèmes abordés comprennent l'architecture de microprocesseur basé sur le microcontrôleur AVR, l'environnement de développement, le système informatique basé sur la carte STK-300, les techniques de programmation assembleur (opérations Booléennes, branchements, sous-routines, pointeurs, tables de transcorrespondance, etc), les techniques temps réel (interruptions, timers), les communications séries (RS232, UART, I2C, etc), la commande de périphériques usuels (moteur pas-à-pas/servo, capteurs, clavier PC, télécommande IR, etc).

**GOALS**

Students are expected to understand the internal operation of a microcontroller, as well as the basics of microprocessor architecture. A thorough understanding of a basic computer system, how the microcontroller is interfaced and communicates with neighboring hardware systems will be acquired. Students will be able to program the AVR microcontroller using assembly language, interface the microcontroller using standard (serial) communication protocols, and control standard peripheral devices.

**CONTENTS**

This course is offered as an introduction to the operation and use of microcontrollers, where architectural aspects, as well as assembly language programming and basics of computer systems are presented. The 8-bit RISC AVR microcontroller has been selected to support theoretical concepts presented in the lectures and practical laboratory training sessions. The basic architecture of a microprocessor and of a computer system are studied using the example of the AVR microcontroller, operating on a STK-300 board. Assembly language programming techniques (Boolean operations, branching, software routines, pointers, lookup tables, etc), real-time operation techniques (interrupts, timers), serial transmission (RS232, UART, I2C, etc), and the control of common peripheral devices (stepping/servo motors, sensors, PC keyboard, IR remote control, etc) will be studied and implemented.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT</b> Cours ex cathedra, travaux pratiques, projet	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 3
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> Notes de cours polycopiées, cf URL du cours	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Eté
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS</b> <i>Préalable requis :</i> <i>Préparation pour:</i>	<b>FORME DU CONTROLE</b> Continu obligatoire: Travaux pratiques notés, test écrit des connaissances, et projet noté

<b>Titre</b> Automatique I, II, TP / Control Systems I, II, Laboratory Projects					
<b>Enseignant</b> Roland LONGCHAMP, Professeur + Denis GILLET, MER, EPFL/SGM					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	84
Microtechnique	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
	6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Cours	2/2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Exercices	1/-
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Pratique	-/1

**OBJECTIFS**

I + II L'étudiant maîtrisera les méthodes classiques d'analyse et de synthèse des régulateurs automatiques. Il sera en outre capable de modéliser les systèmes discrets en vue de leur commande par ordinateur. L'étudiant sera en mesure d'analyser et de synthétiser des régulateurs numériques.

La partie pratique porte sur l'étude expérimentale du comportement de systèmes dynamiques et de certains concepts de base introduits aux cours d'Automatique I et II, ainsi que la mise en œuvre de systèmes de mesure et de commande.

**CONTENU**

- I
- Introduction à l'automatique
  - Commande par ordinateur de processus
  - Echantillonnage et reconstruction
  - Systèmes discrets
  - Transformée en z
  - Fonction de transfert discrète du système bouclé
  - Réponse harmonique
- II
- Stabilité
  - Numérisation
  - Synthèse discrète

**GOALS**

I + II 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, and will be able to analyze and design digital control systems.

The practical activities are dedicated to the experimental study of dynamic systems and some basic control concepts introduced in the Automatic control course, as well as the implementation of measurement and control solutions.

**CONTENTS**

- I
- Introduction to control systems
  - Digital control systems
  - Sampling and reconstruction
  - Discrete-time systems
  - The z-transform
  - Closed-loop discrete-time transfer function
  - Frequency response
- II
- Stability
  - Translation of analog design
  - Discrete-time design

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT**

Ex cathedra. Démonstrations et exercices intégrés.

**BIBLIOGRAPHIE**

R. Longchamp, Commande numérique de systèmes dynamiques, PPUR, 1995

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

*Préalable requis* : Blocs 1 et 2

*Préparation pour* : Identification et commande I, II  
Systèmes multivariables I, II

**NOMBRE DE CREDITS**

6

**SESSION D'EXAMEN**

Eté ou Automne

**FORME DU CONTROLE**

Ecrit + continu

<b>Titre</b> <b>Conversion électromécanique II / Electromechanics conversion II</b>					
<b>Enseignant</b> <b>Yves Perriard, professeur EPFL/SMT</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	<b>42</b>
Microtechnique	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Cours</i>	2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Exercices</i>	1
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Pratique</i>	-

**OBJECTIFS**

Les étudiants seront capables d'utiliser les méthodes spécifiques de l'électromécanique en vue de la modélisation et de la conception, d'analyser les caractéristiques externes des principaux moteurs électriques et de concevoir un entraînement électrique.

**GOALS**

Students will be able to use the electro-mechanical specific methods, to analyse the external characteristics of the main electric motors and to design an electric drive.

**CONTENU****Transducteurs**

- Réductant
- Electrodynamique
- Electromagnétique
- Hybride

**Moteurs**

- Champ tournant et phaseur spatial
- Moteur synchrone : principe et structure, (march en circuit ouvert, régime auto-commuté, générateur)
- Moteur à courant continu : principe et structure, caractéristiques externes.
- Moteur asynchrone : structure et principe, caractéristiques externes
- Synthèse des différents moteurs

**Entraînements électriques**

- Composants d'un entraînement électrique
- Alimentation et commande

**CONTENTS****Tranducers**

- Reluctant
- Electrodynamic
- Electromagnetic
- Hybrid

**Motors**

- Rotating field and space phaser
- Synchronous motor : principle and structure, (open-loop mode, self-commutated motor, generator)
- DC motor : principle and structure, external characteristics
- Induction motor : structure and principle, external characteristics
- Synthesis of the different motors

**Electric drives**

- Electric drive components
- Driver and control

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT</b> ex cathedra + démonstrations et exercices	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> Cf. TP Conv. électromécanique
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> Traité d'Electricité, volume IX « Electromécanique » »	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Eté
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS</b> <i>Préalable requis</i> : Blocs 1 et 2 <i>Préparation pour</i> : Transducteurs et entraînements intégrés et Transducteurs et entraînements directs	<b>FORME DU CONTROLE</b> Oral

<b>Titre</b> TP d'électromécanique / Electromechanics Lab experiments					
<b>Enseignant</b> Yves PERRIARD, professeur EPFL/SMT, J.-Pierre LUDWIG, chargé de cours EPFL/SEL					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	28
Microtechnique	6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Cours	-
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Exercices	-
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Pratique	2

**OBJECTIFS**

- Assimiler par des applications pratiques les lois principales de l'électromécanique, ainsi que les concepts et le comportement statique et dynamique relatifs aux moteurs et entraînements électriques.
- Maîtriser les techniques de mesures correspondantes

**CONTENU**

- 1. Familiarisation aux instruments de mesure**
- 2. Circuit magnétique - Transformateur**  
Illustration des concepts d'inductances propre et mutuelle pour des circuits couplés, mesures de ces grandeurs; approche expérimentale des phénomènes de fuites magnétiques, de saturation, de pertes dans le fer, de rendement.
- 3. Système d'entraînement composé d'un moteur à courant continu et d'un moteur synchrone auto-commuté**  
Caractérisation de façon globale d'un système d'entraînement électrique; analyse du comportement de la machine à courant continu et de son alimentation; analyse du fonctionnement de la machine synchrone auto-commutée en boucles fermée et ouverte ainsi que de son alimentation à 120°; comparaison des 2 types de machines et de leur alimentation.
- 4. Moteur asynchrone**  
Etude des caractéristiques d'une machine asynchrone en charge sur un réseau industriel (fonctionnement en moteur et en génératrice).

**GOALS**

- Through experiments, to assimilate the fundamentals of electromechanics as well as the concepts and the static and dynamic behaviour of electrical motors and drives.
- To master the corresponding measurement techniques

**CONTENTS**

- 1. Using the measurement appliances**
- 2. Magnetic circuit - Transformer**  
Illustration of the concepts of self and mutual inductances for coupled circuits, measuring of those variables; experimental approach of the phenomena of magnetic leaks, of saturation, of iron losses, of efficiency.
- 3. Driving system composed of a DC motor and of a self-commutated synchronous motor**  
Global characterization of an electric drive system; analysis of the behaviour of the DC machine and of its supply; analysis of the operation of the self commutated synchronous machine (closed and open-loop mode) as well as of its 120° driver; comparison of both machines and of their driver.
- 4. Asynchronous motor**  
Study of the characteristics of an induction machine when on load to an industrial network (motor and generator operation).

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT**

Travaux pratiques

**BIBLIOGRAPHIE**

Traité d'électricité, vol., IX

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

Préalable requis : Blocs 1 et 2

Préparation pour:

**NOMBRE DE CREDITS**

Cf. Conv. électroméc. II et TP

**SESSION D'EXAMEN****FORME DU CONTROLE**

Continu obligatoire

<b>Titre</b> Signaux et systèmes I, II / Signals and systems I, II					
<b>Enseignant</b> Michael UNSER, professeur EPFL/SMT et Thierry BLU, chargé de cours EPFL/SMT					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Obligatoire</i>	<i>Option</i>	<i>Heures totales</i>	84
Microtechnique	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
	6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Cours</i>	2/2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Exercices</i>	1/1
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Pratique</i>	-

**OBJECTIFS**

Présentation des concepts et des outils de base pour la caractérisation des signaux ainsi que pour l'analyse et la synthèse des systèmes linéaires (filtres ou canaux de transmission). Application de ces techniques au traitement du signal et aux télécommunications. Le premier semestre est consacré à l'étude des signaux et systèmes en temps continu, tandis que le second se concentre sur les signaux discrets et les systèmes de traitement numériques.

**GOALS**

Introduction of the basic concepts and mathematical tools for the characterization of signals, and for the analysis and design of linear systems (filters or transmission channels). Application of these techniques to signal processing and communications. The first semester is devoted to the continuous-time formulation, while the second one focuses on discrete-time signals and digital systems.

**CONTENU**

1. Introduction. Notions fondamentales. Structure d'un système de communication
2. Systèmes analogiques linéaires : analyse temporelle. Convolution.
3. Représentation de signaux par séries de Fourier
4. Transformation de Fourier
5. Analyse fréquentielle des systèmes analogiques. Filtrage. Echantillonnage
6. Application aux télécommunications
7. Analyse et synthèse des filtres analogiques.
8. Signaux et systèmes discrets. Convolution discrète. Transformée en  $z$
9. Analyse temporelle des signaux discrets
10. Transformation de Fourier discrète. FFT
11. Analyse fréquentielle des systèmes discrets.
12. Propriétés statistiques des signaux
13. Encodage de signaux
14. Communications numériques

**CONTENTS**

1. Introduction. Fundamental notions. Structure of a communication system
2. Time-domain analysis of linear, continuous-time systems. Convolution
3. Signal representation by Fourier series. Orthogonal transforms.
4. Fourier transform
5. Frequency analysis of continuous-time systems. Filtering. Sampling.
6. Application to communications
7. Analysis and synthesis of analog filters
8. Discrete signals and systems. Discrete convolution.  $z$ -transform
9. Time-domain analysis of discrete signals
10. Discrete-time Fourier transform. FFT
11. Frequency analysis of discrete systems
12. Statistical properties of signals
13. Source and channel coding of signals
14. Digital communications

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT**

Exposé oral, exercices dirigés et répétitions

**BIBLIOGRAPHIE**

Cours polycopié Signaux et systèmes I et II (édité par l'EPFL)

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

*Préalable requis* : Blocs 1 et 2

*Préparation pour* : Traitement d'images I et II

**NOMBRE DE CREDITS**

6

**SESSION D'EXAMEN**

Été ou Automne

**FORME DU CONTROLE**

Écrit

<b>Titre</b> <b>Systèmes vibratoires / Vibrational systems</b>					
<b>Enseignant</b> <b>Hannes BLEULER et Max HONGLER, professeurs EPFL/SMT</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	<b>42</b>
Microtechnique	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Cours	2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Exercices	-
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Pratique	-

**OBJECTIFS**

Les vibrations étant très répandues dans la pratique de l'ingénieur, ce cours vise à donner les notions de base nécessaires à une compréhension du phénomène physique, à la modélisation, l'analyse et à des aspects de synthèse de systèmes dynamiques mécatroniques tels qu'ils se présentent souvent en microtechnique.

Ce cours de base très pluridisciplinaire se fonde sur les mathématiques (analyse et algèbre linéaire) et la mécanique, mais inclut également des concepts de systèmes électriques et surtout de modélisation en automatique.

**CONTENU**

Oscillateur à un degré de liberté (ddl)

Systèmes continus simples (nombre infini de ddl, fréquences propres, modes propres, propagation d'ondes)

Matrices de masse et de rigidité pour systèmes à nombre fini de ddl.

Analyse du comportement à partir des équations différentielles, stabilité. Solutions propres, interprétation des vecteurs propres, coordonnées normales; Découplage.

Représentation par variables d'états, matrice fondamentale, solution générale, réponse indicielle.

Réponse complexe en fréquence.

Exemple d'application . rotor

Logiciels de simulation

Quelques effets non-linéaires.

**GOALS**

Vibrations being very common in engineering practice, this course aims at giving some basics of the physical phenomena and of mathematical modeling and analytical treatment of the dynamics of mechatronic systems.

The connections to electrical engineering, numerical modeling and automatic control are highlighted with the purpose of opening up the mind to a transdisciplinary point of view.

**CONTENTS**

Simple Oscillator (one degree-of-freedom d.o.f.)

Simple continuous examples (infinity of d.o.f., wave propagation, eigenfrequencies, mode shapes)

Mass and stiffness matrices of multi-d.o.f. systems

Analysis of stability, eigenmodes, modal coordinates.

State representation.

Frequency domain.

Rotor modeling, simulation.

A glimpse of nonlinear effects.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT**

ex cathedra avec exercices étroitement liés au cours

**BIBLIOGRAPHIE**

polycopié, PPUR Georges Spinnler Conception des machines, vol. 1  
Statique, vol. 2 Dynamique

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

Préalable requis : Blocs 1 et 2

Préparation pour: Robotique/Microrobotique, Automatique

**NOMBRE DE CREDITS**

3

**SESSION D'EXAMEN**

Printemps

**FORME DU CONTROLE**

Ecrit

<b>Titre</b> <b>Circuits et systèmes électroniques I / Electronic circuits &amp; systems I</b>					
<b>Enseignant</b> <b>Michel DECLERCQ, professeur EPFL/SEL</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	42
Microtechnique	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Cours</i>	2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Exercices</i>	1
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Pratique</i>	-

**OBJECTIFS**

Maîtriser la compréhension, la conception et la mise en oeuvre des circuits et systèmes électroniques, sous forme discrète ou intégrée.

**GOALS**

Acquiring skills in understanding, design and use of electronic circuits and systems, either discrete or integrated.

**CONTENU**

Etude de circuits et systèmes électroniques

Amplis différentiels : Introduction, schéma et principe de fonctionnement, fonction de transfert "grands signaux", comportement "petits signaux de l'ampli différentiel à charges résistives, ampli différentiel à charges actives

Multiplieur analogique: ampli différentiel à transconductance variable, multiplieur quatre-quadrants : circuit de base, circuit évolué à gamme dynamique étendue

Réaction négative : définitions et propriétés générales, réaction négative idéale, réaction négative "non-idéale" ou réelle, exemples

Amplis de puissance : notions fondamentales relatives au calcul des circuits de puissance, amplis de classe A, B et AB, C, D, introduction aux transistors de puissance, évacuation de la puissance dissipée

Alimentation stabilisée : introduction générale, alimentations stabilisées à régulateur série, à découpage, à transformateur.

**CONTENTS**

Study of electronic circuits and systems

Differential amplifiers : Introduction, circuit schematics and circuit behavior, large-signal transfer function, small-signal analysis of resistive-load and active-load differential amplifiers.

Analog Multiplier : differential amplifier with variable transconductance, four-quadrant multiplier : basic circuit, advanced circuits with extended dynamic range

Negative Feedback : definitions and properties, the simplified or "ideal" negative feedback, non-ideal negative feedback, examples

Power Amplifiers : basic theory and analytical relations used in power circuits calculation, power amplifiers of class A, B, AB, C and D; introduction to power transistors, power dissipation

Regulated power supplies : continuous serial regulator, switching-type regulators.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT**

cours ex cathedra et exercices

**BIBLIOGRAPHIE**

notes de cours polycopiées, articles techniques récents

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

*Préalable requis* : Blocs 1 et 2

*Préparation pour*: Electronique, Labo

**NOMBRE DE CREDITS**

3

**SESSION D'EXAMEN**

Printemps

**FORME DU CONTROLE**

Ecrit

<b>Titre</b> <b>Electronique, labo / Electronic lab experiments</b>					
<b>Enseignant</b> <b>Michel DECLERCQ, professeur EPFL/SEL</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	<b>28</b>
Microtechnique	6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Cours</i>	-
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Exercices</i>	-
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Pratique</i>	2

**OBJECTIFS**

Acquérir la pratique des notions apprises aux cours d'Electronique I et II par la conception, la réalisation et la mesure de petits systèmes électroniques.

**GOALS**

Acquiring practical skills in the field of electronic circuits covered by the courses Electronique I and II. The lab experience involve the design, realization and measurement of small electronic systems.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT</b> Travaux pratiques en laboratoire	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 2
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> Notice de laboratoire. Notes relatives aux cours d'Electronique I et II. Polycopiés du cours Circuits et systèmes électroniques	<b>SESSION D'EXAMEN</b>
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS</b> <i>Préalable requis</i> : Blocs 1 et 2, Circuits et systèmes électroniques I <i>Préparation pour</i> :	<b>FORME DU CONTROLE</b> Continu

<b>Titre</b> <b>Microélectronique I / Microelectronics I</b>					
<b>Enseignant</b> <b>Radivoje POPOVIC, professeur, EPFL/SMT et Pierre-André BESSE, chargé de cours, EPFL/SMT</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	42
Microtechnique	6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine</b>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Cours	2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Exercices	1
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Pratique	-

## OBJECTIFS

Les étudiants seront capables de comprendre le fonctionnement des composants de base de la microélectronique et d'analyser leurs modèles physiques simplifiés.

## CONTENU

### Propriétés électroniques du silicium

Modèle de bandes, statistique des porteurs libres. Propriétés de transport, mobilité, durée de vie, longueur de diffusion. Processus de recombinaison. Equations de continuité.

### Diode à jonction et contact métal-semiconducteur

Jonction p-n à l'équilibre et hors équilibre. Caractéristiques courant-tension. Barrières de potentiel. Capacité de jonction. Contacts Ohmiques.

### Transistor bipolaire

Equations de fonctionnement. Caractéristiques statiques. Modèles grand-signal et petit-signal. Exemples d'applications.

### Transistor à effet de champ

Structures JFET, MESFET. Principes et équations de fonctionnement.

### Interface métal-oxyde-silicium et capacité MOS.

Diagramme des bandes d'interfaces. Accumulation, déplétion et inversion. Caractéristiques capacité-tension.

### Transistor MOS

Caractéristiques courant-tension en forte inversion. Inverseur CMOS.

## GOALS

The students will be able to understand the behaviour of the basic microelectronics components and to analyze their simplified physical models.

## CONTENTS

### Electronic properties of Silicon

Band structure, carrier statistics. Transport properties, mobility, lifetime, diffusion length. Recombination processes, continuity equations.

### Junction diode and metal-semiconductor contacts

p-n junction under equilibrium and applied bias. Current-voltage characteristics. Barrier potentials. Junction capacitance. Ohmic contacts.

### Bipolar transistor

Intrinsic transistor model. Current-voltage characteristics. Large signal and small signal models. Examples of applications.

### Field effect transistors

JFET, MESFET structures. Principles and basic equations.

### Metal-oxide-semiconductor structures

Interface band diagrams. Accumulation, depletion and inversion regimes. Capacitance-voltage characteristics.

### MOS transistors

Current-voltage characteristics in strong inversion. CMOS inverter.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT</b> Exposé oral avec exercices	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 3
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> Notes polycopiées J. Singh, « Semiconductor devices, basic principles », Wiley, 2001 S. Sze, "Semiconductor devices, physics and technology", Wiley, 2002	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Eté
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS</b> <i>Préalable requis :</i> Blocs 1 et 2 <i>Préparation pour :</i> Microélectronique II, Optoélectronique, Microsystèmes silicium, Laboratoire et projets	<b>FORME DU CONTROLE</b> Ecrit

<b>Titre</b> <b>Microinformatique I / Microinformatics I</b>					
<b>Enseignant</b> <b>Francesco MONDADA, chargé de cours EPFL/SMT</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	<b>42</b>
Microtechnique	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Cours	1
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Exercices	-
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Pratique	2

**OBJECTIFS**

L'étudiant devra avoir assimilé les contraintes de la programmation de systèmes embarqués en tenant compte de la puissance de calcul disponible, la taille mémoire et les limitations temps réel. Il devra être capable de développer une application complexe intégrant différents périphériques dans le cadre d'une application robotique. Il devra savoir comment structurer cette application et dans quel langage (C ou assembleur) la programmer.

**CONTENU**

Outils de programmation (assembleur et C) pour systèmes embarqués, étapes de compilation, code généré par un compilateur.

Limites de la programmation en C et en assembleur, dépendance du matériel.

Contraintes temps-réel, de mémoire ou de puissance de calcul, impact sur la programmation en C par rapport à l'assembleur.

Structuration d'application par couches d'abstraction, partage de ressources matérielles, organisation du code.

Les travaux pratiques permettront de consolider les concepts vus dans le cours. Ils pourront contenir des aspects liés au concours de robots SmartROB.

**GOALS**

The student should have understood the constraints of embedded systems programming, considering limited computational power, memory size and real-time limitations. He will be able to develop structure and design of a complex robotic application integrating several interfaces and, if needed, several programming languages (assemble and C).

**CONTENTS**

Programming tools (assemble and C) for embedded systems, compiler steps, code generation.

Limitation of C and assembler programming depending on hardware limitations.

Real-time constraints, memory limitations, computational power available and their impact on C programming in respect to assembler code.

Programming structure exploiting abstraction levels, code organization and resource sharing.

Hands-on will consolidate important notions seen during the lectures. A link with the SmartROB robot contest is possible.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT**

ex cathedra et pratique

**BIBLIOGRAPHIE**

WWW, données de TP

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

*Préalable requis* : Blocs 1 et 2

*Préparation pour*: Microinformatique II

**NOMBRE DE CREDITS**

Cf. Microinformatique II

**SESSION D'EXAMEN****FORME DU CONTROLE**

continu

<b>Titre</b> <b>Microinformatique II / Microinformatics II</b>					
<b>Enseignant</b> <b>Yves PIGUET, chargé de cours EPFL/SMT</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	<b>42</b>
Microtechnique	6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Cours</i>	1
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Exercices</i>	-
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Pratique</i>	2

**OBJECTIFS**

Ce cours donne aux étudiants la connaissance des techniques de programmation orientées objets et des outils de développement pour les systèmes embarqués.

**GOALS**

This course gives to students the knowledge about object oriented programming and development tools for embedded systems.

**CONTENU**

Différence entre C et C++  
 Concept d'objet  
 Concept de classe  
 Concept de constructeur et de destructeur  
 Bibliothèque standard du C++  
 Concept d'héritage  
 Concept polymorphisme  
 Outils de développement haut-niveau (Matlab, SysQuake)  
 Mini-projet

**CONTENTS**

Difference between C and C++  
 Concept of object  
 Concept of class  
 Constructors and destructors  
 C++ standard library  
 Inheritance  
 Polymorphism  
 High-level development tools (Matlab, SysQuake)  
 Mini-project

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT</b> Cours, labos intégrés	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> Microinformatique I, II 5
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> Laboratoires C, WWW	<b>SESSION D'EXAMEN</b>
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS</b> <i>Préalable requis</i> : Blocs 1 et 2 <i>Préparation pour</i> : Microprocesseurs, Périphériques	<b>FORME DU CONTROLE</b> Continu

<b>Titre</b>		<b>Optique / Optics</b>			
<b>Enseignant</b>		<b>René SALATHE, professeur EPFL/SMT</b>			
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	42
Microtechnique	6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine</b>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Cours	2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Exercices	-
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Pratique	1

**OBJECTIFS**

A la fin du cours Optique, l'étudiant aura les connaissances de base (principes et composants) en optique moderne appliquée dans des systèmes microtechniques.

**GOALS**

At the end of the course Optics the students will have the basic knowledge (concepts and components) of modern optics used in micro-engineering systems.

**CONTENU**

Interférence et diffraction: cohérence, fréquences spatiales, faisceaux gaussien, modes. résonateurs  
 Ondes guidées et fibres optiques: principe, modes, dispersion, applications (télécommunications, senseurs à fibres optiques)  
 Détection optoélectronique: sensibilité spectrale, sources de bruit (SNR), photodiodes et cameras (CCD)  
 Optique quantique: absorption et émission, photons (Planck, Einstein), lumière cohérente et incohérente, principe du laser  
 Lasers: exemples (HeNe, diodes laser) et applications (interférométrie, télécom, CD, DVD, imprimantes)

**CONTENTS**

Interference and diffraction: coherence, spatial frequencies, Gaussian beams, modes, resonators  
 Guided-wave optics and optical fibers: concepts, modes, dispersion (communications, fiber-optical sensors)  
 Opto-electronic detection: spectral sensitivity, noise sources (SNR), photodiodes and cameras (CCD)  
 Quantum optics: absorption and emission, photons (Planck, Einstein), coherent and incoherent light, concept of the laser  
 Lasers: examples (HeNe, diode lasers) and applications (interferometry, telecommunication CD, DVD, laser printers)

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT</b> ex cathedra, exercices en classe	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 3
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> B.A. Saleh, M.C. Teich, "Fundamental of Photonics", John Wiley & Sons; R. Dändliker, "Les Lasers", Presses Polytechniques, Lausanne; J.W. Goodman, "Introduction to Fourier Optics", McGraw-Hill, New York; A.Yariv, "Optical Electronics in Modern Communications", Oxford University Press; José-Philippe Pérez, "Optique géométrique et ondulatoire", Masson; Robert D. Guenther, "Modern Optics", John Wiley & Sons	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Eté
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS</b> <i>Préalable requis</i> : Blocs 1 et 2 <i>Préparation pour</i> :	<b>FORME DU CONTROLE</b> Ecrit

<b>Titre</b> Capteurs et microsystemes I, II / Sensors and microsystems I, II					
<b>Enseignant</b> Philippe RENAUD, professeur EPFL/SMT					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	56
Microtechnique	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
	6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Cours	2/2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Exercices	-/-
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Pratique	-/-

**OBJECTIFS**

Comprendre les principes physiques utilisés dans les capteurs et les microsystemes. Vue générale des différents principes de transduction et de l'électronique associée.

Montrer des exemples d'application

**CONTENU**

Caractéristiques métrologiques de transducteurs

Capteurs mécaniques: jauges de contrainte, piézorésistances. Applications: force, pression.

Capteurs thermiques: résistance, thermocouples, semiconducteurs, thermopile. Applications: température, rayonnement IR, anémométrie, débit.

Capteurs capacitifs: Conditionneur de signal capacitif. Exemples d'applications: proximité, position, pression, accélération, microphone.

Capteurs inductifs: LVDT, réluctance variable, proximité.

Capteurs magnétiques: Effet Hall, magnétostriction, magnétorésistance.

Capteurs piézoélectriques: Matériaux, effet piézoélectrique, conditionneurs de signal. Applications: accélération, microphone, capteurs pyroélectriques.

Capteurs résonnants: Principe, interfaçage, oscillateurs à quartz. Applications: force, pression, température, micro-balances, gyroscopes, débit.

Capteurs chimiques: catalytiques, conductance, électrochimiques.

Capteurs optiques: Vue d'ensemble. Applications: encodeurs, optiques intégrées.

**GOALS**

To get a basic understanding of physical principles which can be used in sensors. Overview of the main applications by selected examples. Introduction to microsystems.

**CONTENTS**

Metrological characteristics of transducers

Mechanical sensors: strain gages, piezoresistance. Applications: force, pressure.

Thermal sensors: resistance, thermocouples, semiconductor, thermopile. Applications: temperature, IR radiation, anamometry, mass flow.

Capacitive sensors: Capacitive readout interfaces. Applications: proximity, position, pressure, acceleration, microphone.

Inductive sensors: LVDT, variable reluctance, proximity.

Magnetic sensors: Hall, magnetostrictive, magnetoresistive.

Piezoelectric sensors: Materials, piezoelectric effect, readout interfaces. Applications examples: acceleration, microphone, pyroelectric sensors.

Resonant sensors: Principles, interfacing, quartz oscillators applications: force, pressure, temperature, micro-balances, gyroscopes, flow sensors.

Chemical sensors: Catalytic, conductance, electrochemical.

Optical sensors: General overview. Applications: encoder, integrated optics.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT</b> Exposé oral + discussions	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 4
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> Résumé des notes de cours G. Asch: "Les Capteurs en Instrumentation Industrielle", DUNOD 1991	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Été ou Automne
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS</b> <i>Préalable requis</i> : Blocs 1 et 2 <i>Préparation pour</i> : Capteurs et microsystemes III Projets de semestres et diplôme	<b>FORME DU CONTROLE</b> Oral

<b>Titre</b> Conception de produits et syst. I, II / Conceptual design of products and systems I, II					
<b>Enseignant</b> Radivoje POPOVIC, Roland SIEGWART, profs EPFL/SMT et Pierre-André BESSE, chargé de cours EPFL/SMT					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	84
Microtechnique	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine</b>	
	6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Cours	2/-
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Exercices	-/-
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Pratique	1/3

## OBJECTIFS

Les étudiants seront capables de planifier et de conduire systématiquement la conception de produits microtechniques en appliquant des méthodes appropriées et les connaissances de plusieurs disciplines.

## CONTENU

**Introduction:** Analyse de produits et de systèmes, cycle de vie, conception-développement-recherche, méthodes de conception.

**Éléments du marketing:** Création de valeurs, marketing mix, part de marché, qualité totale, portfolio, différencier l'offre, nouveaux produits.

**Ideé de produit et son élaboration:** Formulation d'idée, clarifier les objectifs, établir les fonctions, schéma bloc des fonctions, cahier des charges, méthodes QFD.

**Recherche des solutions de principe:** Recherche des informations, l'arbre d'idées, catalogue des solutions, analyse morphologique, stimulation de la créativité.

**Systèmes et microsystèmes:** Éléments constitutifs, fonction, relations systémiques, synergies, structures fondamentales, exemples.

**Optimisation de la solution:** Evaluation des variantes, choix, amélioration de détails, méthodes formalisées.

**Méthodes de prévision:** Etablissement du modèle, méthodes numériques, simulations par ordinateur.

**Fiabilité:** Loi de survie, taux de défaillance, analyse de fiabilité, fiabilité des composants, essais accélérés.

**Gestion de projet:** Organisation, collaborateurs, stimulation de la créativité, gestion de temps et de l'argent, revues et audits.

**Elaboration d'un projet de conception,** à partir d'une idée jusqu'au début de la construction détaillée.

Les projets se dérouleront par groupes de 4 ou 6 étudiants. Chaque groupe sera responsable de la gestion de son projet. Un assistant, jouant le rôle du chef de développement, supervisera le déroulement du projet. Les résultats du travail seront présentés sous forme d'un rapport final et d'un exposé.

## GOALS

The students will be able to planify and conduct the conceptual design of microtechnology products by applying appropriate methods and the knowledge of several disciplines.

## CONTENTS

**Introduction:** Analysis of products and systems, life cycle design - development - research, design methods.

**Basics of marketing:** Creation of values, marketing mix marketing share, total quality, portfolio matrix, differentiating the offer, new products.

**Idea of product and its development:** Formulate ideas, clarify the objectives, define the functions, block diagram of the functions, specifications, QFD methods.

**Search for generic solutions:** Search for informations, idea tree catalogue of solutions, morphological analysis, stimulation of creativity.

**Systems and microsystems:** Constituent elements, function system relationships, synergies, fundamental structures examples.

**Optimisation of the solution:** Evaluation of the possible variants, choice, improvement of details, formalized methods.

**Methods of prediction:** Elaboration of the model, numerical methods, computer simulations.

**Reliability:** Surviving law, failure rate, reliability analysis reliability of components, accelerated tests.

**Project management:** Organization, people, stimulation of creativity, time and money management, project reviews and audits.

**Realization of a conceptual design project,** from the basic idea to the beginning of the detailed design. The project work will be done in groups of 3 or 4 students. Each group will be responsible for the management of its project. An assistant playing the role of head of development, will supervise the development of the project. The results of the work will be presented in a final report.

### FORME DE L'ENSEIGNEMENT

Exposé oral, discussions, exercices liés à des cas concrets, séminaires.  
Projets par groupes de 4 ou 6 étudiants

### BIBLIOGRAPHIE

N. Cross "Engineering design methods", John Wiley & Sons, 2001.  
Feuilles photocopiées. Y. Haik "Engineering design process", Thomson Brooks/Cole, 2003

### LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

**Préalable requis :** Blocs 1 et 2

**Préparation pour:** Analyse de produits et systèmes

### NOMBRE DE CREDITS

6

### SESSION D'EXAMEN

### FORME DU CONTROLE

Continu

<b>Titre</b> <b>Industrialisation / Industrialization</b>					
<b>Enseignant</b> <b>Jacques JACOT et Peter RYSER, professeurs EPFL/SMT</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	<b>28</b>
Microtechnique	6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Cours</i>	2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Exercices</i>	-
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Pratique</i>	-

**OBJECTIFS**

Ce cours est une initiation à la notion d'industrialisation d'un produit. Il a pour but d'apprendre aux ingénieurs comment aborder le processus d'industrialisation de produits en prenant en compte à la fois les aspects scientifiques de la conception et les contraintes techniques et économiques qui sont associées.

**GOALS**

This is an introductory course to the notion of product industrialization. The goal is to strengthen the awareness of the future engineer of the importance of product conception and industrialization and to provide him with a set of indispensable tools for engineers in industry.

**CONTENU**Introduction à la production industrielle

- organisation d'une entreprise
- coût de production
- flux financiers

Produit

- analyse fonctionnelle
- analyse de la valeur

Gestion d'un projet d'industrialisation

Comment passer de l'idée à la fabrication en séries, puis à l'introduction sur le marché

Management de la qualité

- analyse causes/effets, diagramme en arêtes de poisson
- analyse de la valeur
- analyse des défaillances
- plans d'expériences
- la démarche ISO 9001

La conception de produits pour l'assemblage

(Design For Assembly)

**CONTENTS**

- Introduction to industrial production
- From marketing to delivery
- Product life cycle
- Choice of production technology
- Quality management
- Design for assembly

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT**

Exposé oral par les deux professeurs illustré d'exemples, exercices intégrés dans le cours. Examen par étude de cas en groupe et exposés individuels.

**BIBLIOGRAPHIE**

Polycopié ; Les plans d'expérience par la méthode Taguchi de M. Pillet

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

*Préalable requis* : Blocs 1 et 2 ; Méthodes de production

*Préparation pour*: Techniques d'assemblage I et II

**NOMBRE DE CREDITS**

2

**SESSION D'EXAMEN**

Eté

**FORME DU CONTROLE**

Oral

<b>Titre</b> Méthodes de production / Production methods					
<b>Enseignant</b> Jacques JACOT, professeur EPFL/SMT et Sandra KOELEMMEIJER, chargée de cours EPFL/SMT					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	42
Microtechnique	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Cours	2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Exercices	-
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Pratique	1

**OBJECTIFS**

Apprendre à analyser et à choisir judicieusement des techniques de production et leur mise en oeuvre en fonction du problème à résoudre et du contexte industriel.

Se familiariser avec la prise en compte de facteurs économiques dans des problèmes techniques.

**CONTENU**

Deux groupes de deux étudiants analysent une technique de production en suivant une démarche imposée. Un groupe traite de la technique à comprendre et l'autre présente des applications.

Les sujets sont choisis parmi les principales techniques de production telles que par exemple: découpage au jet d'eau, soudage laser, électroérosion, injection, micro-usinage, frittage, décolletage, etc, .... Ils sont abordées sur le plan technologique, productivité, mise en oeuvre, etc,..., à travers des cas d'applications dans la fabrication de produits tels que: montres, robots-ménager, capteurs de pression, lentilles de contact, prothèses auditives, briquets, disques compacts, vannes thermostatiques, etc, ...

**REMARQUES**

Chaque groupe de 2 étudiants prépare un document d'une dizaine de pages sur son sujet et le présente en 20 minutes. L'ensemble des documents constitue les notes de cours.

L'évaluation des étudiants se fait en combinant les évaluations du document de référence, de l'exposé et de l'examen oral.

**GOALS**

Learn to assess production technology in the industrial context

Getting used to mind economic aspects of technical problems

**CONTENTS**

Analysis of one or two production technologies in groups of two students along a prescribed method.

examples: EDM, injection, micro-machining, sintering, laser welding, etc.  
products such as watches, sensors, lenses, hearing aids, lights, CDs, etc.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT</b> Séminaire par groupe de 3 étudiants	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 3
<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Printemps
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS</b> <i>Préalable requis</i> : Blocs 1 et 2 <i>Préparation pour</i> : Industrialisation, Techniques d'assemblage	<b>FORME DU CONTROLE</b> Oral

<b>Titre</b> Technologies des microstructures I + II / Microstructure fabrication technologies I + II					
<b>Enseignant</b> Martin GIJS et Juergen BRUGGER, professeurs EPFL/SMT					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	42
Microtechnique	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
	6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Cours	2/1
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Exercices	-/-
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Pratique	-/-

**OBJECTIFS**

Les technologies de microfabrication sont à la base de chaque réalisation ou application de microsystèmes. Ce cours vise à donner les notions de base des techniques, procédés et technologies de microfabrication utilisés en salle blanche. Une introduction aux méthodes non-conventionnelle de lithographie et d'auto-assemblage ainsi que des méthodes pour la réalisations de structures nanoscopique est donnée.

**GOALS**

Microfabrication technologies are at the heart of every realisation or application of microsystems. This course aims to provide the basic knowledge of the techniques, procedures and technologies of microfabrication, as practised in a clean room. Unconventional lithography and surface patterning methods, such as microcontact printing, imprint lithography and scanning probe methods, as well as the basics of self-assembly of micro/nanostructures will be described.

**CONTENU**

1. Introduction aux travaux pratiques en salle propre
2. Histoire de la technologie IC – Technologie planaire
3. Techniques de déposition des couches minces
4. Lithographie conventionnelle
5. Micro/nanostructuration non-conventionnelle
6. Auto-assemblage de micro/nanostructures
7. Gravure humide – micro-usinage surfacique et volumique du Si
8. Gravure sèche
9. Plans d'expériences pour l'optimalisation de procédés

**CONTENTS**

1. Introduction to the practical work in the clean room
2. History of IC technology – Planar technology
3. Layer deposition techniques
4. Conventional lithography
5. Unconventional micro/nanopatterning
6. Self-assembly of micro/nanostructures
7. Wet etching – bulk and surface micromachining of Si
8. Dry etching
9. Statistical experimental design for process optimisation

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT**

Cours ex cathedra

**BIBLIOGRAPHIE**

Notes polycopiées. M. Madou, Fundamentals of Microfabrication, CRC Press, Boca Raton (1998). S. Wolf and R.N. Tauber, Silicon processing for the VLSI area I & II, Lattice Press, Sunset Beach (1986)

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

Préalable requis : Blocs 1 et 2

Préparation pour : Projets de semestre et diplôme

**NOMBRE DE CREDITS**

3

**SESSION D'EXAMEN**

Eté ou Automne

**FORME DU CONTROLE**

Oral

<b>Titre</b> Travaux pratiques en salle blanche (par groupes) / Clean room practical work (in groups)					
<b>Enseignant</b> Martin GIJS et Juergen BRUGGER, professeurs EPFL/SMT et Abdeljalil SAYAH, chargé de cours EPFL/SMT					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	14
Microtechnique	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
	6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Cours	-
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Exercices	-
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Pratique	

**OBJECTIFS**

En groupes de 4 étudiants et accompagné par un assistant, l'étudiant apprendra en pratique des procédés et manipulations de base de la salle blanche.

**CONTENU**

1. Introduction à la salle blanche et au transistor MOS. (1 séance)

L'environnement de la salle blanche, aspects de sécurité, le suivi de procédé (feuille de route), le transistor MOS.

2. Procédés de base de la microélectronique et des microsystèmes. (2 séances)

Une des étapes de fabrication VLSI avec reprise d'un historique de procédé :

- une déposition de résine photosensible
- une photolithographie avec alignement
- une gravure sèche ou humide.

Caractérisation de procédé VLSI, mesure sur couches minces et un traitement statistique des résultats.

**GOALS**

In groups of 4 students and accompanied by an assistant, each student will learn basic procedures and manipulations, as practiced in a clean room..

**CONTENTS**

1. Introduction to the clean room and the transistor MOS. (1 session)

Clean room environment, security aspects, process flow chart, transistor MOS.

2. Basic micro-electronic and microsystem procedures (2 sessions)

A VLSI fabrication stage continuing a flow chart:

- photoresist deposition process
- a photolithography step with alignment
- a wet or dry etching step

Characterisation of a VLSI stage, thin film measurements and statistical data analysis.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT</b> Travaux pratiques	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 1
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> Notes polycopiées S. Wolf and R.N. Tauber, Silicon processing for the VLSI area I & II, Lattice Press, Sunset Beach (1986)	<b>SESSION D'EXAMEN</b>
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS</b> <i>Préalable requis :</i> Blocs 1 et 2 <i>Préparation pour :</i> Projets de semestre et diplôme	<b>FORME DU CONTROLE</b> Evaluation pendant l'année : compléter correctement une feuille de route et un questionnaire on-line sur le déroulement du TP, rapport court et précis sur une tâche de caractérisation

<b>Titre</b> <b>Photonique appliquée I / Applied photonics I</b>					
<b>Enseignant</b> <b>Theo Lasser, professeur EPFL/SMT et Olivier Martin, professeur EPFL/SEL</b>					
<b>Section/Filière(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	
Microtechnique/PA	7	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	42
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Cours</i>	3
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Exercices</i>	-
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Pratique</i>	-

**GOALS**

A la fin des deux cours Photonique appliquée I & II, l'étudiant aura des connaissances diverses et approfondies en optique moderne et sera capable de composer et d'analyser des systèmes optiques et électro-optiques contenant des éléments passifs et actifs.

**OBJECTIFS**

The two courses Applied photonics I & II will give the student a broad and detailed knowledge of modern photonics. She/he will be able to design and analyze optical systems including both active and passive elements.

**CONTENTS**

**Fondements de l'optique:** équations de Maxwell, équation d'onde, ondes planes, polarisation, conditions limites, loi de Snell, surfaces, multicouches, polarisabilité, constantes diélectriques, biréfringence.

**Optique intégrée:** fibres optiques, dispersion, guides d'ondes, technologies.

**Ondes couplées:** guides couplés, effet de Bragg, réseau de phase, modulateurs, acousto-optique, électro-optique.

**Théorie des images:** Kirchhoff, Fraunhofer, Fresnel, formation des images, aberrations.

**Optique de Fourier:** fréquences spatiales, filtrage 4-f, OTF, MTF, résolution.

**Micro-optique:** éléments diffractifs, microlentilles.

**CONTENU**

**Foundations of optics:** Maxwell's equations, wave equation, plane waves, polarization, boundary conditions, Snell's law, surfaces, stratified media, polarizability, dielectric constants, birefringence.

**Integrated optics:** optical fibers, dispersion, waveguides, technology.

**Coupled waves:** coupled waveguides, Bragg effect, phase gratings, modulators, acousto-optical, electro-optical.

**Image theory:** Kirchhoff, Fraunhofer, Fresnel, image formation, aberrations.

**Fourier optics:** spatial frequencies, filtering 4-f, OTF, MTF, resolution.

**Micro-optics:** diffractive elements, microlenses.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT**

ex cathedra, exercices en classe

**BIBLIOGRAPHIE**

- B.A. Saleh and M.C. Teich, Fundamental of photonics (Wiley, 1991).  
 A.K. Ghatak and K. Thyagarajan, Optical electronics (Cambridge, 1989).  
 J.W. Goodman, Statistical optics (Wiley, 2000).  
 J.W. Goodman, Introduction to Fourier optics (McGrawHill, 1996).  
 M. Born and E. Wolf, Principles of optics (Pergamon, 1980).

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

*Préalable requis* : Optique

*Préparation pour*: Photonique appliquée II

**NOMBRE DE CREDITS**

Cf Photonique appliquée II

**SESSION D'EXAMEN**

Automne

**FORME DU CONTROLE**

Oral

<b>Titre</b> <b>Photonique appliquée II / Applied photonics II</b>					
<b>Enseignant</b> <b>Theo Lasser, professeur EPFL/SMT et Olivier Martin, professeur EPFL/SEL</b>					
<b>Section/Filière(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	
Microtechnique/PA	8	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	42
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Cours</i>	3
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Exercices</i>	-
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Pratique</i>	-

**GOALS**

A la fin des deux cours Photonique appliquée I & II, l'étudiant aura des connaissances variées et approfondies en optique moderne et sera capable de composer et d'analyser des systèmes optiques et électro-optiques contenant des éléments passifs et actifs.

**CONTENTS**

**Optique non-linéaire:** fréquences harmoniques, couplage paramétrique.

**Interférométrie:** cohérence spatiale, cohérence temporelle, interférométrie.

**Holographie:** réseau diffractif, stockage et lecture des images, hologrammes par réflexion et transmission.

**Speckle:** champ de speckle, propriétés statistiques, corrélation, décorrélation, interférométrie speckle, applications.

**Détection:** gain, bruit, rapport signal/bruit, détecteurs.

**Microscopie:** résolution, contraste, widefield, confocal, fluorescence, polarisation, multi-photons.

**OBJECTIFS**

The two courses Applied photonics I & II will give the student a broad and detailed knowledge of modern photonics. She/he will be able to design and analyze optical systems including both active and passive elements.

**CONTENU**

**Non-linear optics:** harmonics, parametric amplification.

**Interferometry:** spatial and temporal coherence, interferometry.

**Holography:** diffractive grating, image storage and retrieval, reflection holograms, transmission holograms.

**Speckle:** field of speckle, statistics, correlation, decorrelation, interferometry speckle, applications.

**Detectors:** gain, noise, signal to noise ration, detectors.

**Microscopy:** resolution, contrast, widefield, confocal fluorescence, polarization, multi-photon.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT**  
ex cathedra, exercices en classe

**BIBLIOGRAPHIE**

- B.A. Saleh and M.C. Teich, Fundamental of photonics (Wiley, 1991).  
A.K. Ghatak and K. Thyagarajan, Optical electronics (Cambridge, 1989).  
J.W. Goodman, Statistical optics (Wiley, 2000).  
J.W. Goodman, Introduction to Fourier optics (McGrawHill, 1996).  
M. Born and E. Wolf, Principles of optics (Pergamon, 1980).

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

*Préalable requis :* Photonique appliquée I  
*Préparation pour:*

**NOMBRE DE CREDITS**  
6

**SESSION D'EXAMEN**  
Automne

**FORME DU CONTROLE**  
Oral

<b>Titre</b>		<b>Lasers / Lasers</b>			
<b>Enseignant</b>		<b>René-Paul SALATHE, professeur EPFL/SMT, Markus POLLNAU et Thomas SIDLER, chargés de cours EPFL/SMT</b>			
<b>Section/Filière(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	42
Microtechnique/PA	7	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Cours	3
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Exercices	-
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Pratique	-

**OBJECTIFS**

Comprendre le fonctionnement d'un laser.  
Acquérir et approfondir des connaissances sur les différents types de lasers utilisés en micro-usinage et en médecine.

**GOALS**

To understand how lasers work. Obtain and deepen the knowledge about different types of lasers applied in micro-machining and medicin.

**CONTENU**

1. Introduction  
Rappel de quelques éléments optiques, description des faisceaux laser

2. Principes de laser  
Amplificateurs optiques, résonateurs, seuil laser, propriétés de la lumière

3. Comportement dynamique  
Oscillations de relaxation, mode déclenché, Cavity dumping, mode locking

4. Lasers à corps solides  
Excitation par lampe flash, excitation par diodes laser, laser rubis et néodyme

5. Laser à gaz  
Lasers He-Ne et CO<sub>2</sub>, lasers à ions (Ar, Kr), lasers excimer

6. Diodes laser  
Excitation par jonction p-n, diodes à hétérostructures, diodes array

7. Laser accordable  
Laser à colorant, laser à Ti:saphire

**CONTENTS**

1. Introduction  
Reminder of some elementary optics. Description of laser beams

2. Laser principles  
Optical amplifier, resonator, laser threshold, properties of laser light

3. Dynamic behaviour  
Relaxation oscillations, Q-switching, cavity dumping, mode-locking

4. Solid state lasers  
Flash lamp pumping, diode laser pumping, ruby and Neodymium lasers

5. Gas laser  
He-Ne and CO<sub>2</sub> lasers, ion lasers (Ar, Kr), excimer lasers

6. Diode lasers  
Excitation in a p-n junction, heterostructure diodes, diode arrays,

7. Tunable lasers  
Dye lasers, Ti:sapphire laser

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT**

Ex cathedra, expériences et exercices

**NOMBRE DE CREDITS**

3

**BIBLIOGRAPHIE**

B.A. Saleh, M.C. Teich, « Fundamental of Photonics », John Wiley & Sons  
R. Dändliker, Les lasers, principe et fonctionnement, PPUR 1996  
R. Poprawe, Laser Technik, CD Rom Rwth Aachen, 1998  
D. Dangoisse, D. Hannequin, V.Zehnle-Dhaoui, Les lasers, Dunod 1998

**SESSION D'EXAMEN**

Automne

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

*Préalable requis :*

*Préparation pour:* Micro-usinage par laser

**FORME DU CONTROLE**

Oral

<b>Titre</b> Optique TP / Optics lab.					
<b>Enseignant</b> René-Paul SALATHE, professeur EPFL/SMT					
<b>Section/Filière(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	28
Microtechnique/PA	8	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Cours	-
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Exercices	-
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Pratique	2

**OBJECTIFS**

Ces TP doivent permettre aux étudiants d'approfondir leurs connaissances des instruments optiques, des composants opto-électroniques et des méthodes d'analyse de l'optique moderne.

**GOALS**

This laboratory work allows students to deepen the understanding of optical instruments, optoelectronic devices and diagnostic methods.

**CONTENU**

1. Optique paraxiale
2. Biréfringence
3. Fibres optiques
4. Eléments optiques holographiques
5. Interférométrie holographique
6. Photodétecteurs
7. Sources à semi-conducteurs

**CONTENTS**

1. paraxial optics
2. birefringence
3. fiber optics
4. holographic optical elements
5. holographic interferometry
6. photodetectors
7. semiconductor LEDs and lasers

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT</b> Laboratoire	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 2
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> Fiches descriptives et photocopiés B.A. Saleh, M.C. Teich, « Fundamental of Photonics », John Wiley & Sons	<b>SESSION D'EXAMEN</b>
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS</b> <i>Préalable requis</i> : Optique appliquée I et II (II suivi en même temps) <i>Préparation pour</i> :	<b>FORME DU CONTROLE</b> Continu

<b>Titre</b> <b>Microélectronique II / Microelectronics II</b>				
<b>Enseignant</b> <b>Radivoje POPOVIC, professeur EPFL/SMT</b>				
<b>Section/Filière(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b> 28
Microtechnique/MNS	7	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine</b>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <b>Cours</b> 2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <b>Exercices</b> -
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <b>Pratique</b> -

**OBJECTIFS**

Les étudiants seront capables d'analyser les relations entre la structure des principaux dispositifs microélectroniques, la technologie de fabrication utilisée et leurs caractéristiques externes, ainsi que d'analyser le rôle et le comportement des dispositifs dans un circuit intégré.

**CONTENU**

**Composés intermétalliques et hétérojonctions** : Equilibre, caractéristique courant-tension, capacité.

**Transistor à effet de champ** : JFET, MESFET, à hétérojonction, HEMT, modèles.

**Transistor bipolaire** : Comportement aux courants faibles et élevés, claquage, miniaturisation, transistor à hétérojonctions, modèles.

**Transistor MOS** : Faible inversion, miniaturisation, champ électrique élevé, modèles, CMOS.

**Dispositifs passifs et parasites** : Résistances, condensateurs, bobines, diodes, effets parasites et leur prévention.

**Bruit** : Bruit thermique, de grenaille, de génération-recombinaison,  $1/f$ , bruit dans les circuits.

**Mémoires** : Principes de ROM, PROM, EPROM, EEPROM, DRAM, SRAM.

**Dispositifs à couplage de charge** : Principes, applications.

**Limites technologiques et physiques à la densité d'intégration** : Lithographie, isolation des composants, effets du champ électrique élevé, électromigration, dissipation de chaleur, rendement, fiabilité.

**Conception de circuit intégré** : Déroulement du projet, layout, règles de design, modélisation et simulation numérique, CAO.

**GOALS**

The students will be able to analyze the relationship between the structural properties of the most important microelectronic devices, their fabrication process, and their electrical characteristics. They will also be able to understand the function and the behaviour of these devices in integrated circuits.

**CONTENTS**

**Compound semiconductors and heterojunctions** : Equilibrium, current-voltage characteristics, capacitance.

**Field-effect transistors** : JFET, MESFET, heterojunction FETs, HEMT, electrical models.

**Bipolar transistor** : Low and high current behaviour, breakdown, down scaling, heterojunction bipolar transistor, electrical models.

**MOS transistor** : Weak inversion, down scaling, high electric field, electrical models, CMOS.

**Passive and parasitic devices** : resistances, capacitors, coils, diodes, parasitic effects and how to avoid them.

**Noise** : Thermal noise, shot noise, generation-recombination noise,  $1/f$  noise, noise in circuits.

**Memories** : working principles of ROM, PROM, EPROM, DRAM, SRAM.

**Charge-coupled devices** : Principles, applications.

**Technological and physical limits to integration density** : Lithography, device isolation, high electric field effects, electromigration, heat dissipation, yield, reliability.

**Integrated circuit design** : project outline, layout, design rules, numerical modeling and simulation, CAD.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT**  
Exposé oral, exercices, séminaires

**BIBLIOGRAPHIE**  
Notes polycopiées  
J. Singh : "Semi-conductor devices, basic principles", Wiley, 2001  
S.M. Sze : "Semiconductor Devices", J. Wiley & Sons, 2002

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**  
*Préalable requis* : Microélectronique I  
*Préparation pour* : Microélectronique et microsystèmes, labo

**NOMBRE DE CREDITS**  
2

**SESSION D'EXAMEN**  
Automne

**FORME DU CONTROLE**  
Oral

<b>Titre</b> Capteurs et microsystemes III/ Sensors and microsystems III					
<b>Enseignant</b> Philippe RENAUD, professeur EPFL/SMT					
<b>Section/Filière(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	
Microtechnique/MNS	8	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	28
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Cours	2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Exercices	-
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Pratique	-

**OBJECTIFS**

Présentation générale des effets physiques dominants et des lois d'échelle (scaling laws) qui s'appliquent lors de la miniaturisation des capteurs et des actionneurs dans les microsystemes. Montrer les limites dans les petites dimensions. Plusieurs exemples tirés d'articles de recherche sont présentés pour chaque cas.

**CONTENU**Introduction aux lois d'échelle

Effets de taille dans les systèmes mécanique et électriques classiques, limites des lois d'échelle, limite quantique.

Effets thermiques

Conduction, convection, dynamique, limites, micro-actionneurs thermiques, micro-réacteurs

Dispositifs mécaniques

Modèle masse-ressort, bruit mécanique, effets "squeeze film"

Dispositifs électriques

Micro-actionneurs électrostatiques, limites, capteurs "tunnel", bobines et inducteurs, micro-actionneurs électromagnétiques, magnétostriction, "beads" magnétiques

Micro-fluidique

Liquides, gaz, mélanges, tension de surface, "trappe" d'entropie

Electrocinétique

Diélectrophorèse, pompes EHD et MHD, électro-osmose, électrophorèse capillaire

\* le contenu peut être complété en cours de semestre

**GOALS**

Overview of the dominant physical effects and scaling of laws that applies when downsizing sensors and actuators in microsystems. Show the limits and breakdown of scaling laws in miniaturization.

Several examples taken from research articles are presented for each case.

**CONTENTS**Introduction to scaling laws

Scaling of classical mechanical systems, scaling of classical electrical systems, breakdown in scaling, quantum breakdown

Thermal effects

Conduction, convection, dynamics, breakdown, thermal micro-actuators, microreactors

Mechanical devices

Mass-spring model, mechanical noise, squeeze film effects

Electrical devices

Electrostatic micro-actuators, electrostatic breakdown, tunnel sensors, coils and inductors, electromagnetic micro-actuators, magnetostriction, magnetic beads

Microfluidics

Liquid flow, gas flow, mixing, surface tension, entropy trapping

Electrokinetics

Dielectrophoresis, EHD and MHD pumps, electrowetting, electroosmosis, capillary electrophoresis

\* additional topics can be introduced during the semester

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT</b> Exposé oral + discussions	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 2
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> Résumé de notes de cours (en anglais) et copies d'articles scientifiques G. Kovacz, Micromachined transducers handbook, McGrawHill, 1998 M. Madoux, fundamentals of microfabrication, CRC Press, 1998	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Automne
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS</b> <i>Préalable requis :</i> Capteurs et microsystemes I, II <i>Préparation pour :</i> Projet de diplôme et doctorat dans le domaine "microsystemes"	<b>FORME DU CONTROLE</b> Oral

<b>Titre</b> Technologies des microstructures III / Microstructure fabrication technologies III				
<b>Enseignant</b> Martin GIJS, professeur EPFL/SMT				
<b>Section/Filière(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b> 42
Microtechnique/MNS	7	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Cours 2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Exercices 1
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Pratique -

**OBJECTIFS**

Les technologies de microfabrication sont à la base de chaque réalisation ou application de microsystèmes. Ce cours vise à donner les notions de base de la vaste palette de procédés et technologies de microfabrication qui existent aujourd'hui, notamment les technologies de pointe utilisées hors salle blanche, ainsi que les techniques pour réaliser des dispositifs miniaturisés dans le domaine biomédical.

**GOALS**

Microfabrication technologies are at the heart of every realisation or application of microsystems. This course aims to provide the basic knowledge of the vast area of existing techniques, procedures and technologies of microfabrication, thereby going beyond classical clean room technologies. Also various techniques for the realisation of miniaturised systems for biomedical applications will be discussed.

**CONTENU**

1. Eléments de technologie du Si 'mainstream'
2. Micro-usinage de multicouches de poly-Si et optimisation des procédés
3. Technologies de soudage et collage
4. Electrodeposition et technique LIGA
5. Technologies de fabrication de biocapteurs
6. Microdispositifs de bioséparation
7. Microsystèmes biomédicaux industriels

**CONTENTS**

1. Elements of mainstream Si technology
2. Multilayer poly-Si micromachining and process optimisation
3. Bonding and gluing technology
4. Electroplating and the LIGA technique
5. Technologies for biosensor fabrication
6. Bioseparation microdevices
7. Industrial biomedical microsystems

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT**

Cours ex cathédra avec exercices en classe

**BIBLIOGRAPHIE**

Notes polycopiées  
M. Madou, Fundamentals of Microfabrication, CRC Press, Boca Raton (1998).

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

*Préalable requis* : Cours Technologie des microstructures I+II

*Préparation pour*: Projets de semestre et diplôme

**NOMBRE DE CREDITS**

3

**SESSION D'EXAMEN**

Automne

**FORME DU CONTROLE**

Oral

<b>Titre</b> Microélectronique et microsystèmes, labo / $\mu$ electronics & $\mu$ systems, lab					
<b>Enseignant</b> Philippe RENAUD et Radivoje POPOVIC, professeurs EPFL/SMT					
<b>Section/Filière(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	56
Microtechnique/MNS	7	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
	8	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Cours	-/-
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Exercices	-/-
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Pratique	2/2

**OBJECTIFS**

Acquérir une expérience pratique des techniques expérimentales en microélectronique et en microsystèmes. Exercer le sens critique par des simulations numériques des procédés de fabrication et du comportement électrique de composants intégrés. Apprendre à présenter un travail personnel.

**CONTENU**

- Technologie de micro-fabrication :
  - Réalisation d'un micro-actionneur thermique
  - Réalisation de concentrateurs magnétique
  - Assemblage de capteurs
- Composants microélectroniques (simulation et caractérisation électrique) :
  - MOSFET
  - Bruit dans les résistances et dans photodiodes
  - Reverse engineering d'un capteur à effet Hall
- Conception :
  - Layout et simulation analogique de circuits intégrés
  - Simulation par éléments finis de composants micromécaniques
- Composants micromécaniques (simulation et mesures) :
  - Micro-actionneurs
  - Capteur de pression piézorésistif
  - Accéléromètre capacitif

**GOALS**

Getting a practical experience of microelectronics and microsystems techniques. Training the mind to make critical analysis by numerical simulations of the fabrication processes and electrical behavior of integrated components. Learning to present your own work properly.

**CONTENTS**

- Micro-fabrication technologies :
  - Fabrication of a thermal micro-actuator
  - Fabrication of magnetic field concentrators
  - Sensors assembling
- Microelectronic components (simulation and electrical characterization) :
  - MOSFET
  - Noise in resistors and photodiodes
  - Reverse engineering of Hall effect device
- Conception :
  - Layout and analog simulation of integrated circuits
  - Finite element analysis of micromechanical components
- Micromechanical components (simulation and characterization) :
  - Microactuators
  - Piezoresistive pressure sensor
  - Capacitive acceleration sensor

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT**

Laboratoire, groupes de 2 étudiants, rapports écrits

**BIBLIOGRAPHIE**

Notices d'introduction d'expériences

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

Préalable requis : Capteurs et microsystèmes I, II ; Microélectronique I

Préparation pour:

**NOMBRE DE CREDITS**

4

**SESSION D'EXAMEN****FORME DU CONTROLE**

Continu

<b>Titre</b>	<b>Robotique - Microrobotique I, II / Robotics - Microrobotics I, II</b>			
<b>Enseignant</b>	<b>Hannes BLEULER, Reymond CLAVEL, professeurs EPFL/SMT, Charles BAUR, Mohamed BOURI, Jean-Marc BREGUET, chargés de cours EPFL/SMT</b>			
<b>Section/Filière(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b> 70
Microtechnique/RSA, TPr	7	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>
	8	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Cours</i> 3/2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Exercices</i> -/-
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Pratique</i> -/-

## GOALS

Acquérir les bases de la robotique nécessaires pour une compréhension approfondie de ce domaine. Un accent particulier sera mis sur les aspects robotique industrielle et robotique de haute précision (microrobotique); d'autres domaines tels que la robotique médicale seront abordés pour créer des ouvertures vers de nouveaux secteurs.

Les étudiants seront aptes à évaluer les situations pour lesquelles les systèmes robotiques seront avantageusement mis en oeuvre; ils seront capables de définir le cahier des charges et de proposer des solutions efficaces et originales. Ils seront capables de concevoir des systèmes robotisés nouveaux pour des applications novatrices. Ils seront aptes à modéliser et à contrôler ces machines.

## CONTENTS

### Introduction

Définitions, domaines d'application, poids économique  
Robots sériels, parallèles et hybrides

### Bases théoriques: modélisation et contrôle

Cinématique,  
Dynamique, contrôle

### Composants

Conception mécanique, périphérie  
Actionneurs, capteurs, systèmes de vision  
Commande, programmation

### Installations industrielles

Conception d'installations, évaluation des coûts

### Autres domaines d'applications

Microrobotique  
Applications médicales

### Ouverture sur l'avenir

## OBJECTIFS

To give the basics necessary for a deeper understanding of the field. Emphasis will be on industrial robotics, high precision and micro robotics. Service and medical robotics are introduced as examples of promising new application fields.

The course should enable students to identify situations where robots can bring in their full advantages, define specifications and make creative proposals for robotized installations embedded in complex systems.

They should be up to the task of designing new robots or microrobotic systems for specific applications or for emerging fields. They should know how to establish mathematical models and how to design robot controllers.

## CONTENU

### Introduction

Definitions, application areas, economic aspects  
Serial, parallel link robots and hybrid robots

### Mathematical modeling and control

Kinematics  
Dynamics and control

### Components

Mechanical design; peripherals  
Actuators, sensors, vision systems  
Control, programming

### Industrial robotics

Design of an installation, cost estimation

### Other application fields

Microrobotics  
Medical applications

### Outlook, future trends

### FORME DE L'ENSEIGNEMENT

Cours ex cathedra + exercices

### BIBLIOGRAPHIE

Polycopié « Robotique – Microrobotique »

### LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

*Préalable requis* : Syst. vibratoires, Automatique I,II, Comp. de la Mt  
*Préparation pour*: Projet de semestre et de master

### NOMBRE DE CREDITS

5

### SESSION D'EXAMEN

Automne

### FORME DU CONTROLE

Oral

<b>Titre</b> <b>Techniques d'assemblage I, II / Assembly techniques I, II</b>					
<b>Enseignant</b> <b>Jacques JACOT, professeur EPFL/SMT</b>					
<b>Section/Filière(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	<b>56</b>
Microtechnique/TPr	7	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
	8	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Cours	2/2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Exercices	-/-
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Pratique	-/-

## GOALS

Ce cours porte sur 2 semestres.

Les objectifs de cet enseignement sont les suivants:

- donner des connaissances sur les principales techniques utilisées dans l'assemblage de produits microtechniques
- sensibiliser les étudiants aux problèmes des flux des matériaux et des composants dans une fabrication de produits industriels
- former les étudiants à des méthodes rigoureuses de conception et d'analyse d'installations de fabrication et d'assemblage

## CONTENTS

Introduction à l'assemblage industriel

Les spécificités de l'assemblage en microtechnique

Les techniques d'attachement

Les manipulateurs et les robots d'assemblage

Les systèmes de transfert destinés aux chaînes d'assemblage

Les distributeurs de composants

Les flux de produits dans les installations d'assemblage

Les spécificités du micro-assemblage, comment construire un modèle idoine

La maîtrise des coûts de production

Pendant la seconde partie du second semestre, nous réalisons par groupes de 3 à 4 étudiants des petits projets d'application de conception d'installations d'assemblage pendant les heures de cours, avec présentation des étudiants sur transparents et débats des idées proposées

Le cours est illustré par des vidéos d'installations d'assemblage qui servent de bases aux exercices de groupes.

## OBJECTIFS

Build up knowledge in

- Assembly techniques for microengineering products
- Production flux problems
- Systematic planning and design methods for assembly lines

## CONTENU

(see french description)

- Elements of production management
- Cost aspects

Project teams of 3-4 students in second part of course

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT</b> Exposé oral, étude de cas	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 4
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> Polycopié	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Automne
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS</b> <i>Préalable requis</i> : Industrialisation <i>Préparation pour</i> :	<b>FORME DU CONTROLE</b> Oral

<b>Titre</b> Assemblage et robotique TP / Assembly & robotics lab.					
<b>Enseignant</b> Hannes BLEULER, Jacques JACOT, Peter RYSER, professeurs EPFL/SMT					
<b>Section/Filière(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	28
Microtechnique/TPr	7	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Cours	-
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Exercices	-
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Pratique	2

**GOALS**

Mettre en pratique et donner un aspect concret aux notions vues au cours "Assemblage I, II, III" et "Robotique I, II". Dispenser un minimum de savoir-faire dans le domaine de la mise en oeuvre d'installations automatisées.

**CONTENTS**

- Réalisation d'une série d'opérations d'assemblage avec un robot industriel
- Commande de robot; application au robot parallèle DELTA
- Commande de robot ; mouvements dans l'espace à 6 degrés de liberté avec robot ABB
- Assemblage élémentaire avec un robot industriel
- Repérage de position par système de vision et programmation d'un robot ADEPT
- Mise en évidence des possibilités et des limites des systèmes de vision
- Modélisation et pilotage d'un stock tampon
- Etude expérimentale du comportement d'un *bol vibrant* : types de marche, comportement stochastique des pièces
- Simulation par simulateur événementiel SIMAS d'une ligne d'assemblage donnée
- Réalisation d'un circuit en technologie couche épaisse
- Analyse d'images sur systèmes de vision
- Saisie d'images à haute cadence pour de la mesure dimensionnelle
- Analyse fonctionnelle de moto-réducteurs assemblés.

**OBJECTIFS**

Concretize the topics of lectures "Assemblage I, II,III" and "Robotique I, II". Some base basics of practical realizations of automated assembly lines.

**CONTENU**

- Basic assembly operations
- Robot control applications
- Elementary assembly with robot
- Robot welding
- Position reference for vision system
- Buffer stock
- Vibrating conveyor
- Simulation of assembly line

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT</b> Travail par groupe de 2 personnes sur des installations du LSRO et du LPM à raison d'une séance de 4h chaque 2 semaines. Evaluation principale dans la dernière demi-heure du TP + rapport écrit à rendre 1 semaine après la fin du travail.	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 2
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> Notice d'introduction pour chaque manipulation	<b>SESSION D'EXAMEN</b>
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS</b> <i>Préalable requis</i> : Composants de la microtechnique, Conception de produits et systèmes, Industrialisation, Capteurs et $\mu$ systèmes <i>Préparation pour</i> :	<b>FORME DU CONTROLE</b> Continu

<b>Titre</b> <b>Robotique - Microrobotique I, II / Robotics - Microrobotics I, II</b>					
<b>Enseignant</b> <b>Hannes BLEULER, Reymond CLAVEL, professeurs EPFL/SMT, Charles BAUR, Mohamed BOURI, Jean-Marc BREGUET, chargés de cours EPFL/SMT</b>					
<b>Section/Filière(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	70
Microtechnique/RSA, TPr	7	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
	8	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Cours	3/2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Exercices	-/-
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Pratique	-/-

## GOALS

Acquérir les bases de la robotique nécessaires pour une compréhension approfondie de ce domaine. Un accent particulier sera mis sur les aspects robotique industrielle et robotique de haute précision (microrobotique); d'autres domaines tels que la robotique médicale seront abordés pour créer des ouvertures vers de nouveaux secteurs.

Les étudiants seront aptes à évaluer les situations pour lesquelles les systèmes robotiques seront avantageusement mis en oeuvre; ils seront capables de définir le cahier des charges et de proposer des solutions efficaces et originales. Ils seront capables de concevoir des systèmes robotisés nouveaux pour des applications novatrices. Ils seront aptes à modéliser et à contrôler ces machines.

## CONTENTS

### Introduction

Définitions, domaines d'application, poids économique  
Robots sériels, parallèles et hybrides

### Bases théoriques: modélisation et contrôle

Cinématique,

Dynamique, contrôle

### Composants

Conception mécanique, périphérie

Actionneurs, capteurs, systèmes de vision

Commande, programmation

### Installations industrielles

Conception d'installations, évaluation des coûts

### Autres domaines d'applications

Microrobotique

Applications médicales

### Ouverture sur l'avenir

## OBJECTIFS

To give the basics necessary for a deeper understanding of the field. Emphasis will be on industrial robotics, high precision and micro robotics. Service and medical robotics are introduced as examples of promising new application fields.

The course should enable students to identify situations where robots can bring in their full advantages, define specifications and make creative proposals for robotized installations embedded in complex systems.

They should be up to the task of designing new robots or microrobotic systems for specific applications or for emerging fields. They should know how to establish mathematical models and how to design robot controllers.

## CONTENU

### Introduction

Definitions, application areas, economic aspects  
Serial, parallel link robots and hybrid robots

### Mathematical modeling and control

Kinematics

Dynamics and control

### Components

Mechanical design; peripherals

Actuators, sensors, vision systems

Control, programming

### Industrial robotics

Design of an installation, cost estimation

### Other application fields

Microrobotics

Medical applications

### Outlook, future trends

### FORME DE L'ENSEIGNEMENT

Cours ex cathedra + exercices

### BIBLIOGRAPHIE

Polycopié « Robotique – Microrobotique »

### LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Syst. vibratoires, Automatique I,II, Comp. de la Mt

Préparation pour: Projet de semestre et de master

### NOMBRE DE CREDITS

5

### SESSION D'EXAMEN

Automne

### FORME DU CONTROLE

Oral

<b>Titre</b> <b>Modélisation Dynamique / Modeling of Dynamic Systems</b>					
<b>Enseignant</b> <b>Max HONGLER, Yves PERRIARD, Roland SIEGWART, professeurs EPFL/SMT</b>					
<b>Section/Filière(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	42
Microtechnique/RSA	8	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Cours</i>	3
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Exercices</i>	-
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Pratique</i>	-

**OBJECTIFS**

L'objectif global du cours est de donner une base théorique et une approche pratique à la modélisation des systèmes de mécatroniques.

**GOALS**

The goal of the course is to give a theoretical base and practical examples for the modeling of mechatronics systems.

**CONTENU**

- Rappels de quelques concepts de base de la mécanique analytique, coordonnées généralisées, les liaisons holonomes, non-holonomes, équations de Lagrange, équations de Hamilton. Afin d'illustrer les éléments théoriques, nous traiterons explicitement les exemples suivants: le pendule de Foucault (systèmes de coordonnées), l'encensoir paramétrique de Saint-Jacques de Compostelle, (formalisme Lagrangien).
- Les systèmes dynamiques avec des contraintes non-holonomes et en particulier les systèmes "vibro-impact". Les exemples suivants seront traités: le bruit de denture dans les engrenages, le distributeur vibrant dans les installations d'assemblage et les systèmes à échappement (montres).
- Modélisation de l'influence du bruit extérieur sur les systèmes dynamiques. Utilisation de l'équation de Fokker-Planck.
- Différents exemples de systèmes mécatroniques seront présentés et discutés en détail, par exemple la modélisation d'un rotor élastique, d'un hélicoptère et d'un moteur linéaire.
- Des exercices résolus seront présentés pour chacune des composantes énumérées ci-dessus.

**CONTENTS**

- Repetition of some basic concept of analytical mechanics, generalized coordinates, holonomic and non-holonomic connections and Lagrange and Hamilton equation. The theory will be demonstrated through following examples: The pendulum of Foucault and the parametric excitation of Saint-Jacques de Compostelle.
- Modeling of dynamical systems with non-holonomic constraints and especially the vibro-impact dynamics. The following examples will be treated: Teeth noise in a gears, vibration table in assembly lines and mechanical watch movements.
- Modeling of the influence of external noise on the systems dynamics. Application of the Fokker-Planck equation.
- Various examples of mechatronics systems will be presented and discussed, e.g. modeling of elastic rotors, helicopters and linear motors.
- Solutions for all the examples will be presented and discussed

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT</b> Cours ex cathedra et exercices	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 3
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> Polycopié Livre: Analytical Dynamics, Haim Baruh, McGRAW-Hill	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Automne
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS</b> <i>Préalable requis :</i> <i>Préparation pour:</i>	<b>FORME DU CONTROLE</b> Oral

<b>Titre</b> TP robotics / Robotics Lab				
<b>Enseignant</b> Aude BILLARD, Dario FLOREANO, Roland SIEGWART, professeurs EPFL/SMT				
<b>Section/Filière(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b> 42
Microtechnique/RSA	7	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Cours -
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Exercices -
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Pratique 3

**OBJECTIFS**

L'objectif de cette série de TP est d'apprendre l'application de méthodes de contrôle pour différents robots, qu'ils soient de type industriels, mobiles autonomes, périphériques ou interactifs. La théorie et les méthodes utilisées dans cette série de TP couvrent une large plage de sujets incluant le contrôle précis de robots, le contrôle basé sur la vision, la robotique bio-inspirée, la robotique comportementale et les petits robots humanoïdes. Les étudiants utiliseront différents programmes et robots disponibles dans le laboratoire.

**CONTENU**

1. Commande de robot: Mouvements dans l'espace à 6 degrés de liberté avec un robot industriel
2. Commande de robot: application au robot parallèle DELTA
3. Optimisation de soudage par robot
4. Repérage de position par système de vision et programmation d'un robot ADEPT
5. Contrôle visuo-moteur pour le mini robot humanoïde Robota
6. Contrôle du robot Robota
7. Contrôle de mouvement de robot mobile non-holonyme
8. Identification et contrôle d'un rotor de palier magnétique
9. Vision bio-inspirée pour la navigation autonome de robots : le cas de la mouche
10. Contrôle de robots basé sur le concept de comportement (behavior-based robotics)

**GOALS**

The goal of this lab series is to learn how to apply control methods for a variety of robots, ranging from industrial robots to autonomous mobile robots, to robotic devices, all the way to interactive robots. The theory and methods covered in this lab series span a wide range of subjects. These include precise robot control, modeling and system identification, control of mobile robots, vision-based control and bio-inspired vision, behavior-based control, and small humanoid robots. Students will use a variety of software and robots available in the lab.

**CONTENTS**

1. Robot control: Motion in space with 6-degree of freedom industrial robot
2. Robot control: application to parallel robot DELTA
3. Optimisation of robotic soldering
4. Vision-based position reckoning and programming of robot ADEPT
5. Visuo-motor control of humanoid mini-robot Robota
6. Control of Robota
7. Control of movement for non-holonomic robots
8. Identification and control of magnetic bearings
9. Bio-inspired vision for autonomous mobile robots : the case of the fly.
10. Behavior-based robot control

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT</b> Cours ex cathedra, exercices, travail sur robots mobiles	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 3
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> Polycopié	<b>SESSION D'EXAMEN</b>
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS</b> <i>Préalable requis</i> : Robotique/Microrobotique <i>Préparation pour</i> :	<b>FORME DU CONTROLE</b> Continu

<b>Titre</b>		<b>Applied Machine Learning / Algorithmes d'apprentissage et leurs applications</b>			
<b>Enseignant</b>		<b>Aude BILLARD, professeur EPFL/SMT</b>			
<b>Section/Filière(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	<b>56</b>
Microtechnique/RSA	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Cours	2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Exercices	-
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Pratique	2

**GOALS**

High degrees of freedom autonomous robots must cope with a large dataset of dynamic variables, which cannot be well approximated by classical or deterministic models. This course will give an overview of a number of alternative methods from Machine Learning that have been proven successful for the analysis of non-linear, highly noisy and correlated data. Students will familiarize themselves with each method through short hands-on practical. The course will be evaluated through a final exam (50% grade) and through the reports following each practical (50% grade).

**OBJECTIFS**

Le contrôle de robots autonomes à multiples degrés de liberté implique la résolution de systèmes multivariates, soumis à une dynamique temporelle non linéaire, qui ne trouvent pas de solutions avec des méthodes d'analyses dites classiques ou déterministes. Ce cours fait une revue d'un certain nombre de méthodes alternatives dites *Outils d'apprentissage*, applicable avec à l'analyse de données non-linéaires, fortement bruitées et corrélées. Les étudiants se familiariseront avec chaque méthode au travers de travaux pratiques courts. Le cours sera évalué sous la forme d'un examen (50% de la note) et de rapports de TP (50%).

**CONTENTS**

- Classifiers: K-means clustering, PCA, ICA
- Artificial Neural Networks I: Associative Memory, SOM, Hopfield, Kohonen
- Artificial Neural Network II: Recurrent Neural Network, Time-Delay Neural Networks, Spiking Neurons
- Discrete, Continuous and Hierarchical Hidden Markov Models
- Bayesian Learning, Bayesian Classifiers, Particle Filters
- Reinforcement Learning

**CONTENU**

- Méthodes de classification: K-means clustering, PCA, ICA
- Réseaux de neurones artificiels I : Mémoire associative, SOM, Réseaux de Hopfield, Réseau de Kohonen
- Réseaux de neurones artificiels II: Réseaux récurrents, réseaux à délai temporel, réseaux de spikes.
- Models de markov caches discrets, continues et hiérarchiques.
- Apprentissage Bayésien, Classificateurs bayésiens, Filtres de Particules
- Apprentissage par renforcement

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT**

Ex-cathedra, travaux pratiques

**BIBLIOGRAPHIE**

Polycopié + lectures recommandées

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

*Préalable requis* : Cours de programmation en C/C++

*Préparation pour:*

**NOMBRE DE CREDITS**

4

**SESSION D'EXAMEN**

Printemps

**FORME DU CONTROLE**

50% note examen, 50% travaux pratiques

<b>Titre</b>		<b>Modélisation de systèmes analogiques et mixtes / Analog and mixed-signal systems model-ling</b>			
<b>Enseignant</b>		<b>Alain VACHOUX, chargé de cours EPFL/SEL</b>			
<b>Section/Filière(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	<b>28</b>
Microtechnique/MNS	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Cours	2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Exercices	-
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Pratique	-

## OBJECTIFS

- Etre capable de créer des modèles VHDL-AMS de composants analogiques et mixtes pour la simulation.
- Etre capable de créer des modèles de test et d'appliquer des techniques de vérification.
- Acquérir des règles de modélisation.
- Disposer d'une bibliothèque de modèles VHDL-AMS.
- Obtenir une connaissance pratique d'un outil de simulation VHDL-AMS.
- Situer VHDL-AMS par rapport à d'autres langages (Verilog-AMS, SystemC-AMS)

## CONTENU

### Introduction

Notion de modèle et de langages de description de matériel. Techniques de la simulation analogique et mixte.

### Le langage VHDL-AMS

Caractéristiques de VHDL-AMS (langage, flot de conception, règles de modélisation). Organisation d'un modèle VHDL-AMS. Modélisation comportementale et structurelle analogique et mixte.

### Modélisation de composants analogiques

Primitives électriques. Amplificateur opérationnel, OTA. Filtres. PLL. Modèles de test et techniques de vérification.

### Modélisation de composants mixtes

Interfaces A/N et N/A. Convertisseurs A/N et N/A. PLL. CDR. Modèles de test et techniques de vérification.

### VHDL-AMS vs. Verilog-AMS et SystemC-AMS

Caractéristiques des langages Verilog-AMS et SystemC-AMS avec exemples. Comparaison avec VHDL-AMS. Techniques de modélisation communes.

## GOALS

- To be able to create VHDL-AMS models of analog and mixed-signal components for simulation.
- To be able to create testbench models and to use verification techniques.
- To learn modeling guidelines.
- To develop a reference library of VHDL-AMS models.
- To get a working knowledge of a VHDL-AMS simulation tool.
- To position VHDL-AMS with respect to other hardware description languages (Verilog-AMS, SystemC-AMS).

## CONTENTS

### Introduction

Models in electronic design automation. Hardware description languages. Analog and mixed-signal simulation techniques.

### The VHDL-AMS language

VHDL-AMS characteristics (language, design flow, modelling guidelines). VHDL-AMS model organization. Behavioural and structural VHDL-AMS modelling.

### Modelling of analog components

Electrical primitives. Operational amplifier, OTA. Filters. PLL. Testbenches and verification techniques.

### Modelling of mixed-signal components

A/D and D/A interfaces. A/D and D/A converters. PLL. CDR. Testbenches and verification techniques.

### VHDL-AMS vs. Verilog-AMS and SystemC-AMS

Verilog-AMS and SystemC-AMS characteristics with examples. Comparison with VHDL-AMS. Common modelling techniques.

## FORME DE L'ENSEIGNEMENT

Cours avec exemples et exercices pratiques intégrés

## BIBLIOGRAPHIE

Notes polycopiées, précis de syntaxe VHDL-AMS

## LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

*Préalable requis :* Outils informatiques (module VHDL)  
Modélisation de systèmes numériques

*Préparation pour:*

## NOMBRE DE CREDITS

2

## SESSION D'EXAMEN

Eté

## FORME DU CONTROLE

Oral

<b>Titre</b>		<b>Analyse de produits et systèmes / Conceptual design of products and systems</b>			
<b>Enseignant</b>		<b>Radivoje POPOVIC, professeur EPFL/SMT et Pavel KEJIK, chargé de cours EPFL/SMT</b>			
<b>Section/Filière(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	<b>28</b>
Microtechnique/MNS	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Cours	2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Exercices	-
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Pratique	-

**OBJECTIFS**

Les étudiants seront capables d'analyser et d'évaluer des produits microtechniques complexes (identification des éléments d'un système et de leurs fonctions, relation et organisation mutuelles).

**GOALS**

The students will be able to analyse and evaluate complex microtechnology products (identification of the components of a system and their functions, mutual relation and organization).

**CONTENU**

Chapitres choisis de systèmes microtechniques sous forme d'études de cas. Les cas présentés sont des produits industriels récents et concrets. L'analyse de ces produits demande une synthèse et l'application des connaissances de plusieurs disciplines que les étudiants ont acquises au cours de leurs études (physique, mécanique, matériaux, électronique, optique, informatique, méthodologie de conception, etc.).

**CONTENTS**

Analysis of selected topics of microtechnology systems in the form of case studies. the presented cases are recent and concrete industrial products. the analysis of these products requires a synthesis and the application of interdisciplinary knowledge that the students have acquired during their studies (physics, mechanics, material sciences, electronics, optics, computer science, design methodology, etc.).

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT</b> Exposé oral, discussions, séminaires	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 2
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> Feuilles photocopiées	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Eté
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS</b> <i>Préalable requis</i> : Conception de produits et systèmes I, II <i>Préparation pour</i> :	<b>FORME DU CONTROLE</b> Oral

<b>Titre</b> Audio I / Audio engineering I					
<b>Enseignant</b> Mario ROSSI, professeur EPFL/SEL et Hervé LISSEK, chargé de cours EPFL/SEL					
<b>Section/Filière(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	28
Microtechnique/MNS, PA	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Cours	2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Exercices	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Pratique	

**OBJECTIFS**

Maîtriser les bases fondamentales, les modèles et les méthodes de l'Audio.

Etre capable de modéliser et de dimensionner un dispositif ou un système Audio.

Connaître les principales techniques de l'Audio et savoir en concevoir et réaliser les différents dispositifs, appareils et transducteurs.

**CONTENU**

L'Audio est l'ensemble des techniques du son et concerne les différents procédés, appareils et systèmes pour la production, la transmission, la mesure et l'enregistrement des sons. Ce cours propose de solides bases pour l'étude et la conception des systèmes audio. Un juste équilibre entre théories et applications permet la maîtrise des problèmes sous leurs principaux aspects. Des exemples et démonstrations illustrent les techniques et méthodes proposées. Les applications et procédés, des classiques aux plus modernes, sont décrits, des concepts de base aux réalisations pratiques.

**Ce premier semestre est consacré aux aspects essentiels des chapitres suivants:**

- Notions fondamentales
- Homme et sons
- Enregistrement du son
- Audionumérique

**GOALS**

Master the audio basics, models and methods.

Be able to model and design an audio device or system.

Acquire knowledge of the main audio techniques and know how to conceive and design different devices, apparatus and transducers.

**CONTENTS**

Audio is the whole range of techniques related to sounds and involves the different processes, equipment and systems for the production, transmission, measurement and recording of sound. This course provides a solid basis for the design of audio equipment. An appropriate balance between theory and applications leads to a thorough grasp of the main aspects of the problems. Examples and demonstrations illustrate the techniques and methods proposed. The applications and processes, from classical methods to the most recent ones, are described from the basic concept right up to the practical applications.

**This first semester is devoted to the essential aspects of the following chapters:**

- Fundamental concepts
- Humans and sound
- Sound recording
- Digital audio

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT**

Ex cathedra avec démonstrations, exemples et exercices

**BIBLIOGRAPHIE**

"Electroacoustique" volume XXI du Traité d'Electricité de l'EPFL

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

Préalable requis :

Préparation pour: Audio II

**NOMBRE DE CREDITS**

Cf Audio II

**SESSION D'EXAMEN**

Eté

**FORME DU CONTROLE**

Oral

<b>Titre</b> <b>Audio II / Audio engineering II</b>				
<b>Enseignant</b> <b>Mario ROSSI, professeur EPFL/SEL et Hervé LISSEK, chargé de cours EPFL/SEL</b>				
<b>Section/Filière(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b> 28
Microtechnique/MNS, PA	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Cours</i> 2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Exercices</i> -
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Pratique</i> -

**OBJECTIFS**

Maîtriser les bases fondamentales, les modèles et les méthodes de l'Audio.

Etre capable de modéliser et de dimensionner un dispositif ou un système Audio.

Connaître les principales techniques de l'Audio et savoir en concevoir et réaliser les différents dispositifs, appareils et transducteurs.

**CONTENU**

L'Audio est l'ensemble des techniques du son et concerne les différents procédés, appareils et systèmes pour la production, la transmission, la mesure et l'enregistrement des sons. Ce cours propose de solides bases pour l'étude et la conception des systèmes audio. Un juste équilibre entre théories et applications permet la maîtrise des problèmes sous leurs principaux aspects. Des exemples et démonstrations illustrent les techniques et méthodes proposées. Les applications et procédés, des classiques aux plus modernes, sont décrits, des concepts de base aux réalisations pratiques.

**Ce second semestre est consacré aux aspects essentiels des chapitres suivants:**

- Transducteurs électroacoustiques
- Haut-parleurs et systèmes haut-parleurs
- Microphones
- Enregistrement

**GOALS**

Master the audio basics, models and methods.

Be able to model and design an audio device or system.

Acquire knowledge of the main audio techniques and know how to conceive and design different devices, apparatus and transducers.

**CONTENTS**

Audio is the whole range of techniques related to sounds and involves the different processes, equipment and systems for the production, transmission, measurement and recording of sound. This course provides a solid basis for the design of audio equipment. An appropriate balance between theory and applications leads to a thorough grasp of the main aspects of the problems. Examples and demonstrations illustrate the techniques and methods proposed. The applications and processes, from classical methods to the most recent ones, are described from the basic concept right up to the practical applications.

**This second semester is devoted to the essential aspects of the following chapters:**

- Electroacoustic transducers
- Loudspeakers and loudspeaker systems
- Microphones

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT**

Ex cathedra avec exemples et démonstrations

**BIBLIOGRAPHIE**

« Audio » PPUR, à paraître fin 2004

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

Préalable requis : Audio I

Préparation pour:

**NOMBRE DE CREDITS**

4

**SESSION D'EXAMEN**

Été

**FORME DU CONTROLE**

Oral

<b>Titre</b> Molecular and Cellular Biotechnology I, II - Introduction / Biotechnologie Moléculaire et Cellulaire I, II - Introduction					
<b>Enseignant</b> Florian WURM, professeur EPFL/SCGC					
<b>Section/Filière(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	28
Microtechnique/Toutes	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	• Cours	2/2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Exercices	-/-
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Pratique	-/-

**GOALS**

The goal of the course is to give an introduction to selected fields in classical molecular and cellular biotechnology. Applications in industries as diverse as Pharma, Agriculture, Environmental, Communication and Artificial Intelligence will be discussed.

**CONTENTS**

The course will provide insights into principles, structures and functionalities of biological systems, taking into consideration human evolution and the overall impact of human activity on global environments. A strong emphasis in the course is the molecular biology of the cell. A small number of breakthrough discoveries in Biology (DNA-structure and function, DNA cloning technologies, mammalian cell culture and animal cloning, DNA and protein analytics and gene transfer to cells and organisms) will be treated and transmitted to the students using also demonstrative experiments and biological specimen. Three important and interlinked areas of work provide new concepts to molecular and cellular Biotechnology: a) genetic engineering, b) genomics/proteomics and c) cellular and developmental biology.

Products and services recently created and emerging from these industries will be discussed and elaborated on.

Ethical issues of interest and in connection with topics in biotechnology will be discussed.

**OBJECTIFS**

L'objectif de ce cours est de donner une introduction et une vue d'ensemble de la biotechnologie moléculaire et cellulaire par des exemples précis, qui sont appliqués actuellement dans les différents secteurs de l'économie comme la pharmacie, l'agriculture, l'environnement, la communication et l'intelligence artificielle.

**CONTENU**

Le cours comprendra initialement une introduction sur les principes fondamentaux, les structures et fonctionnalités des systèmes biologiques prenant en compte l'évolution de l'homme et l'impact global de l'activité humaine sur l'environnement. Une grande partie de ce cours est basé sur la biologie moléculaire de la cellule. Cette connaissance vient d'un nombre restreint de découvertes de pointe qui ont été faites en biologie (structure et fonction de l'ADN, techniques de clonage de l'ADN, cultures de cellules mammifères et clonage des animaux, analyse de l'ADN et des protéines, transfert des gènes aux cellules et organismes). Ces découvertes de pointe, qui comprennent certaines expériences et spécimens biologiques clés, seront également abordées. Les trois domaines suivants ont donné des concepts nouveaux à la biotechnologie moléculaire et cellulaire: le génie génétique, « genomics/proteomics », la biologie cellulaire et la biologie du développement.

Les divers produits et services créés et émergents de ces industries seront discutés et élaborés. Des questions morales d'intérêt en rapport avec des sujets en biotechnologie seront également abordées.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT</b> ex cathedra	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 4
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> Glick, Pasternak: Molecular Biotechnology, ASM Press Campbell: Biology, Benjamin Cummings	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Eté
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS</b> <i>Préalable requis</i> : Connaissances en chimie organique <i>Préparation pour</i> :	<b>FORME DU CONTROLE</b> Ecrit

<b>Titre</b>	<b>Cellules solaires et macroélectroniques / Solar cells and macro-electronics</b>			
<b>Enseignant</b>	<b>Arvind SHAH, professeur EPFL/SMT et UNI-NE</b>			
<b>Section/Filière(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>
Microtechnique/MNS, RSA	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Cours 2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Exercices -
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Pratique -

**OBJECTIFS**

- Approfondir les cellules solaires photovoltaïques, leur fonctionnement et leurs applications
- Introduire d'autres applications existantes ou potentielles de la "macro-électronique" basées sur des couches minces semi-conductrices.
- Montrer quelques propriétés physiques fondamentales liées aux semi-conducteurs en couches minces amorphes (et polycristallines).
- Donner une introduction à la déposition de couches minces et aux méthodes assistées par plasma.

**CONTENU****Cellules solaires photovoltaïques :**

Principe de fonctionnement, limitations, rendement de conversion, procédés et coûts de fabrication, énergie grise, cellules solaires en couches minces (notamment en silicium amorphe et microcristallin).

**"Macro-électronique" :**

- Couches minces photoconductrices : Principes, limitations, application en xérographie (photocopieuses et imprimantes laser).
- Autres applications : des couches minces de silicium : transistors à couches minces, affichages et écrans à cristaux liquides avec matrice active, valves optiques, matrices de photodiodes, détecteurs de rayons X.

**Bases physiques :**

Structures amorphe et polycristalline; quelques principes des matériaux amorphes : transition vitreuse, désordre structurel et queues de bande, liaisons brisées; absorption optique.

**Fabrication de couches minces :**

"Physical Vapour Deposition (PVD)" et "Chemical Vapour Deposition" (CVD) avec accent sur les méthodes assistées par *plasma*; introduction brève aux "plasmas froids"; techniques pour la production industrielle (sputtering, plasma-CVD, attaque sèche) y.c. aspects économiques de la production.

**GOALS**

- In-depth study of photovoltaic solar cells, their functioning and their applications
- Introduction of existing and potential applications of "macro-electronics", i.e. of large-area electronics based on semiconductor thin-films
- Demonstration of certain fundamental physical properties of thin-film semiconductors and especially of amorphous semiconductors
- Introduction to principles of thin-film deposition, with emphasis on plasma-assisted methods.

**CONTENTS****Photovoltaic solar cells :**

Principles of operation, limitations, conversion efficiency, fabrication processes, cost and energy payback time, thin-film solar cells (especially with amorphous and microcrystalline silicon).

**Large area electronics ("macro-electronics") :**

- Photoconductive thin-films : Principles and limitations, application in xerography (for photocopiers and laser printers)
- Other applications of thin-film silicon : thin-film transistors (TFT's), liquid crystal displays with active matrix, optical "image amplifiers" (optically addressed spatial light modulators), photodiode arrays, X-ray detectors

**Physical Fundamentals :**

Amorphous and polycrystalline material structures; some physical concepts pertaining to amorphous materials: glass transition, structural disorder and bandtails, dangling bonds, optical absorption.

**Fabrication of Thin Films :**

Physical Vapour Deposition (PVD) and Chemical Vapour Deposition (CVD), with special emphasis on *plasma*-assisted methods; elementary introduction to cold plasmas; methods used in Industrial production (sputtering, plasma-CVD, plasma etching) incl. Economical aspects of large-scale production.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT**

Cours ex cathedra avec quelques exercices en classe et visite(s) de laboratoire(s)

**BIBLIOGRAPHIE**

Polycopié "Matériaux électroniques amorphes" (surtout Vol. 2 - "Cellules solaires et Macroélectronique")

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

*Préalable requis :*

*Préparation pour:*

**NOMBRE DE CREDITS**

2

**SESSION D'EXAMEN**

Printemps

**FORME DU CONTROLE**

Oral

<b>Titre</b> <b>Circuits intégrés analogiques / Analog integrated circuits</b>					
<b>Enseignant</b> <b>Maher KAYAL, professeur EPFL/SEL</b>					
<b>Section/Filière(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	28
Microtechnique/MNS	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Cours	2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Exercices	-
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Pratique	-

**OBJECTIFS**

L'étudiant sera capable de concevoir des circuits intégrés analogiques (et les parties analogiques de circuits VLSI). Pour cela, il maîtrisera les structures des dispositifs et les circuits de base utilisés en technologies bipolaires et MOS, ainsi que les principes à respecter lors de leur implantation dans le layout.

**CONTENU**

**Principes fondamentaux:** représentation des signaux, insensibilité aux paramètres physiques et technologiques, principe de similitude et règles d'appariement.

**Circuits analogiques**

Etude de différentes configurations, méthodologie de conception, limitations spécifiques, implémentations et exemples d'utilisation des circuits suivants:

- ó Amplificateurs à transconductance (OTA).
- ó Amplificateurs opérationnels (Amp-Op)
- ó Comparateurs.

**Source de tension de référence:** tensions à disposition et circuits permettant de les extraire.

**Sources de courant de référence:** circuits basés sur différents principes; convertisseurs tension-courant.

**Capacités commutées:** principe, insensibilité aux capacités parasites et à la tension d'offset.

**GOALS**

The student will be able to design analog integrated circuits (and the analog parts of VLSI circuits). He will master the device structures and the basic circuits used in bipolar and MOS technologies, as well as the basic principles underlying their correct layout.

**CONTENTS**

**Fundamental principles:** signal representation, insensibility to process and to physical parameters, principle of similarity and rules for optimum matching.

**Analog circuits**

Studies of different topologies, design methodologies and tradeoffs, specific limitation, implementation and design examples of the following circuits:

- ó Operational transconductance amplifier (OTA)
- ó Operational amplifier (Op Amp).
- ó Comparators.

**Voltage reference:** available voltage sources and circuits to extract them.

**Current references:** circuits based on various principles; voltage to current converters.

**Switched capacitors:** principle, insensitivity to parasitic capacitors and to amplifier offset.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT**

Cours ex. cathedra

**BIBLIOGRAPHIE**

Notes de cours

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

*Préalable requis :* Dispositifs et structures analogiques

*Préparation pour:* Projet du Master

**NOMBRE DE CREDITS**

2

**SESSION D'EXAMEN**

Eté

**FORME DU CONTROLE**

Ecrit

<b>Titre</b> <b>Commande d'actionneurs à l'aide d'un microprocesseur / Actuator control by way of a microprocessor</b>					
<b>Enseignant</b> <b>Yves PERRIARD, professeur EPFL/SMT, Christian KOECHLI et Laurent CARDOLETTI, chargés de cours EPFL/SMT</b>					
<b>Section/Filière(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	28
Microtechnique/TPr, RSA	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Cours	1
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Exercices	-
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Pratique	1

**OBJECTIFS**

Appliquer les bases de l'électronique digitale (programmation C sur DSP) à la commande de moteurs et d'actionneurs intégrés. Permettre leur utilisation judicieuse dans des applications allant de la micro-robotique aux systèmes de transfert.

**GOALS**

To apply the bases of digital electronics to motor and integrated actuators control. To allow for their appropriate use in a wide spectrum of applications from micro-robotics to transfer systems.

**CONTENU**

Principes, architecture de l'électronique de commande (périphériques, gestion de la mémoire, temps réel...).

Méthodologie de développement de la commande de moteurs/actionneurs.

Réalisation et utilisation d'un interrupteur découplé puis d'un pont en H pour la commande en vitesse d'un moteur à courant continu à l'aide d'un DSP dédié.

Commande d'un moteur synchrone à aimants permanents (brushless) :

- alimentation à 120°
- alimentation sinusoïdale
- application au réglage en position de type axe de machine-outil.

Programmation en C sur la plateforme de développement TMS320F2812 de Texas Instruments.

**CONTENTS**

Principles, architecture of the control electronics (peripherals, memory management, real time...).

Development methodology of the motor/actuator control.

Design and use of a decoupled switch and of an H-bridge for the speed control of a DC motor using a dedicated DSP.

Control of a permanent magnet synchronous motor (brushless) :

- Two phases ON commutation
- Sinusoidal supply.
- Application to position control of the motor.

Software development in C on Texas Instruments TMS320F2812 development platform.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT**

Cours ex cathedra en alternance avec des travaux pratiques où les étudiants pourront directement expérimenter les concepts acquis en cours

**BIBLIOGRAPHIE****LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

*Préalable requis* : Microcontrôleurs, Conversion électromécanique II  
*Préparation pour*:

**NOMBRE DE CREDITS**

2

**SESSION D'EXAMEN**

Eté

**FORME DU CONTROLE**

Présence aux TP  
Examen oral

<b>Titre</b> <b>Conception des CI numériques / Integrated digital circuits</b>					
<b>Enseignant</b> <b>Bertrand HOCHET, chargé de cours EPFL/SEL</b>					
<b>Section/Filière(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	42
Microtechnique/MNS	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Cours	2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Exercices	1
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Pratique	-

**OBJECTIFS**

Ce cours donne les notions de base permettant de faire le lien entre la conception d'un circuit électronique classique et son intégration sur silicium. A la fin du cours, l'étudiant a une vue globale du domaine, et est capable d'identifier les problèmes liés à la conception de blocs fonctionnels élémentaires et de dimensionner les portes CMOS utilisées.

**GOALS**

This course addresses the basic notions allowing the design of digital electronic systems in their integrated form in a CMOS process. Upon completion, the student has a global view of the domain, and is able to design functional blocks, as well as optimize their constitutive gates.

**CONTENU**

Introduction  
 Technologie CMOS  
 Styles et méthodes de conception  
 Eléments passifs et parasites dans les circuits intégrés CMOS  
 Inverseur statique CMOS  
 Portes en logique restaurative CMOS  
 Portes en logique dynamique  
 Séquencement des systèmes VLSI  
 Macrocellules  
 Introduction au langage VHDL en vue de la synthèse logique  
 Circuits d'entrée-sortie

**CONTENTS**

Introduction  
 CMOS process  
 Design styles and design flows  
 Passive and parasitic elements in CMOS integrated circuits  
 CMOS static inverter  
 CMOS static combinational logic  
 Dynamic logic  
 Timing in VLSI systems  
 Macrocells  
 Introduction to VHDL for synthesis purposes  
 Input-output circuits

Travaux pratiques

Axés sur l'utilisation d'un simulateur de circuits de type SPICE.  
 Analyse et dimensionnement des circuits de lecture d'une RAM statique.

Practical exercises

Based on a circuit level simulator such as SPICE.  
 Design and analysis of the reading circuitry in a RAM memory.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT</b> Cours ex cathedra et exercices en salle DIA04	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 3
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> Notes de cours polycopiées, articles techniques récents	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Eté
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS</b> <i>Préalable requis</i> : Electronique I, II <i>Préparation pour</i> :	<b>FORME DU CONTROLE</b> Ecrit

<b>Titre</b> <b>Modélisation de systèmes numériques / Digital systems modelling</b>					
<b>Enseignant</b> <b>Alain VACHOUX, chargé de cours EPFL/SEL</b>					
<b>Section/Filière(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	<b>28</b>
Microtechnique/MNS	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Cours	2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Exercices	-
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Pratique	-

## OBJECTIFS

- ó Etre capable de créer des modèles VHDL de composants numériques pour la simulation et la synthèse.
- ó Etre capable de créer des modèles de test et d'appliquer des techniques de vérification.
- ó Acquérir des règles de modélisation.
- ó Disposer d'une bibliothèque de modèles VHDL.
- ó Obtenir une connaissance pratique des outils de simulation et de synthèse VHDL.
- ó Situer VHDL par rapport à d'autres langages (Verilog, SystemC)

## CONTENU

### Introduction

Notion de modèle et de langages de description de matériel. Principes de la simulation logique et de la synthèse logique et architecturale. Caractéristiques de VHDL (langage, flot de conception, règles de modélisation).

### VHDL pour la synthèse

Sous-ensemble synthétisable standard du langage (IEEE Std 1076.3 et 1076.6). Synthèse d'instructions VHDL.

### Modélisation de composants numériques

Éléments combinatoires et séquentiels. Contrôleurs (machines à états finis). Unités arithmétiques (additionneurs, multiplieurs, ALU). Mémoires (registres, RAM, ROM, FIFO, LIFO). Filtres numériques. Circuits d'interface (UART, PCI), Processeurs. Modèles de test et techniques de vérification.

### VHDL vs. Verilog et SystemC

Caractéristiques des langages Verilog et SystemC avec exemples. Comparaison avec VHDL. Techniques de modélisation communes.

## GOALS

- To be able to create VHDL models of digital components for simulation and synthesis.
- To be able to create testbench models and to learn verification techniques.
- To learn modeling guidelines.
- To develop a reference library of VHDL models.
- To get a working knowledge of VHDL simulation and synthesis tools.
- To position VHDL with respect to other hardware description languages (Verilog, SystemC).

## CONTENTS

### Introduction

Models in electronic design automation. Hardware description languages. Logic simulation. Architectural and logic synthesis. VHDL characteristics (language, design flow, modelling guidelines).

### Synthesis with VHDL

VHDL synthesis subset (IEEE Std 1076.3 and 1076.6). Synthesis of VHDL instructions.

### Modelling of digital components

Basic combinational and sequential elements. Controllers (finite state machines). Arithmetic units (adders, multipliers, ALU). Memories (registers, RAM, ROM, FIFO, LIFO). Digital filters. Interface circuits (UART, PCI). Processors. Testbenches and verification techniques.

### VHDL vs. Verilog and SystemC

Verilog and SystemC characteristics with examples. Comparison with VHDL. Common modelling techniques.

## FORME DE L'ENSEIGNEMENT

Cours avec exemples et exercices pratiques intégrés

## BIBLIOGRAPHIE

Notes polycopiées, précis de syntaxe VHDL

## LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

*Préalable requis* : Outils informatiques (module VHDL) ; Systèmes logiques  
*Préparation pour*: Modélisation de systèmes analogiques et mixtes  
 VLSI design II

## NOMBRE DE CREDITS

2

## SESSION D'EXAMEN

Printemps

## FORME DU CONTROLE

Oral

<b>Titre</b>		<b>Dispositifs et structures analogiques / Devices and basic analog structures</b>			
<b>Enseignant</b>		<b>Maher KAYAL, professeur EPFL/SEL</b>			
<b>Section/Filière(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	28
Microtechnique/MNS	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Cours	2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Exercices	-
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Pratique	-

**OBJECTIFS**

L'étudiant sera capable de concevoir les structures intégrées analogiques de base. Pour cela, il maîtrisera les dispositifs et les circuits utilisés en technologies MOS, ainsi que les principes à respecter lors de leur implantation dans le layout.

**GOALS**

The student will be able to design the basic analog integrated structures. He will master the devices and structures used in MOS technologies, as well as the basic principles underlying their correct layout implementation.

**CONTENU****Composants intégrés**

- **Transistors MOS:** structure, modes de fonctionnement, modèles grands et petits signaux, comportement thermique et bruit; fonctionnement en transistor bipolaire; technologie standard et plans de masques
- **Composants passifs:** capacités et résistances; transistor MOS utilisé en résistance et en pseudo-résistance; diodes et interconnexions
- **Composants et effets parasites :** capacités et résistances parasites; courants de fuite

**Conception des structures analogiques:**

- Amplificateurs
- Paire différentielle
- Miroir de courant
- Montage cascode
- Interrupteur analogique

**CONTENTS****Integrated components**

- **MOS transistors:** structure and modes of operation, large and small signal models, thermal behaviour and noise; operation in bipolar mode; standard process and layout
- **Passive devices:** capacitors and resistors; MOS transistor used as a resistor and as a pseudo-resistor; diodes and interconnections
- **Parasitic devices and parasitic effects:** parasitic capacitors and resistors; leakage currents and parasitic channels

**Basic analog structures design:**

- Amplifier
- Differential Pair
- Current Mirror
- Cascode Stage
- Analog switch

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT</b> Cours ex. cathedra	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 2
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> Notes de cours	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Printemps
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS</b> <i>Préalable requis :</i> Electronique I et II <i>Préparation pour:</i> Circuits intégrés analogiques	<b>FORME DU CONTROLE</b> Ecrit

<b>Titre</b> Fabrication assistée par ordinateur / CAM systems					
<b>Enseignant</b> Paul XIROUCHAKIS, prof. EPFL/SGM, D. KIRITSIS et M. BENOIT, chargés de cours EPFL/SGM					
<b>Section/Filière(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	56
Microtechnique/RSA, TPr	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Cours	4
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Exercices	-
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Pratique	-

**OBJECTIFS**

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.

**GOALS**

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 Reseaux 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 pour l'assemblage

Projets FAO

**CONTENTS**

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 for Assembly

CAM Projects

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT</b> cours, exercices et projets	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 4
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> polycopié et références du cours	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Printemps
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS</b> <i>Préalable requis :</i> <i>Préparation pour:</i>	<b>FORME DU CONTROLE</b> Oral

<b>Titre</b> <b>Gestion de production I / Production management I</b>					
<b>Enseignant</b> <b>Rémy GLARDON, professeur EPFL/SGM</b>					
<b>Section/Filière(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	
Microtechnique/TPr	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	28
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Cours</i>	2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Exercices</i>	-
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <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.

**GOALS**

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, planification, 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 technical and economical challenges ; 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 ; planification levels, general industrial plan, the mrp method, master production scheduling plan.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT**

cours ex cathedra, travaux de groupe, présentation d'étudiants, exercices et lectures individuelles hors cours, études de cas

**BIBLIOGRAPHIE**

notes polycopiées et livres de références

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

*Préalable requis :*

*Préparation pour:* Gestion de production II

**NOMBRE DE CREDITS**

Cf. Gestion de production II

**SESSION D'EXAMEN**

Eté

**FORME DU CONTROLE**

Oral sous forme de présentation et défense de cas et/ou interrogation

<b>Titre</b> <b>Gestion de production II / Production management II</b>					
<b>Enseignant</b> <b>Rémy GLARDON, professeur EPFL/SGM</b>					
<b>Section/Filière(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	28
Microtechnique/TPr	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Cours	2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Exercices	-
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Pratique	-

**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 la nécessité d'une optimisation globale de l'ensemble du réseau d'ajout de valeur.

**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 ; gestion du réseau d'ajout de valeur.

**GOALS**

The student should be capable of

1. Understanding the working principles of the demand determination, its challenges, constrains 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 constrains of mixed production planning methods.
4. Understand the necessity of a global optimization of the whole value adding network.

**CONTENTS**

- ← demand managment, goals, methods, constraints; types of forecasts, mathematical forecasting methods; mixed methods.
- ← just in time; objectives, basic principles; the KANBAN method, dimensionning of KANBAN systems, heuristics; fonctionning conditions and lilmitations of JIT methods.
- ← evolution of production planning and control ; the new challenges ; mixed methods in production planning and control ; new developments and future trends; supply chain management.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT</b> cours ex cathedra, travaux de groupe, présentation d'étudiants, exercices et lectures individuelles hors cours, études de cas	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 4
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> notes polycopiées et livres de références	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Eté
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS</b> <i>Préalable requis</i> : Gestion de production I <i>Préparation pour</i> :	<b>FORME DU CONTROLE</b> Oral sous forme de présentation et défense de cas et/ou interrogation

<b>Titre</b> Identification et commande I / Identification and control I					
<b>Enseignant</b> Dominique BONVIN, professeur EPFL/SGM, Alireza KARIMI, chargé de cours EPFL/SGM					
<b>Section/Filière(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	28
Microtechnique/RSA, TPr	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Cours	2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Exercices	-
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Pratique	-

**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 (Identification Toolbox de 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 the Identification Toolbox of 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 par groupes

**CONTENTS**

- Model types
- Correlation method
- Spectral analysis
- Parametric models
- Parameter identification
- Model validation
- Practical aspects of identification
- Group project

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT</b> Cours et projet par groupes	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 2
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> Cours polycopié "Identification de systèmes dynamiques"	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Printemps
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS</b> <i>Préalable requis</i> : Automatique I et II <i>Préparation pour</i> : Identification et commande II	<b>FORME DU CONTROLE</b> Oral

<b>Titre</b> Identification et commande II / Identification and control II					
<b>Enseignant</b> Roland LONGCHAMP, professeur EPFL/SGM, Alireza KARIMI, chargé de cours EPFL/SGM					
<b>Section/Filière(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	28
Microtechnique/RSA, TPr	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Cours	2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Exercices	-
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Pratique	-

**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 how 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> 2
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> R. Longchamp, Commande numérique de systèmes dynamiques, PPUR, 1995.	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Eté
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS</b> <i>Préalable requis</i> : Automatique I, II ; Identification et commande I <i>Préparation pour</i> :	<b>FORME DU CONTROLE</b> Oral

<b>Titre</b> <b>Ingénierie assistée par ordinateur / Computer aided engineering</b>					
<b>Enseignant</b> <b>Ian STROUD, chargé de cours EPFL/SGM</b>					
<b>Section/Filière(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	<b>56</b>
Microtechnique/RSA, TPr	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Cours	2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Exercices	-
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Pratique	2

**OBJECTIFS**

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.

**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

**GOALS**

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.

**CONTENTS**

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

**BIBLIOGRAPHIE**

polycopié et références du cours

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS***Préalable requis :**Préparation pour:***NOMBRE DE CREDITS**

4

**SESSION D'EXAMEN**

Eté

**FORME DU CONTROLE**

Oral

<b>Titre</b>		<b>L'ingénieur dans R&amp;D industriels I, II / The engineer in the industrial R&amp;D I, II</b>			
<b>Enseignant</b>		<b>Peter RYSER, professeur EPFL/SMT</b>			
<b>Section/Filière(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	<b>56</b>
Microtechnique/Toutes	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	• Cours	2/2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Exercices	-/-
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Pratique	-/-

**OBJECTIFS**

Sensibilisation aux aspects social et économique du travail d'ingénieur.

**GOALS**

To make aware of the not technical aspects of work. To prepare oneself to the real context of the engineer-work.

**CONTENU****I**

1. Introduction, concepts de base
2. Gestion des projets
3. Eléments juridiques
4. Concepts de qualité
5. Les transferts de technologie

**II**

6. Entreprises et prestations en technologie
7. Les ressources humaines dans le contexte technologique
8. Aspects financiers en technologie
9. Technologie et stratégie
10. Les programmes nationaux et internationaux en RTD

**CONTENTS****I**

1. Introduction, basic concepts
2. Project Management
3. Legal aspects
4. Quality concepts
5. Transfer of technology

**II**

6. Entrepreneurship and services in technology
7. Human resources in the technological context
8. Financial aspects in technology
9. Technology and Strategy
10. National and international programmes in RTD

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT**

Interactif + exercices intégrés (en groupes)

**BIBLIOGRAPHIE**

Polycopiés du cours

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

*Préalable requis :*

*Préparation pour:* Complémentaire à Industrialisation

**NOMBRE DE CREDITS**

4

**SESSION D'EXAMEN**

Été

**FORME DU CONTROLE**

Oral

<b>Titre</b> <b>Machines adaptatives bio-inspirees / Bio-inspired adaptive machines</b>				
<b>Enseignant</b> <b>Dario FLOREANO, Professeur EPFL/SMT</b>				
<b>Section/Filière(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b> 42
Microtechnique/MNS, PA, RSA	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Cours</i> 3
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Exercices</i> -
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Pratique</i> -

**GOALS**

The course will describe new approaches and technologies for designing software and hardware systems that are inspired upon biological mechanisms and that can adapt to unpredictable and dynamic environments. Emphasis will be put on embedded and autonomous systems capable of operating in real-time. Such systems include mobile robots, adaptive chips, and bio-inspired sensors and actuators. This course intends to stimulate scientific curiosity and provide students with new tools useful for software and hardware engineering. Each lecture is followed by a laboratory session to gain practical experience.

**CONTENTS**

1. Evolutionary systems I
2. Evolutionary systems II
3. Cellular systems
4. Neural systems
5. Behavioral systems
6. Evolutionary Robotics
7. Competitive co-evolution
8. Evolvable electronics
9. Developmental systems
10. Shape evolution
11. Immune systems
12. Collective systems and swarm intelligence
13. Research presentations by students
14. Research presentations by students

**OBJECTIFS**

Le cours décrira de nouvelles approches et technologies pour concevoir des systèmes logiciels et matériels inspirés des mécanismes biologiques et pouvant s'adapter à des environnements imprévisibles et dynamiques. L'accent sera mis sur les systèmes embarqués et autonomes capables de fonctionner en temps réel. De tels systèmes incluent les robots mobiles, les circuits électroniques adaptatifs et les capteurs/actuateurs bio-inspirés. Ce cours a pour but de stimuler la curiosité et d'apporter aux étudiants de nouveaux outils pour la conception logicielle et matérielle. Chaque cours est suivi par des exercices afin d'acquérir de l'expérience pratique.

**CONTENU**

1. Evolution artificielle I
2. Evolution artificielle II
3. Systèmes cellulaires
4. Réseaux de neurones
5. Systèmes comportementales
6. Robotique évolutive
7. Co-évolution compétitive des systèmes
8. Electronique évolutive
9. Systèmes de developpement
10. Evolution des formes
11. Système immunitaire artificiel
12. Intelligence collective et comportements d'essaims
13. Research presentations by students
14. Research presentations by students

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT**

Ex cathedra, laboratory, mini-projects, research assignments + presentation

**BIBLIOGRAPHIE**

Lecture handouts  
Nolfi & Floreano (2004, paperback) Evolutionary Robotics. The Biology, Intelligence, and Technology of Self-Organizing Machines. MIT Press.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

*Préalable requis :*

*Préparation pour:*

**NOMBRE DE CREDITS**

3

**SESSION D'EXAMEN**

Été

**FORME DU CONTROLE**

Continu + oral

<b>Titre</b> Mécanique quantique pour ingénieurs I / Quantum Mechanics in view of Applications I				
<b>Enseignant</b> Libero ZUPPIROLI, professeur EPFL/SMX				
<b>Section/Filière(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>
Microtechnique/MNS, PA, RSA	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i> 42
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Cours</i> 2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Exercices</i> 1
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Pratique</i> -

**OBJECTIFS**

Fournir quelques clés permettant d'accéder au monde microscopique des atomes et des molécules.

Remonter aux sources de la cohésion des matériaux et de leurs structures de bandes.

**CONTENU**

1. Nécessité de la mécanique quantique comme moyen de description du monde microscopique.
2. Principes de la mécanique quantique étayés par un formalisme simple à base d'algèbre linéaire.
3. Les sources quantiques de la cohésion des solides : transfert électronique et échange. La théorie des bandes.
4. Etude détaillée de l'oscillateur harmonique en mécanique quantique.

**GOALS**

To introduce engineering undergraduate students to the methods of investigation of the microscopic world.

To explore the origins of the cohesion of solids and their band-structure.

**CONTENTS**

1. Quantum mechanics as a tool for the exploration of the microscopic world : experimental examples and goals of the course.
2. The principle of quantum mechanics based on a simple matrices formalism.
3. The sources of the cohesion of materials : transfer and exchange. The bases of the band theory.
4. Accurate study of the microscopic harmonic oscillator.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT</b> Cours ex-cathedra en français et exercices collectifs	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> Cf Mécanique quantique II
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> Documents et liste d'ouvrages présentés en cours.	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Eté
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS</b> <i>Préalable requis :</i> <i>Préparation pour:</i> Mécanique quantique pour ingénieurs II	<b>FORME DU CONTROLE</b> Ecrit

<b>Titre</b>		<b>Mécanique quantique pour ingénieurs II / Quantum Mechanics in view of Applications II</b>			
<b>Enseignant</b>		<b>Libéro ZUPPIROLI, professeur EPFL / SMX</b>			
<b>Section/Filière(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	<b>42</b>
Microtechnique/MNS, PA, RSA	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Cours	2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Exercices	1
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Pratique	-

**OBJECTIFS**

Fonder les principes qui président aux méthodes spectroscopiques et microscopiques d'usage courant pour l'exploration des matériaux.

Présenter une théorie semi-classique de l'interaction lumière matière et quelques développements sur la couleur.

Evoquer quelques questions de magnétisme.

**GOALS**

Give the bases of the spectroscopic and microscopic methods of general use for materials characterization.

Present a semi-classical theory of the light-matter interaction and a few ideas concerning colours.

Present a few basic question concerning magnetism.

**CONTENU**

1. Quelques systèmes quantiques simples : l'effet tunnel, le spin, théorie des perturbations stationnaires, rudiments concernant l'atome.

2. L'évolution des systèmes et les perturbations dépendantes du temps.

3. L'interaction lumière-matière dans l'approximation semi-classique.

4. Spins indépendents et en interaction : les sources du magnétisme

**CONTENTS**

1. Study of a few quantum systems : spins, tunneling, stationary perturbation theory, a few elements concerning atoms.

2. Evolution of quantum systems and time dependant perturbations.

3. Light in interaction with matter in the semi-classical approximation.

4. Independent and interacting spins : the causes of magnetism

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT</b> Cours ex-cathedra en français et exercices collectifs	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 6
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> Documents et liste d'ouvrages présentés en cours.	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Eté
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS</b> <i>Préalable requis</i> : Mécanique quantique pour ingénieurs I (préalable impératif) <i>Préparation pour</i> : Ecoles Doctorales concernant les propriétés structurales électroniques et optiques de la matière.	<b>FORME DU CONTROLE</b> Ecrit

<b>Titre</b> Méthodes de détection optique / Optical radiation detection methods					
<b>Enseignant</b> R. POPOVIC, R.P. SALATHE, profs EPFL/SMT, P.-A. BESSE, N. BLANC, chargés de cours EPFL/SMT					
<b>Section/Filière(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	42
Microtechnique/MNS, PA	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Cours	3
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Exercices	-
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Pratique	-

## OBJECTIFS

Introduire des notions de base en détection de la lumière et acquérir les connaissances nécessaires pour la mise en oeuvre des systèmes de détection. Le cours est donné partiellement en anglais.

## CONTENU

### 1. Introduction

Radiations électromagnétiques, quantités radiométriques, sources de radiations, interactions lumière/matière, classification des détecteurs, sources de bruit, détectivité.

### 2. Détecteurs thermiques

Relations de base, bolomètres, thermocouples, cellules de Golay, détecteurs pyroélectriques, limites ultimes de détection, interface électronique, applications.

### 3. Détecteurs photoémissifs

Photoeffet externe, photodiode à vide, photomultiplicateurs, microcanaux, applications.

### 4. Détecteurs Photovoltaïcs

Photoeffet interne, photodiodes (p-n, p-i-n, shottky), photodiodes avalanches, sources de bruit, limites ultimes pour les détecteurs photovoltaïcs, interface électronique, systèmes de détection, applications

### 5. Photoconducteurs

Photoconductivité, photoconducteurs, sources de bruit, applications.

### 6. Capteurs d'images en ligne ou en réseau.

Capacités MOS, détecteurs CID, principes des CCD, traitement des signaux, principes APS et imagerie CMOS, capteurs commerciaux, fonctions additionnelles, limites ultimes des senseurs d'image solides.

## GOALS

To familiarize the students with the basics of photodetection. To learn how to realize an optical detection system. A part of the cours is taught in English.

## CONTENTS

### 1. Introduction

Electromagnetic radiation, radiometric quantities, radiation sources, interaction of light with matter, classification of detectors, noise sources, detector figures of merit.

### 2. Thermal detectors

Basic relationships, bolometers, thermocouples, golay cells, pyroelectric detectors, ultimate limits of thermal photodetection, interface electronics, applications.

### 3. Photoemissive detectors

External photoeffect, vacuum photodiodes, photomultipliers, microchannels, applications

### 4. Photovoltaic detectors

Internal photoeffect, photodiodes (p-n diodes, p-i-n diodes, schottky diodes), avalanche photodiodes, noise sources, ultimate limits of photovoltaic photodetection, interface electronics, detection systems, applications.

### 5. Photoconductive detectors

Photoconductivity, photoconductors, noise sources, applications.

### 6. Line and area image sensors

Mos capacitors (ccd building blocks), cid detectors (charge injection devices), ccd principles, signal processing, aps principles and cmos imaging, state-of-the-art commercial image sensors, additional functionality for custom " smart image sensors ", ultimate limits of solid-state image

## FORME DE L'ENSEIGNEMENT

Exposé oral, exercices, séminaires

## BIBLIOGRAPHIE

B.A. Saleh, M.C. Teich, « Fundamental of Photonics », John Wiley & Sons, S.M. Sze « Semiconductor Devices », J. Wiley & Sons, 1985  
D. Wood « Optoelectronic Semiconductor Devices », Prentice Hall, 1994

## LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Microélectronique I

Préparation pour:

## NOMBRE DE CREDITS

3

## SESSION D'EXAMEN

Printemps

## FORME DU CONTROLE

Oral

<b>Titre</b> <b>Microscopie et métrologie optique I / Microscopy and optical metrology I</b>				
<b>Enseignant</b> <b>Theo Lasser professeur EPFL/SMT</b>				
<b>Section/Filière(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b> 42
Microtechnique/PA, RSA	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Cours</i> 2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Exercices</i> 1
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Pratique</i> -

**OBJECTIFS**

Initiation à la microscopie et en particulier aux différents concepts de biomicroscopie.

Le microscope est considéré comme un système optique générique. Les étudiants apprendront pas à pas l'analyse de système, la conception de système y compris les éléments de base pour le ray-tracing etc. utilisé pour la simulation de microscope moderne

**CONTENU**

1. Introduction biomicroscopie  
Rappel optique paraxiale. Eléments optique et classifications (Lentilles, prismes, miroirs etc.).  
Rayon principal etc. Apertures, pupilles etc.  
ABCD-algorithm – analyse et simulation de systèmes simples.
2. Ray-tracing - Notion de base  
Introduction avec simulation et exercices  
Exemple : microscope
3. Chromatisme – Dispersion  
Les verres et ses propriétés optiques.
4. optical Aberrations  
Définition, classification et importance pour les systèmes optiques ( focale, qualité d'images etc. ).  
Exercices. Dégradation d'images
5. Qualité d'image  
Analyse et optimisation

**GOALS**

Step by step approach to microscopy and the different concepts used in biomicroscopy.

The microscope is considered as general optical system. The student will learn how to analyse, how to conceive these systems including an initiation in optical design (ray-tracing).

**CONTENTS**

1. Introduction biomicroscopy  
Basic concepts and elements of paraxial optics.  
Analysis and simulation of simples systems based on ABCD-algorithm.
2. Basics Ray-tracing including simulation  
Example : microscope
3. Chromatic aberrations – dispersion  
Glass optical material properties
4. optical Aberrations  
Definitions, classification and impact on optical systems (focus, image quality, etc.).  
Exercises: Image quality
5. Image quality  
analysis and optimisation

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT</b> Cours ex cathedra, avec exercices Biblio	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 3
<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	<b>SESSION D'EXAMEN</b>
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS</b> <i>Préalable requis :</i> <i>Préparation pour:</i>	<b>FORME DU CONTROLE</b> à fixer au plus tard 3 semaines après le début du cours

<b>Titre</b>	<b>Microscopie et métrologie optique II / Microscopy and optical metrology II</b>			
<b>Enseignant</b>	<b>Theo LASSER, professeur EPFL/SMT, Pierre JACQUOT, professeur EPFL/SEL, Christian DEPEURSINGE, chargé de cours EPFL/SMT</b>			
<b>Section/Filière(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>
Microtechnique/PA, RSA	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	42
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Cours 2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Exercices 1
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Pratique -

**OBJECTIFS**

Enseigner les concepts de base en microscopie en incluant ses variantes multiples avec ses applications en biologie et pour les sciences de la vie.

Attirer l'attention sur l'émergence de méthodes interférométriques de champ s'appliquant à la mesure de forme et de déformation d'objets non polis optiquement.

Regrouper ces méthodes autour des principes de base d'optique.

**CONTENU**

Formation d'image (diffraction, aberration, MTF etc.)

Le microscope et ses variantes

Microscopie confocale

Fluorescence et microscopie

Propriétés de cohérence de la lumière et leur utilisation en microscopie : imagerie cohérente

Holographie digitale appliquée à la microscopie

Observation 3D des cellules et tissus en biologie

Speckle pattern

Interférométrie holographique, speckle et réseau

Photographie speckle et corrélation d'image

Méthodes de projection de franges

Démodulation des signaux interférométriques

Etude de cas.

**GOALS**

Teaching the basic principles of microscopy including the main variants with a special emphasis on bio-applications.

Making aware of the emergence of a number of whole-field interferometric methods devoted to shape-, roughness-, displacement-, deformation-, measurements, applicable to non-optically polished objects.

Grouping these methods together within basic optical principles.

**CONTENTS**

Image formation (diffraction, aberration, MTF etc.)

Microscopes and advanced concepts

Confocal microscopy

Fluorescence and microscopy

Cohérence properties of light and their use in microscopy : coherent imaging

Digital holography, application to microscopy

3D observations of cells and biological tissues

Speckle patterns

Holographic, speckle and grating interferometry

Speckle photography and image correlation

Fringe projection methods

Demodulation of interferometric signals

Case studies.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT**

Cours ex cathedra, exercices préparés, présentations par les étudiants

**BIBLIOGRAPHIE**

Notes polycopiées accompagnées de références

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

*Préalable requis :* Cours d'optique de base

*Préparation pour:*

**NOMBRE DE CREDITS**

3

**SESSION D'EXAMEN****FORME DU CONTROLE**

contrôle continu (exercices) et exposé

<b>Titre</b> <b>Micro-usinage par laser/ Laser micro-machining</b>					
<b>Enseignant</b> <b>Patrik HOFFMANN, MER, EPFL/SMT</b>					
<b>Section/Filière(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	28
Microtechnique/Toutes	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Cours	2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Exercices	-
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Pratique	-

**OBJECTIFS**

Comprendre l'interaction d'un laser avec la matière. Acquérir et approfondir des connaissances sur les différents types d'applications des lasers utilisés pour le micro- et nano-usinage industriel.

**GOALS**

Understanding the interactions of lasers with matter. Obtain and improve the knowledge of different applications of lasers in industrial micro- and nano-engineering.

**CONTENU**1. Introduction

Interaction lumière/matière

2. Interaction physique

Piage  
Soudure  
Découpage  
UV-ablation  
Femto-ablation

3. Interaction avec changement chimique

Photodéposition  
Etching

**CONTENTS**1. Introduction

Interaction light-matter

2. Physical interactions

Bending  
Welding  
Cutting  
UV-ablation  
Femto-ablation

3. Interaction with chemical changes

Photodeposition  
Etching

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT**

Cours ex cathedra, expériences et exercices

**BIBLIOGRAPHIE**

M. Von Allmen, A. Blatter, Laser-Beam Interaction with Materials, Springer 1995 et D. Bäuerle, Laser Processing and Chemistry, Springer, 2000

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

*Préalable requis :*

*Préparation pour:*

**NOMBRE DE CREDITS**

2

**SESSION D'EXAMEN**

Eté

**FORME DU CONTROLE**

Oral

<b>Titre</b> Nanotechnologie I, II					
<b>Enseignant</b> Juergen BRUGGER, professeur et Patrik HOFFMANN, MER, EPFL/SMT					
<b>Section/Filière(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	56
Microtechnique/MNS, PA	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	• Cours	2/2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Exercices	-
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Pratique	-

**OBJECTIFS**

Aujourd'hui, la conception des systèmes modernes implique l'intégration de structures à différentes échelles allant de quelques nanomètres à quelques millimètres. En passant aux dimensions nanométriques, quelques notions fondamentales telles que la fabrication, la caractérisation, l'assemblage et le désassemblage, se distinguent d'une façon radicale des méthodes connues dans les dimensions macroscopiques.

Dans le cadre de ce cours et des séances d'exercices les concepts liés à la fabrication, l'observation et la manipulation d'objets 100 à 10 000 fois plus petits qu'un cheveu humain, sont expliqués en détails. Avec un haut niveau d'interdisciplinarité, ce cours fournit les bases scientifiques et les aperçus technologiques nécessaires pour tout ingénieur intéressé par les nanosystèmes.

**GOALS**

Modern engineered systems involve increasingly structures and devices that cover several length-scales from the macroscale ( $10^{-3}$ m) over the micron-scale ( $10^{-6}$ m) down to the nanoscale ( $10^{-9}$  m). By scaling down systems from micro to nanoscale, several fundamental issues, e.g. how to make, how to see and how to assemble or disassemble small objects, differ drastically from the well-known macroscopic methods.

The lectures and exercises provide details on issues such as the fabrication, the observation and the manipulation of objects that are 100-10000 times smaller than a human hair. With its high degree of interdisciplinarity the course provides the scientific basis as well as a comprehensive insight in technological concepts that are relevant for engineers interested in the field of advanced nanosystems.

**CONTENU**

Introduction  
Nano-matériaux  
Nano Fabrication  
Caractérisation des nanosystèmes  
Applications

**CONTENTS**

General  
Nano-materials  
Nano Fabrication  
Characterization  
Applications

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT</b> Cours ex cathedra	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 4
<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Eté
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS</b> <i>Préalable requis :</i> <i>Préparation pour:</i> Projet de semestre et diplôme	<b>FORME DU CONTROLE</b> Oral

<b>Titre</b> <b>Optique intégrée / Integrated Optics</b>					
<b>Enseignant</b> <b>R.P. SALATHE, professeur EPFL/SMT et R.E. KUNZ, chargé de cours EPFL/SMT</b>					
<b>Section/Filière(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	42
Microtechnique/PA	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Cours	3
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Exercices	-
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Pratique	-

**OBJECTIFS**

Connaître quelques composants de base en optique intégrée et les technologies de fabrication en vue de comprendre le comportement des circuits d'optique intégrée. Le cours est donné partiellement en anglais.

**GOALS**

To introduce some basic elements of integrated optics and to discuss some technological issues in view of understanding the characteristics of optical integrated circuits. The lectures will be given partly in English.

**CONTENU**

1. Introduction
2. Guide d'ondes
3. Coupleurs
4. Eléments actifs
5. Circuits d'optique intégrée

**CONTENTS**

1. Introduction
2. Waveguides
3. Waveguide couplers
4. Active devices
5. Integrated optical circuits

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT**

ex cathedra, expériences et exercices pendant le cours

**BIBLIOGRAPHIE**

notes polycopiées et références à la littérature

B.A. Saleh, M.C. Teich, « Fundamental of Photonics », John Wiley & Sons

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

*Préalable requis :*

*Préparation pour:*

**NOMBRE DE CREDITS**

3

**SESSION D'EXAMEN**

Eté

**FORME DU CONTROLE**

Oral

<b>Titre</b> Optoélectronique / Optoelectronics					
<b>Enseignant</b> Andrea FIORE, Professeur assistant EPFL/PH					
<b>Section/Filière(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	28
Microtechnique/MNS, PA	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>Par semaine</b>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Cours	2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Exercices	-
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Pratique	-

**OBJECTIFS**

Comprendre les principes de fonctionnement et les principales applications des dispositifs optoélectroniques à base de matériaux semiconducteurs. Apprendre à analyser et optimiser les performances des dispositifs par des simulations numériques.

**CONTENU****1. Rappels d'optique:**

Réflexion et réfraction. Interféromètres.

**2. Guides optiques - Fibres optiques:**

Guides d'onde plans, modes, couplage de la lumière. Fibres à saut d'indice, à gradient d'indice, modes, dispersion.

**3. Principes de base de l'effet laser:**

Transitions optiques, élargissement. Amplificateurs optiques et lasers. Equations de bilan.

**4. Rappels de physique de semiconducteurs:**

Structure de bande. Jonctions à semiconducteur.

Hétérostructures. Transitions optiques.

**5. Diodes électroluminescentes:**

Electroluminescence. Efficacité. Structures avancées.

Réponse en fréquence.

**6. Lasers à semiconducteur**

Gain optique. Caractéristiques des lasers à semiconducteurs. Lasers à hétérostructures et à puits quantiques. Lasers DBR, DFB, VCSELs. Réponse en fréquence.

**7. Photodétecteurs :**

Photoconducteurs, photodiodes, photodiodes à avalanche, cellules solaires. Réponse en fréquence et bruit.

**8. Modulateurs de lumière :**

Modulateurs interférométriques et à électro-absorption pour les télécoms. Cristaux liquides et écrans actifs.

**9. Systèmes de télécommunication optique :**

Fibres optiques, sources, détecteurs. Modulation, multiplexage, systèmes WDM. Limitations dues à l'atténuation et à la dispersion. Réseaux optiques.

**GOALS**

Understand the basics and main applications of optoelectronic devices based on semiconductor materials. Learn to analyse and optimise the performance of optoelectronic devices through numerical simulations.

**CONTENTS****1. Elements of geometrical and wave optics:**

Reflection and refraction. Interferometers.

**2. Waveguides, optical fibres:**

Planar waveguides, modes, light coupling.

Optical fibres, step- and graded-index fibres, dispersion.

**3. Basics of laser effect:**

Optical transitions, broadening. Optical amplifiers, lasers. Rate equations.

**4. Elements of semiconductor physics:**

Band structure. Semiconductor junctions.

Heterostructures. Optical transitions.

**5. Light emitting diodes:**

Electroluminescence. Efficiency. Advanced structures.

Frequency response.

**6. Semiconductor lasers**

Optical gain. Laser characteristics. Heterostructure and quantum well lasers. DBR, DFB and VCSELs.

Frequency response.

**7. Photodetectors:**

Photoconductors, photodiodes, avalanche photodiodes, solar cells. Frequency response and noise.

**8. Light Modulators:**

Interferometric and electroabsorption modulators for telecom applications. Liquid crystals and displays.

**9. Optical telecommunication systems:**

Sources, optical fibres, detectors. Modulation, multiplexing, WDM systems. Loss- and dispersion-limited systems. Optical networks.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT**

Cours Ex cathedra avec exercices

**BIBLIOGRAPHIE**

Polycopié, Photonics, Saleh & Teich, J. Wiley

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

Préalable requis :

Préparation pour:

**NOMBRE DE CREDITS**

2

**SESSION D'EXAMEN**

Printemps

**FORME DU CONTROLE**

Oral

<b>Titre</b> <b>Robots mobiles / Mobile robots</b>				
<b>Enseignant</b> <b>Roland SIEGWART, professeur EPFL/SMT</b>				
<b>Section/Filière(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b> 42
Microtechnique/RSA, TPr	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Cours</i> 3
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Exercices</i> -
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Pratique</i> -

**OBJECTIFS**

Les systèmes totalement autonomes, et spécialement les robots mobiles autonomes, restent encore un rêve et attirent des milliers de chercheurs.

L'objectif de ce cours est de donner les bases nécessaires au développement de robots mobiles et systèmes autonomes. L'accent est porté sur la locomotion, la perception, la modélisation de l'environnement et la navigation de robots mobiles. En plus des méthodes conventionnelles, des systèmes basés sur des comportements seront présentés. La théorie sera approfondie par des exercices et principalement par l'application sur des robots réels à l'EPFL.

**CONTENU**

- ó Introduction: notations, énoncé des problèmes
- ó Concepts de Locomotion : robots à roues, robots à pattes, autres principes de locomotion
- ó Cinématique de Robots Mobiles
- ó Capteurs pour Robots Mobiles : capteurs, fusion de capteurs, perception, extraction de caractéristiques
- ó Modélisation de l'Environnement: types de modèles, représentation de l'incertitude
- ó Navigation: Où suis-je? Où vais-je? Par quel moyen? odométrie, dead reckoning, localisation, planification de mission et de trajectoire, évitement d'obstacles, contrôle de position
- ó Construction de Cartes : intégration de connaissances, exploration, interprétation de scènes
- ó Autres Aspects de Systèmes Autonomes : source d'énergie, ...
- ó Applications: robots mobiles pour l'intérieur et l'extérieur, robots guidés par l'homme, micro robots mobiles, robots spatiaux.

**GOALS**

Fully autonomous systems, especially autonomous mobile robots, are still a dream, attracting thousands of researchers.

The objective of this course is to provide the basics required to develop autonomous mobile robots and systems. Main emphasis is put on mobile robot locomotion, perception, environment modeling and navigation. In addition to the more conventional approaches, behavior based systems will be presented. Theory will be deepened by exercises and mainly by application to real robots at EPFL.

**CONTENTS**

- ó Introduction: notations, problem statements
- ó Locomotion Concepts : wheeled robots, legged robots, other locomotion principles
- ó Mobile Robots Kinematics
- ó Sensors for Mobile Robots : sensors, sensor fusion, perception, feature extraction
- ó Environment Modeling: model types, uncertainty representation
- ó Navigation: Where am I? Where am I going? How do I get there? odometry, dead reckoning, localization, mission planning, path planning, obstacle avoidance, position control
- ó Map Building : knowledge incorporation, exploration, scene interpretation
- ó Other Aspects of Autonomous Systems : energy supply...
- ó Applications: mobile robots for indoor and outdoor environments, human guided robots, mobile micro robots, space robots.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT</b> Cours ex cathedra, exercices, travail sur robots mobiles	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 3
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> Livre : Introduction to Autonomous Mobile Robots, R Siegwart, I. Nourbakhsh, MIT Press	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Printemps
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS</b> <i>Préalable requis :</i> <i>Préparation pour:</i>	<b>FORME DU CONTROLE</b> Oral

<b>Titre</b> <b>Simulation multi-corps assistée par ordinateur / Computer-aided multi-body simulation</b>					
<b>Enseignant</b> <b>Paul XIROUCHAKIS, professeur EPFL/SGM</b>					
<b>Section/Filière(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	42
Microtechnique/RSA, TPr	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Cours	3
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Exercices	-
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Pratique	-

**OBJECTIFS**

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:
  - Equations de mouvement des systèmes multi-corps
  - Multiplicateurs de Lagrange
  - Efforts généralisés
  - Efforts de contraintes de réaction
4. Projets : mécanismes Cames, Dynamique d'impact d'un train d'atterrissage

**GOALS**

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.

**CONTENTS**

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 mechanisms, Landing gear impact dynamics

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT</b> cours, exercices et projets	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 3
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> polycopié et références du cours	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Eté
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS</b> <i>Préalable requis</i> : Systèmes vibratoires <i>Préparation pour</i> :	<b>FORME DU CONTROLE</b> Oral

<b>Titre</b> <b>Systemes multivariables I / Multivariable systems I</b>					
<b>Enseignant</b> <b>Denis GILLET, MER, EPFL/SGM</b>					
<b>Section/Filière(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	<b>28</b>
Microtechnique/RSA	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Cours</i>	2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Exercices</i>	-
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Pratique</i>	-

**OBJECTIFS**

Ce cours traite de la conception de commandes numériques basée sur des méthodes d'état, ainsi que de 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>FORME DE L'ENSEIGNEMENT</b> Cours ex cathedra avec exemples et exercices intégrés	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 2
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> Cours photocopié « Systèmes multivariables I », Digital Control of Dynamic Systems, G.F. Franklin and al., Addison Wesley	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Printemps
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS</b> <i>Préalable requis</i> : Automatique I et II <i>Préparation pour</i> : Systèmes multivariables II	<b>FORME DU CONTROLE</b> Oral

<b>Titre</b> <b>Systemes multivariables II / Multivariable systems II</b>					
<b>Enseignant</b> <b>Philippe MUELLHAUPT, chargé de cours EPFL/SGM</b>					
<b>Section/Filière(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	<b>28</b>
Microtechnique/RSA	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Cours	2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Exercices	-
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Pratique	-

**OBJECTIFS**

Ce cours introduit les méthodes de base d'analyse et de commande des systèmes non linéaires.

**GOALS**

This course introduces the analysis and control methods for nonlinear systems.

**CONTENU**

- 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

**CONTENTS**

- 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> 2
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> Notes de cours / Slotine, Li « Applied Nonlinear Control », Prentice Hall, 1991	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Eté
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS</b> <i>Préalable requis</i> : Automatique I et II ; Systèmes multivariables I <i>Préparation pour</i> :	<b>FORME DU CONTROLE</b> Oral

<b>Titre</b>		<b>Technologies des capteurs et des actionneurs intégrés / Technology of miniaturized sensors &amp; actuators</b>			
<b>Enseignant</b>		<b>Nico DE ROOIJ, professeur EPFL/SMT et UNI-NE</b>			
<b>Section/Filière(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	<b>28</b>
Microtechnique/MNS	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Cours	2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Exercices	-
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Pratique	-

## GOALS

Présenter le fonctionnement, la fabrication et les applications des capteurs miniaturisés en silicium.

A la fin du cours, l'étudiant sera capable de comprendre et de suivre les développements décrits dans la littérature dans le domaine des actionneurs ainsi que de les mettre en pratique.

## CONTENTS

### CAPTEURS INTEGRES

- 1. Introduction** : classification des processus de conversion de signaux tels qu'ils pourront être utilisés pour la conception des capteurs.
- 2. Capteurs pour signaux de rayonnement** : processus physique dans les dispositifs sensibles à la lumière : conducteurs photosensibles, diodes, transistors, dispositifs couplés par charges (Charge-Coupled Device - CCD).
- 3. Capteurs pour signaux chimiques** : diodes et transistors sensibles aux gaz; diodes et transistors sensibles aux ions.
- 4. Capteurs pour signaux magnétiques** : effet de Hall dans les semiconducteurs de type p et n; résistances et transistors sensibles aux champs magnétiques.
- 5. Capteurs pour signaux thermiques** : couples thermo-électriques, résistances, transistors.
- 6. Capteurs pour signaux mécaniques** : capteurs de pression et d'accélération, mesure de débit.

### ACTIONNEURS INTEGRES

Entre autres :

- moteurs électrostatiques
- micropompes
- vannes
- etc.

## OBJECTIFS

To introduce the operation, fabrication and applications of silicon miniaturized sensors).

At the end of this course, the student will be able to understand and to follow the actuators development described in the literature as well as to put them into practice.

## CONTENU

### INTEGRATED SENSORS

- 1. Introduction** : classification of the processes of signal conversion, as they will be used for sensor design.
- 2. Radiation sensors** : Physical processes in light sensitive devices: photosensitive conductors, diodes, transistors, Charge-Coupled Devices (CCD).
- 3. Chemical sensors** : gas sensitive diodes and transistors; ion sensitive diodes and transistors.
- 4. Magnetic sensors** : Hall effect in p-type and n-type semiconductors; resistances and transistors sensitive to magnetic fields.
- 5. Thermal sensors** : thermocouples, resistances, transistors.
- 6. Mechanical sensors** : pressure and acceleration sensors, flowsensors.

### INTEGRATED ACTUATORS

Among other things :

- electrostatic motors
- micropumps
- valves
- etc.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT</b> ex cathedra	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 2
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> notes polycopiées	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Printemps
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS</b> Préalable requis : Préparation pour:	<b>FORME DU CONTROLE</b> Oral

<b>Titre</b> <b>Image Processing I / Traitement d'images I</b>					
<b>Enseignant</b> <b>Michael UNSER, professeur EPFL/SMT</b>					
<b>Section/Filière(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	42
Microtechnique/Toutes	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>Par semaine</b>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <b>Cours</b>	2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <b>Exercices</b>	1
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <b>Pratique</b>	-

**GOALS**

Introduction to the basic techniques of image processing. Introduction to image processing software development and prototyping in JAVA; application to real-world examples in industrial vision and biomedical imaging.

**CONTENTS**

**Introduction.** Image processing versus image analysis. Applications. System components.

**Characterization of continuous images.** Image classes. 2D Fourier transform. Shift-invariant systems.

**Image acquisition.** Sampling theory. Acquisition systems. Histogram and simple statistics. Linear and Max-Lloyd Quantization.

**Characterization of discrete images and linear filtering.**  $z$ -transform. Convolution. Separability. FIR and IIR filters.

**Image processing operations.** Point operators (thresholding, histogram modification). Spatial operators (smoothing, enhancement, non-linear filtering). Morphological operators.

**Introduction to image analysis and computer vision.** Segmentation, edge detection, objet detection, image comparison.

**OBJECTIFS**

Introduction aux techniques de base du traitement d'images. Initiation au développement en JAVA et à la mise en oeuvre d'algorithmes de traitement d'images; application à des exemples concrets en vision industrielle et en imagerie biomédicale.

**CONTENU**

**Introduction.** Traitement et analyse d'images. Applications. Eléments d'un système de traitement.

**Caractérisation des images de type continu.** Classe d'images. Transformée de Fourier 2D. Systèmes invariants par translation.

**Acquisition d'images.** Théorie d'échantillonnage. Systèmes d'acquisition. Histogramme et statistiques simples. Quantification linéaire et Max-Lloyd.

**Caractérisation des images discrètes et filtrage linéaire.** Transformée en  $z$ . Convolution. Séparabilité. Filtrage RIF et RII.

**Opérations de traitement d'images.** Opérateurs ponctuels (seuillage, modification d'histogramme). Opérateurs spatiaux (lissage, rehaussement, filtrage non-linéaire). Opérateurs morphologiques simples.

**Introduction à l'analyse d'image et à la vision par ordinateur.** Segmentation, détection de contours, détection d'objets, comparaison d'images.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT**

Cours ex cathedra, exercices et travaux pratiques sur ordinateur

**BIBLIOGRAPHIE**

Notes polycopiées

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

*Préalable requis :* Signaux et systèmes I, II

*Préparation pour :* Traitement d'images II + projets

**NOMBRE DE CREDITS**

3

**SESSION D'EXAMEN****FORME DU CONTROLE**

Continu

<b>Titre</b> Image Processing II / Traitement d'images II					
<b>Enseignant</b> Michael UNSER, professeur EPFL/SMT					
<b>Section/Filière(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	42
Microtechnique/Toutes	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Cours	2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Exercices	1
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Pratique	-

**GOALS**

Understanding the basics of image processing. Image processing software development and prototyping in JAVA; application to real-world examples in industrial vision and biomedical imaging.

**OBJECTIFS**

Compréhension et maîtrise des techniques de base du traitement d'images. Développement en JAVA et mise en oeuvre d'algorithmes de traitement d'images; application à des exemples concrets en vision industrielle et en imagerie biomédicale.

**CONTENTS**

**Review of fundamental notions.** Multi-dimensional Fourier transform. Convolution. Sampling theory. z-transform. Digital filters.

**Continuous representation of discrete data.** Splines. Interpolation. Geometric transformations. Multi-scale decomposition (pyramids and wavelets).

**Image transforms.** Karhunen-Loève transform (KLT). Discrete cosine transform (DCT). JPEG coding. Image pyramids. Wavelet decomposition.

**Reconstruction from projections.** X-ray scanners. Radon transform. Central slice theorem. Filtered backprojection. Iterative methods.

**Statistical pattern classification.** Decision making. Bayesian classification. Parameter estimation. Supervised learning. Clustering.

**Image analysis.** Pixel classification. Contour extraction and representation. Shape. Texture. Snakes and active contours.

**CONTENU**

**Revue des notions fondamentales.** Transformée de Fourier multi-dimensionnelle. Convolution. Echantillonnage. Filtres numériques.

**Représentation continue de données discrètes.** Splines. Interpolation. Transformations géométriques. Décompositions multi-échelles.

**Transformations d'images.** Transformation de Karhunen-Loève (KLT) et en cosinus (DCT). Codage JPEG. Pyramides. Décomposition en ondelettes.

**Reconstructions à partir de projections.** Scanners aux rayons X. Transformée de Radon. Rétro-projection filtrée. Méthodes itératives.

**Méthodes statistiques de classification.** Critères de décision. Classification Bayésienne. Estimation. Apprentissage supervisé. Coalescence.

**Analyse d'images.** Classification de pixels. Extraction et représentation de contours. Forme. Texture. "Snakes" et contours actifs.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT</b> Cours ex cathedra, exercices et travaux pratiques sur ordinateur	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 3
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> Notes polycopiées	<b>SESSION D'EXAMEN</b>
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS</b> <i>Préalable requis :</i> Traitement d'images I <i>Préparation pour :</i> Projets de semestre et travail pratique de diplôme	<b>FORME DU CONTROLE</b> Continu

<b>Titre</b> Transducteurs et entraînements directs / Transducers and direct drives				
<b>Enseignant</b> Nicolas WAVRE, professeur EPFL/SEL				
<b>Section/Filière(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b> 28
Microtechnique/RSA, TPr	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Cours</i> 2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Exercices</i> -
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• <i>Pratique</i> -

**OBJECTIFS**

Donner aux étudiants la capacité de choisir un système d'entraînement direct adapté à une application. Il s'agira aussi bien du choix du moteur (compte tenu de son principe de fonctionnement) que des périphériques d'alimentation et de réglage. Les notions de coût et de fiabilité seront toujours étroitement associées aux solutions techniques proposées.

**CONTENU****1. Introduction**

Analyse des entraînements électriques directs selon la puissance, le couple et la vitesse. Comparaison avec les systèmes pneumatiques et hydrauliques.

**2. Entraînements synchrones**

Le moteur à réluctance synchrone ou différentielle. Caractéristiques externes et applications. Le moteur pas à pas réluctant, hybride ou à aimant. Caractéristiques externes, alimentation et applications. Le moteur synchrone à excitation séparée et à aimants permanents. Le moteur synchrone auto-commuté et à courant continu sans collecteur. Variantes de construction et applications. Exemples d'applications industrielles.

**3. Entraînements linéaires**

Situation des entraînements linéaires directs par rapport aux entraînements indirects. Notions de rigidité. Moteur linéaire à induction. Effet pelliculaire, de bords et d'extrémités. Caractéristiques externes et applications industrielles. Moteur linéaire pas à pas. Servo moteurs linéaires à courant continu avec et sans collecteur. Actuateur linéaire pour faible courses, électrodynamique, électromagnétique et exemples d'applications industrielles.

**4. Synthèse**

Critères de choix entre une solution traditionnelle et spéciale. Prise en compte de l'environnement industriel.

**GOALS**

Students will be taught how to select an electrical direct drive fitting with many applications. The selection will be done at motor level (considering its working principle) but also at the electronics driver level. Cost and reliability problems will always be associated with the proposed technical solution.

**CONTENTS****1. Introduction**

Analysis of the electrical direct drive VS power, torque and speed. Comparison with hydraulic and pneumatic systems.

**2. Synchronous motors**

The variable reluctance motor. External behaviour and application. The stepper motor, with variable reluctance, with permanent magnet or hybrid. External behaviour, electronics drivers and application. The synchronous motor with wound rotor or with permanent magnets. The self commutated synchronous motor (brushless DC motor). Overview of possible design with their specific applications. Industrial application.

**3. Linear Motors**

Linear Direct drive VS rotary motor with mechanical transmission, limits and stiffness. The induction linear motor. Skin effects, board-effects and end-effects. External behaviour and industrial application. The stepper linear motor. The synchronous linear motor with and without collector. Linear motor with small stroke, like voice coil, moving magnet and industrial application.

**4. Synthesis**

How to select a traditional drive VS new or innovative solution, considering the usual industrial constraints.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT**

Ex cathedra avec démonstrations et exercices

**BIBLIOGRAPHIE**

Notes polycopiées

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

*Préalable requis* : Electromécanique I et II

*Préparation pour*:

**NOMBRE DE CREDITS**

2

**SESSION D'EXAMEN**

Eté

**FORME DU CONTROLE**

Oral

<b>Titre</b>		<b>Transducteurs et entraînements intégrés / Integrated transducers and drives</b>			
<b>Enseignant</b>		<b>Alain CASSAT, chargé de cours EPFL/SEL</b>			
<b>Section/Filière(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	<b>28</b>
Microtechnique/RSA, TPr	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>Par semaine</b>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Cours	2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Exercices	-
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Pratique	-

## GOALS

Les étudiants seront capables de choisir un système d'entraînement électrique adapté à une application. Il s'agira aussi bien du choix du moteur que des périphériques d'alimentation, de protection et de réglage. Ils seront également à même de choisir une modélisation adéquate

## CONTENTS

### Introduction

Objectif de l'enseignement. Champ d'application. Aspect synthétique.

### Organe entraîné

Caractéristiques externes, démarrage, charge-vitesse, puissance, inertie.

### Transmission

Système de transmission. Optimisation du rapport de transmission : accélération, résolution.

Caractérisation. Lissage du couple.

### Aspects thermiques

Caractérisation thermique. Résistance thermique équivalente. Constante de temps thermique.

### Alimentation et commande

Réseau. Adaptation de tension. Adaptation de courant. Démarrage, freinage. Redresseurs.

Convertisseurs à commutation. Commandes de commutation. Protection et réglage.

### Caractérisation des moteurs

Caractéristiques de couple. Relation couple-inertie. Pré-dimensionnement.

### Caractéristiques externes des principaux moteurs

Caractéristiques de couple, de puissance et de rendement. Caractéristiques de réglage. Moteurs synchrones, auto-synchrones, courant-continu, asynchrones, spéciaux.

Moteurs piézo-électriques.

### Caractérisation d'un entraînement

Méthodologie de choix.

### Synthèse des paramètres de choix

Exemples.

## OBJECTIFS

The students will be able to choose an electric drive system adapted to an application. It will be as well about the choice of the motor as of the peripherals of the power supply, the protection and control. They will be also capable to choose an adequate modeling.

## CONTENU

### Introduction

Teaching goal. Field of application. Synthetic aspect.

### Load

External characteristics, starting, load-speed, power, inertia.

### Transmission

Transmission system. Transmission ratio optimization:

Acceleration, resolution.

Characterization. Torque ripple.

### Thermal aspects

Thermal characterization. Equivalent thermal resistances. Thermal time constant.

### Drive and control

Main. Voltage adaptation. Current adaptation. Starting, braking. Rectifiers.

Commutation converters. Commutation control. Protection and regulation.

### Motor characterization

Torque characteristics. Torque inertia. Pre-design.

### External characteristics of the main motors

Torque, power and efficiency characteristics. Torque-speed regulation. Synchronous, brushless DC, DC, induction and special motors. Piezoelectric motors.

### Electric drive characterization

Choice methodology.

### Synthesis

Examples.

## FORME DE L'ENSEIGNEMENT

ex cathedra avec démonstration expérimentale et exercices

## BIBLIOGRAPHIE

notes polycopiées

## LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

*Préalable requis :* Conversion électromécanique I, II, Automatique I, II

*Préparation pour :* Transducteurs et entraînements directs

## NOMBRE DE CREDITS

2

## SESSION D'EXAMEN

Printemps

## FORME DU CONTROLE

Oral

<b>Titre</b> VLSI DESIGN I / Conception VLSI I					
<b>Enseignant</b> Yusuf LEBLEBICI, professeur EPFL/SEL					
<b>Section/Filière(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obligatoire</b>	<b>Option</b>	<b>Heures totales</b>	<b>28</b>
Microtechnique/MNS	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<i>Par semaine</i>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Cours	2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Exercices	-
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Pratique	-

## GOALS

The course objective is to introduce the fundamental principles of VLSI circuit design, to examine the basic building blocks of large-scale digital integrated circuits, and to provide hands-on design experience with professional design (EDA) platforms.

## CONTENTS

1. Introduction to basic concepts: VLSI design styles
2. Main steps of VLSI design flow – hierarchical design
3. CMOS fabrication technology, limitations, origins of design rules, very deep sub-micron (VDSM) issues
4. Full-custom layout design examples
5. RC interconnect parasitics, their influence on performance
6. High-performance CMOS design techniques
  - Multi-input gates and complex gates
  - Optimization of logic depth
  - Optimization of power dissipation
7. Sub-system design and arithmetic architectures
  - Ripple-carry adders
  - Carry-lookahead adders (CLAs)
  - Carry-select adders (CSAs)
  - Serial-parallel multiplier
  - Parallel array multipliers
  - Shift registers
8. ASIC design guidelines
  - Synchronous circuit design
  - Clock buffering techniques
  - Pipelining techniques
  - Low-power VLSI design
  - Generation and distribution of clock signals

## OBJECTIFS

L'objectif de ce cours est de constituer une introduction aux principes fondamentaux du développement de circuits VLSI, d'examiner les blocs constitutifs élémentaires des circuits intégrés à grande échelle, ainsi que de proposer une expérience pratique de développement au moyen d'outils de design professionnels.

## CONTENU

1. Introduction aux concepts de base, techniques de développement VLSI
2. Principales étapes du flot de développement VLSI – design hiérarchique
3. Technologie de fabrication CMOS, limitations, origines des règles de design, problèmes liés au développement en technologies fortement submicroniques (VDSM)
4. Développement par dessin des plans de masque
5. Parasites d'interconnexion RC, leur influence sur les performances
6. Technique de développement VLSI haute performances
  - Porte à plusieurs entrées, et portes complexes
  - Optimisation de la profondeur logique
  - Optimisation de la dissipation de puissance
7. Développement de sous-systèmes et architectures arithmétiques
  - Additionneurs à propagation de retenue
  - Additionneurs "Carry Lookahead"
  - Additionneurs "Carry Select"
  - Multiplieurs série/parallèle
  - Multiplieurs à matrice parallèle
  - Registres à décalage
8. Règles de développement pour circuits dédiés
  - Développement de circuits asynchrones
  - Techniques d'amplification d'horloge
  - Techniques de pipelining
  - Développement VLSI faible consommation
  - Génération et distribution des signaux d'horloge

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT</b> ex cathedra, exercices pratiques	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> Cf. VLSI design II
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> Notes polycopiées	<b>SESSION D'EXAMEN</b>
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS</b> <i>Préalable requis :</i> <i>Préparation pour:</i> VLSI design II	<b>FORME DU CONTROLE</b> Continu

Titre		VLSI DESIGN II / Conception VLSI II		
Enseignant		Yusuf LEBLEBICI, professeur EPFL/SEL		
Section/Filière(s)	Semestre	Obligatoire	Option	Heures totales
Microtechnique/MNS	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	28
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Par semaine
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Cours
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• Exercices
				• Pratique

### OBJECTIFS

### GOALS

This course aims to familiarize the students with the design of very large-scale integrated (VLSI) circuits, using dedicated electronic design automation tools. Several functional blocks will be designed in practical exercises, and examples of system level integration will be shown.

Le but de ce cours est de familiariser les étudiants au développement VLSI de circuits par l'usage d'outils permettant l'automatisation de phases de conception de circuits électroniques. Plusieurs blocs fonctionnels seront développés dans le cadre d'exercices pratiques; de même, des exemples d'intégration au niveau système seront démontrés.

### CONTENTS

1. Introduction to VLSI CAD  
Overview of CAD systems. Concept of automated design flow. Top-down and bottom-up design approaches. Practical aspects of using CAD systems in design.

2. Physical Design Automation  
System-level partitioning and floor-planning. Logic partitioning. Module placement algorithms. Global and detailed routing algorithms. Design compaction methodologies. Performance-driven physical layout design.

3. Design Projects  
The students will participate in a series of collaborative design exercises where each project group is assigned a task, to be completed in 3-4 weeks. The complexity of the design assignments will increase progressively, leading up to system-on-chip (SoC) realization by the end of the semester.

### CONTENU

1. Introduction à la CAO pour la VLSI  
Revue des systèmes CAO. Flot de conception automatique. Approches descendante et montante. Aspects pratiques de l'utilisation d'outils CAO.

2. Conception physique automatique  
Partitionnement au niveau système et plan de masses. Partitionnement logique. Algorithmes de placement de modules. Algorithmes de routage global et de détail. Méthodologies de compaction. Conception de layout dirigée par les performances.

3. Projets de conception  
Les étudiants participeront à une série d'exercices collectifs de conception, à l'occasion desquels chaque groupe se verra assigné une tâche à terminer en 3 à 4 semaines. La difficulté des tâches assignées augmentera de façon progressive, conduisant à la réalisation de système monopuce (system-on-chip) au terme du semestre.

#### FORME DE L'ENSEIGNEMENT

ex cathedra, exercices pratiques

#### BIBLIOGRAPHIE

Notes polycopiées

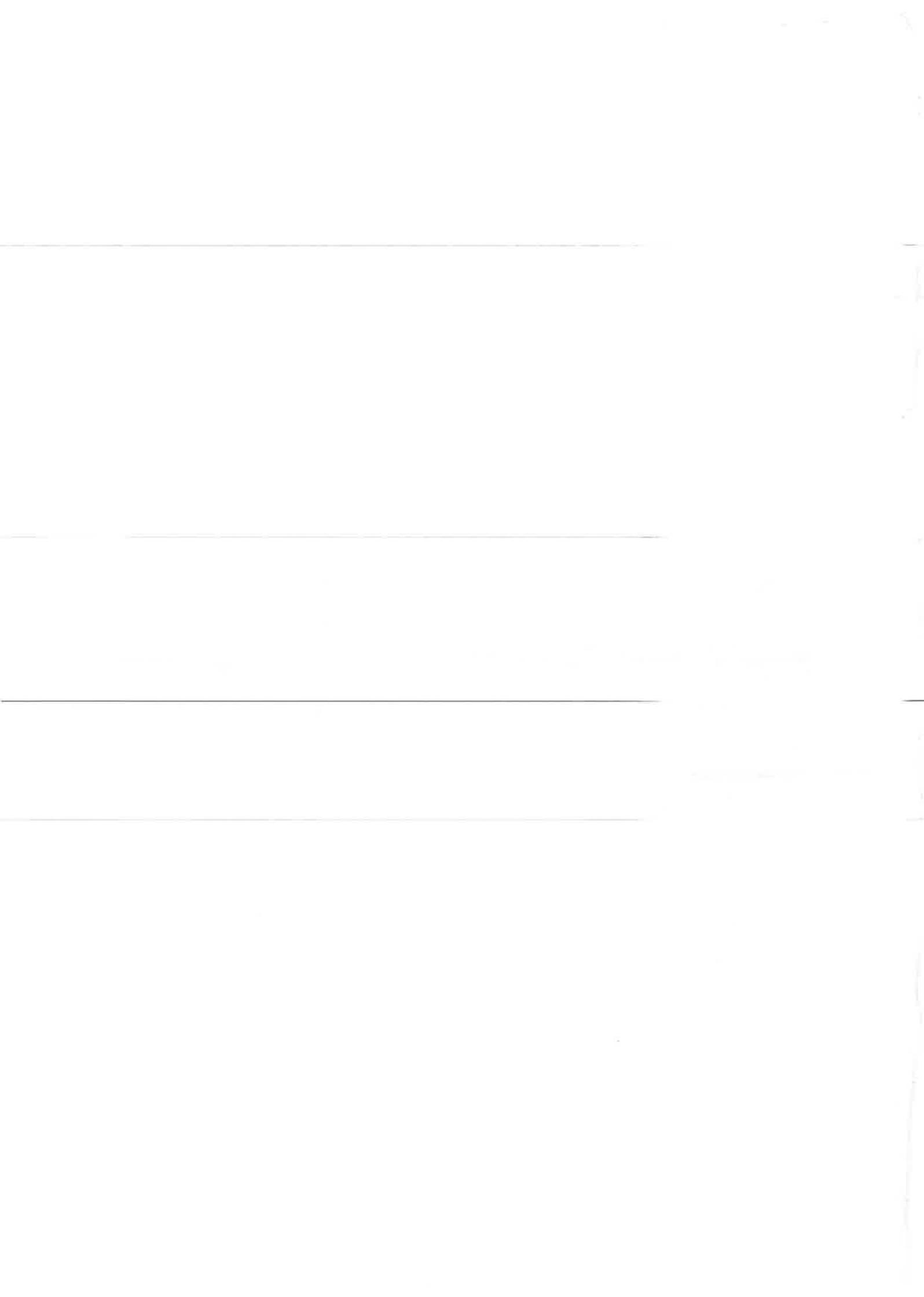
#### LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : VLSI design I, Modélisation de systèmes numériques  
Préparation pour:

NOMBRE DE CREDITS  
4

SESSION D'EXAMEN

FORME DU CONTROLE  
Continu





ÉCOLE POLYTECHNIQUE  
FÉDÉRALE DE LAUSANNE  
S U I S S E

## Immatriculation

### Service académique

EPFL, CH-1015 Lausanne  
Tél. 021 693 43 45  
Fax 021 693 30 88  
Web <http://www.epfl.ch/sac>

*Renseignements pour les études*  
Tél. 021 693 43 45  
Email [sac@epfl.ch](mailto:sac@epfl.ch)

*Renseignements pour le doctorat*  
Tél. 021 693 21 15 ou 021 693 44 56  
Email [simona.bucurescu@epfl.ch](mailto:simona.bucurescu@epfl.ch)  
Email [sandra.jacot-descombes@epfl.ch](mailto:sandra.jacot-descombes@epfl.ch)

*Renseignements pour les enseignements postgrades et la formation continue*  
Tél. 021 693 21 27 ou 021 693 21 79  
Email [maureen.coleman@epfl.ch](mailto:maureen.coleman@epfl.ch)  
Email [elisa.goetschi@epfl.ch](mailto:elisa.goetschi@epfl.ch)

*Ouverture du secrétariat*  
Lundi 10h - 15h15 non stop  
Mardi 10h - 15h15 non stop  
Mercredi 10h - 12h15 fermé l'après-midi  
Jeudi 10h - 15h15 non stop  
Vendredi 10h - 12h15 fermé l'après-midi

## Contrôle des habitants et police des étrangers

### Bureau des étrangers (commune de Lausanne)

Rue Beau-Séjour 8, CH-1003 Lausanne  
Tél. 021 315 11 11  
Fax 021 315 31 19

### Service de la population (canton)

Contrôle des habitants  
Av. de Beaulieu 19, 1014 Lausanne  
Tél. 021 316 46 46  
Fax 021 316 46 45  
Email [info.spop@vd.ch](mailto:info.spop@vd.ch)  
Web <http://www.dire.vd.ch/spop>

## Orientation aux études de diplôme

### Service d'orientation et conseil

EPFL, CH-1015 Lausanne  
Tél. 021 693 22 81 ou 83  
Fax 021 693 60 80  
Email [soc@epfl.ch](mailto:soc@epfl.ch)  
Web [www.epfl.ch/soc/](http://www.epfl.ch/soc/)

*Ouverture du secrétariat du lundi au vendredi de 10h à 12h30 ou sur rendez-vous*

### Office de la mobilité

EPFL, CH-1015 Lausanne  
Tél. 021 693 22 80  
Fax 021 693 60 80  
Email [soc@epfl.ch](mailto:soc@epfl.ch)  
Web [www.epfl.ch/soc/](http://www.epfl.ch/soc/)

*Ouverture du lundi au vendredi de 10h à 12h30 ou sur rendez-vous*

### Service social

EPFL, CH-1015 Lausanne  
Tél. 021 693 22 82 ou 84  
Fax 021 693 60 80  
Email [soc@epfl.ch](mailto:soc@epfl.ch)  
Web [www.epfl.ch/soc/](http://www.epfl.ch/soc/)

*Ouverture du lundi au vendredi de 10h à 12h30 ou sur rendez-vous*

### Bibliothèque centrale

EPFL, CH-1015 Lausanne  
Tél. 021 693 21 56 ou 57 ou 59  
Fax 021 693 51 00  
Email [info@bc.epfl.ch](mailto:info@bc.epfl.ch)  
Web <http://bcwww.epfl.ch/>

*Ouverture du lundi au vendredi de 8h à 22h  
Samedi de 9h à 17h  
Consulter l'horaire spécial des vacances*

## Logements pour étudiants

### Service du logement

Service des affaires socioculturelles  
Bâtiment du Rectorat et de l'Administration  
Université de Lausanne, CH-1015 Dorigny  
Tél. 021 692 21 21  
Email [logement@unil.ch](mailto:logement@unil.ch)  
Web <http://www.unil.ch/logement>

*Ouverture du lundi au vendredi de 10h à 14h*

### Fondation Maisons pour étudiants

Avenue de Rhodanie 64, CH-1007 Lausanne  
Tél. 021 617 81 54 et 617 81 56  
Fax 021 617 81 66  
Email [info@fmel.ch](mailto:info@fmel.ch)  
Web <http://www.fmel.ch>

### Centre universitaire catholique

Bd de Grancy 31, CH-1006 Lausanne  
Administration, Mme Mottironi  
Tél. et Fax 021 617 01 51  
Email [foyer\\_cuc@bluewin.ch](mailto:foyer_cuc@bluewin.ch)

### Foyers le Cazard & le Valentin

Pré-du-Marché 15, CH-1004 Lausanne  
Tél. 021 320 52 61  
Fax 021 312 79 85  
Email [info@lecazard.ch](mailto:info@lecazard.ch)  
Web [www.lecazard.ch](http://www.lecazard.ch)

### Planète bleue

Maison pour étudiants  
Rue de Genève 76, CH-1004 Lausanne  
Tél. 021 625 06 06  
Fax 021 625 06 04  
Web <http://www.unil.ch/planetebleue/>



ÉCOLE POLYTECHNIQUE  
FÉDÉRALE DE LAUSANNE  
S U I S S E

**Section de Microtechnique (SMT)**

BM - Ecublens, CH-1015 Lausanne  
Tél. 021 693 39 25 ou 48 37  
Fax 021 693 78 00  
Email [marie-jose.seywert@epfl.ch](mailto:marie-jose.seywert@epfl.ch)  
Web <http://smt.epfl.ch>

SMTS