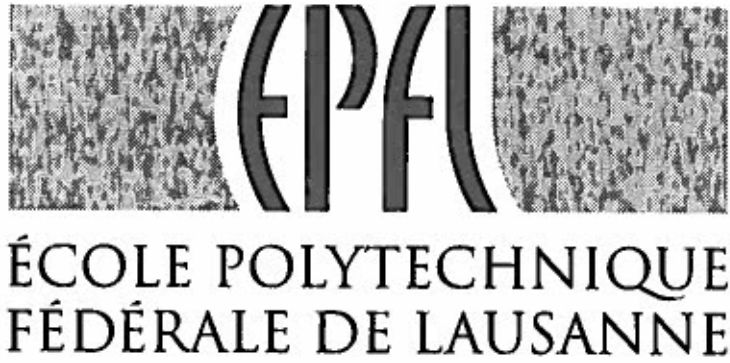


**Physique**  
Livret des cours

**Physics**  
Catalogue of courses

**EPFL**



## TABLE DES MATIÈRES

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

## INFORMATIONS GENERALES

### Organisation des études

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

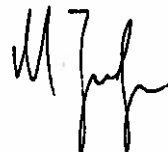
Les douze voies de formation débutent par un **premier cycle** de deux ans dont l'essentiel consiste en une formation en sciences de base (mathématiques, physique, chimie, informatique et sciences du vivant), complétée d'une initiation à la profession d'ingénieur ou d'architecte. Une proportion de 10%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

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

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

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

Professeur Marcel Jufer



Vice-président de la formation

## INFORMATIONS GENERALES

### A. Etudes de diplômes

#### ① Eventail des sections

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

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

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

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

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

#### ② Inscription

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

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

#### ③ Périodes des cours

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

#### ④ Périodes des examens

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

### B. Renseignements et démarches

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

##### Visa

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

Les visas de "touristes" ne peuvent en aucun cas être transformés en visas pour études après l'arrivée en Suisse.

##### Etudiants étrangers sans permis de séjour

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

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

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

## INFORMATIONS GENERALES

### Etudiants étrangers avec permis de séjour B

Documents à présenter dans tous les cas :

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

### Etudiants mariés

Le BUREAU DES ETRANGERS ne délivre aucun permis de séjour aux conjoints (sauf s'ils sont eux aussi immatriculés), ni à leurs enfants. 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 97/98) 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 592.-. 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 GENERALES

### 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 diplôme et postgrades. Pour ces dernières, la connaissance de l'anglais peut être exigée.

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

## C. Vie pratique

### ① Coût des études

#### Budget

Le budget annuel indicatif est le suivant :

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

#### Frais courant d'entretien

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

Les coûts du matériel scolaire varient sensiblement. En début de formation, les étudiants doivent parfois s'équiper pour le dessin, acheter des machines à calculer, etc. Les cours photocopiés 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

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

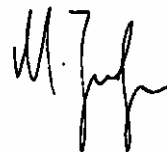
The twelve courses of study start with a first cycle of two years of which the main part is the study of basic science subjects (mathematics, physics, chemistry, computer science and life sciences), to which is added an introduction to the profession of engineer or architect. A proportion of 10% of this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

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

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

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

Professeur Marcel Jufer



Vice-président de la formation



## GENERAL INFORMATION

### A. Study information

#### ① Departments

Diploma courses are held in the following departments:

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

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

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

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

#### ② Enrolment

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

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

#### ③ Course dates

Winter semester : end October to mid-February

Summer semester : mid-March to end June

#### ④ Exam dates

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

### B. Information and procedure

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

##### *Visas*

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

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

##### Foreign students without resident permits

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

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

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

## GENERAL INFORMATION

### Foreign students with a B permit

Documents to be provided:

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

### Married students

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

### Prolongation of student visas

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

## ② Registration, tuition fees and exemptions

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

### Registration and tuition fees

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

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

### Exemptions

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

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

## ③ Accident and health insurance

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

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

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

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

## ④ Mobility

The "office de la mobilité" organises student exchanges.

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

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

## ⑤ Social services

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

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

## GENERAL INFORMATION

### ⑥ Official study documents

#### Academic calendar

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

#### Timetables

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

### ⑦ Teaching language

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

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

### ① Study costs

#### Budget

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

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

#### General costs

SF 500.- a month should be allowed for food. Books and study material costs vary considerably. At the start of the diploma course, students may have to equip themselves with drawing material, calculators, etc. Photocopies printed by the EPFL help to reduce costs, but a minimum of SF 1'200.- a year should be allowed to be able to study without being too dependant on libraries and borrowed material.

A sum has to be set aside for leisure which is an indispensable part of student life. About SF 30.- should be allowed to go to the theatre and about SF 12.- to SF 15.- to the cinema.

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

### ② Lodgings

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

#### Lodgings office

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

This office centralises all the offers of rooms to let, in the town or near to the University or the EPFL. These can be rooms in private homes or independent rooms (prices vary between 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 2001 - 2002

### INFORMATIONS GENERALES

#### IMPORTANT

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

#### DUREE DES SEMESTRES

**HIVER : du 22 octobre 2001 au 8 février 2002 = 14 semaines**  
Interruption du 22 décembre 2001 au 6 janvier 2002

**ETE : du 11 mars 2002 au 21 juin 2002 = 14 semaines**  
Interruption du 29 mars au 7 avril 2002 (Pâques)

#### PERIODES DES EXAMENS EN 2002

Session de printemps : du 11 février au 02 mars 2002

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

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

#### SITES WEB

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

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

#### BRANCHES D'EXAMENS

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

#### DELAJ

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

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

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

#### ABREVIATIONS

SAC : Service académique

SOC : Service d'Orientation et Conseil

#### PERIODE DES COURS POUR 2002-2003

Semestre d'hiver : du 21.10.2002 au 07.02.2003

Semestre d'été: du 10.03.2003 au 20.06.2003

#### PERIODE DES COURS POUR 2003-2004

Semestre d'hiver : du 20.10.2003 au 06.02.2004

Semestre d'été: du 08.03.2004 au 18.06.2004

**AOUT 2001**

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

**SEPTEMBRE 2001**

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

**OCTOBRE 2001**

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

vendredi 26 octobre **dernier délai de paiement des finances de cours du semestre d'hiver**  
**dernier délai pour le dépôt des nouvelles candidatures pour une bourse de la Commission sociale (Mme Vinckenbosch - SOC)**

### **NOVEMBRE 2001**

Jeudi 1<sup>er</sup> novembre **Jusqu'au 19.11.2001 : inscription par le WEB aux examens de 2<sup>ème</sup> cycle pour la session de printemps**

vendredi 2 novembre Journée de la science

mardi 6 novembre **jusqu'au 09.11.2001 : "Forum EPFL 2001" rencontre entre les étudiants et les entreprises. Présentations d'entreprises, conférences**

vendredi 9 novembre **pour les étudiants : dernier délai de soumission du dossier de motivation avec une liste des cours proposés aux professeurs responsables pour la formation complémentaire (disponible à la réception du Service académique)**

lundi 12 novembre **jusqu'au 14.11.2001 : "Forum EPFL 2001" Présentations d'entreprises, stands d'exposition, entretiens de recrutement**

vendredi 16 novembre **pour les Chefs de département : dernier délai pour la remise des noms des experts aux examens propédeutiques I,II et aux examens de 2<sup>ème</sup> cycle (sauf aux branches de diplôme) pour les sessions de printemps, d'été et d'automne 2002 (Mme Müller - SAC)**

lundi 19 novembre **dernier délai d'inscription par le WEB aux examens de 2<sup>ème</sup> cycle pour la session de printemps**

vendredi 23 novembre **pour les secrétariats de département dernier délai de validation des inscriptions aux examens de 2<sup>ème</sup> cycle pour la session de printemps**

### **DECEMBRE 2001**

vendredi 14 décembre **ECHANGE USA - CANADA : dernier délai pour le dépôt des candidatures (Mme Reuille - SOC)**  
**dernier délai d'inscription aux examens propédeutiques I,II (session extraordinaire de printemps)**

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

mardi 18 décembre **pour les Chefs de département : dernier délai pour la remise des demandes de propositions de modifications de plans d'études et règlements d'application 2002-2003 (M. Festeau - SAC)**



vendredi 21 décembre            **dès 18h00 : vacances de Noël jusqu'au 07 janvier 2002 à 08h00**  
**dès 18h00 : vacances de Noël jusqu'au 03 janvier 2002 à 08h00 pour**  
**les diplômants effectuant leur travail pratique**

## JANVIER 2002

lundi 7 janvier                    **08h15 : reprise des cours**

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

mardi 8 janvier                    **pour les enseignants : dernier délai de remise des noms et adresses des**  
**experts pour la défense des travaux pratiques de diplôme (Mme Müller -**  
**SAC) (Sauf départements d'architecture et systèmes de communication)**

lundi 28 janvier                    **jusqu'au 08.02.2002 : rendus et commissions d'examens des travaux**  
**pratiques d'architecture**

## FEVRIER 2002

vendredi 1<sup>er</sup> février                **dernier délai de retrait aux branches des examens de 2<sup>ème</sup> cycle pour la**  
**session de printemps (Mme Müller - SAC)**  
**fin du semestre d'hiver uniquement pour les étudiants de 4<sup>ème</sup> année de**  
**la section de Systèmes de communication**  
**affichage de l'horaire des examens de 2<sup>ème</sup> cycle de la session de**  
**printemps**

vendredi 8 février                **pour les étudiants : dernier délai de remise de la feuille d'inscription au**  
**semestre d'été 2002 (Mme Bovat – SAC)**  
**18h00 : fin des cours du semestre d'hiver pour toutes les sections**  
**sauf Systèmes de communication (4<sup>ème</sup> année)**  
**jusqu'au 11.03.2002 : vacances de printemps**

lundi 11 février                    **jusqu'au 23.02.2002 : examen de 4<sup>ème</sup> année pour les étudiants de la**  
**section de Systèmes de communication**  
**jusqu'au 02.03.2002 : examens de 2<sup>ème</sup> cycle de la session de printemps**

jeudi 14 février                    **pour les Chefs de département : dernier délai de dépôt des documents**  
**servant à la préparation des plans d'études et règlements d'application**  
**2002-2003 (M. Festeau - SAC)**

- vendredi 15 février **pour les conseillers d'études** : dernier délai pour la remise des propositions de courses d'études (seulement pour les voyages d'une semaine) (M. Matthey – Service financier)
- samedi 16 février **pour les étudiants** : dernier délai de remise des projets et rapports des TP aux enseignants (Sauf département d'architecture)
- vendredi 22 février **jusqu'à 12h00** : rendu des travaux pratiques de diplôme dans les secrétariats de département (Sauf départements d'architecture et systèmes de communication)  
**dernier délai d'inscription** aux divers prix (Mlle Loup - SAC)  
 envoi de la convocation à la défense du travail pratique de (Sauf départements d'architecture et systèmes de communication)  
 envoi de l'horaire des examens propédeutiques I,II de la session extraordinaire de printemps
- samedi 23 février **pour les enseignants** : dernier délai pour la remise des notes de travaux pratiques du semestre d'hiver 2001-2002 (M. Gerber - SAC) et affichage au Service académique pour la rentrée du 11.03.2002
- lundi 25 février envoi des bulletins semestriels du CMS
- jeudi 28 février **début des cours à EURECOM** pour les étudiants de 4<sup>ème</sup> année de la section Systèmes de communication
- MARS 2002**
- samedi 2 mars (midi) **pour les enseignants** : dernier délai pour remettre au Service académique (M. Gerber – 2116) les notes des épreuves théoriques des examens de 2<sup>ème</sup> cycle
- lundi 4 mars **jusqu'au 09.03.2002** : voyages d'études de la 3<sup>ème</sup> année de Génie mécanique, Microtechnique, Electricité, Systèmes de communication, Physique, Mathématiques, Informatique, Matériaux  
**jusqu'au 09.03.2002** : voyages d'études de la 4<sup>ème</sup> année de Génie civil, Génie rural, Chimie et des 2<sup>ème</sup>, 3<sup>ème</sup> et 4<sup>ème</sup> années d'architecture  
 au cas où les dates ci-dessus ne conviendraient pas, le choix est laissé aux enseignants, avec l'accord des étudiants, de fixer le voyage d'études une autre semaine durant les vacances de printemps ou dans la semaine suivant Pâques (1<sup>er</sup> au 06 avril 2002)
- Mercredi 6 mars **jusqu'au 09.03.2002** : journées scientifiques et pédagogiques

- lundi 11 mars **08h15 : début des cours du semestre d'été**  
**jusqu'au 18.03.2002** : défense des travaux pratiques de diplôme (Sauf départements d'architecture et systèmes de communication)  
**jusqu'au 20.03.2002** : examens propédeutiques I,II (session extraordinaire de printemps)  
**dernier délai pour le dépôt des candidatures au semestre d'été pour une bourse de la Commission sociale (Mme Vinckenbosch - SOC)**
- jeudi 14 mars **dernier délai d'inscription** aux programmes de mobilité avec les universités de Grande-Bretagne et d'Irlande
- mercredi 20 mars Affichage et jury des prix Grenier et Stucky dans la salle GCBC30
- jeudi 21 mars **jusqu'au 26.03.2002 : CONTROLE ET ANALYSE DES RESULTATS** des travaux pratiques de diplôme au niveau des départements (Sauf départements d'architecture et systèmes de communication)  
**dernier délai de paiement des finances de cours du semestre d'été**
- vendredi 22 mars **pour les Chefs de département** : dernier délai pour la remise de la liste "Mise à jour des doctorants" (Mme Bucurescu – SAC)
- samedi 23 mars (midi) **pour les enseignants** : dernier délai pour remettre au Service académique (M. Gerber – 2116) les notes des épreuves théoriques des examens propédeutiques I, II de la session extraordinaire de printemps
- lundi 25 mars **jusqu'au 26.03.2002 : CONTROLE ET ANALYSE DES RESULTATS** des examens propédeutiques I,II de la session extraordinaire au niveau des départements
- mercredi 27 mars **pour les Chefs de section : CONFERENCE DES NOTES** des travaux pratiques de diplôme et des examens propédeutiques I,II de la session extraordinaire de printemps au niveau de l'École, à 08h00 dans la salle de direction du Bâtiment polyvalent  
 envoi des bulletins de diplôme et des examens propédeutiques I,II de la session extraordinaire de printemps  
 affichage de la liste des diplômés au Service académique dès 17h00 (Sauf départements d'architecture et systèmes de communication)
- jeudi 28 mars exposition des travaux pratiques de diplôme du DGR
- vendredi 29 mars **jusqu'au 07.04.2002 : interruption des cours (Pâques)**
- AVRIL 2002**
- mardi 2 avril **jusqu'au 22.04.2001** : inscriptions aux examens par le Web pour le 2<sup>ème</sup> cycle
- lundi 8 avril **08h15 : reprise des cours**

- Mercredi 10 avril **échange avec la Suède** : dernier délai d'inscription pour un échange en Suède (Mme Reuille, SOC)
- Samedi 13 avril Journée magistrale et cérémonie de collation des diplômes d'ingénieurs
- lundi 22 avril **dernier délai d'inscription aux branches des examens de 2<sup>ème</sup> cycle pour les sessions d'été et d'automne par le WEB.**
- vendredi 26 avril **pour les secrétariats de département** : dernier délai de validation des inscriptions aux examens de 2<sup>ème</sup> cycle pour les sessions d'été et d'automne
- lundi 29 avril **EUROPE - SUISSE** : dernier délai d'inscription aux programmes de mobilité (Mme Reuille - SOC) sauf pour la Suède
- MAI 2002**
- jeudi 9 mai Ascension (jour férié)
- vendredi 10 mai affichage des travaux pratiques de diplôme d'architecture
- lundi 13 mai **jusqu'au 17.05.2002** : jury des travaux de diplôme d'architecture et prix SVIA
- vendredi 17 mai **pour les étudiants** : dernier délai de remise de la feuille d'inscription provisoire au semestre d'hiver 2002-2003 (Mme Bovat – SAC)  
**CONTROLE ET ANALYSE DES RESULTATS** des travaux pratiques de diplôme pour la section d'Architecture au niveau du département
- lundi 20 mai Pentecôte (jour férié)
- mardi 21 mai **jusqu'au 21.06.2002** : exposition des travaux de diplôme de la section d'Architecture
- mercredi 22 mai course d'études des classes du CMS, de 1<sup>ère</sup> et 2<sup>ème</sup> années de toutes les sections sauf Architecture et Systèmes de communication  
course d'études des classes de 3<sup>ème</sup> année de Génie civil, Génie rural, Chimie  
course d'études des classes de 4<sup>ème</sup> année de Génie mécanique, Microtechnique, Electricité, Physique, Mathématiques, Informatique, Matériaux
- jeudi 23 mai **CONFERENCE DES NOTES** des travaux pratiques de diplôme de la section d'Architecture à 11h00 (salle à confirmer)  
envoi des bulletins de diplôme de la section d'Architecture

- lundi 27 mai                   **jusqu'au 14.06.2001** : inscriptions aux examens propédeutiques I et II par le Web pour toutes les sections sauf architecture  
**jusqu'au 21.06.2001** : inscriptions aux examens propédeutiques I et II par le Web pour la section d'architecture
- vendredi 31 mai               **dernier délai d'inscription** à l'examen d'admission pour la session d'été  
affichage de l'horaire des examens des 1<sup>er</sup> et 2<sup>ème</sup> cycles de la session d'été  
cérémonie de collation des diplômes d'architectes
- JUIN 2002**
- jeudi 6 juin                   **VIVAPOLY 2002** : fête de l'Ecole
- lundi 10 juin                 **jusqu'au 21.06.2002** : rendus et commissions d'examens des travaux pratiques d'architecture
- vendredi 14 juin             **dernier délai d'inscription** (sauf pour les architectes) aux examens propédeutiques I,II pour la session d'été  
**dernier délai de retrait** (sauf pour les architectes) aux examens propédeutiques I,II (M. Gerber - SAC) et aux branches des examens de 2<sup>ème</sup> cycle (Mme Müller - SAC) pour la session d'été
- vendredi 21 juin             **dernier délai d'inscription** (seulement pour les architectes) aux examens propédeutiques I,II pour la session d'été  
**dernier délai de retrait** (seulement pour les architectes) aux examens propédeutiques I,II (M. Gerber - SAC) et aux branches des examens de 2<sup>ème</sup> cycle (Mme Müller - SAC) pour la session d'été  
**pour les étudiants** : dernier délai pour la remise des projets et rapports de TP aux enseignants (1<sup>er</sup> cycle) (Sauf département d'architecture)  
**18h00 : fin des cours du semestre d'été**
- mardi 25 juin               **pour les enseignants** : dernier délai pour la remise des notes des branches pratiques de 1<sup>ère</sup> et 2<sup>ème</sup> années de la section de Chimie (M. Gerber – SAC)
- vendredi 28 juin             **pour les étudiants** : dernier délai pour la remise des projets et rapports de TP aux enseignants (2<sup>ème</sup> cycle) (Sauf département d'architecture)
- JUILLET 2002**
- lundi 1<sup>er</sup> juillet             **jusqu'au 20.07.2002** : examens de 2<sup>ème</sup> cycle (sauf Architecture)  
**jusqu'au 20.07.2002** : examens propédeutiques I,II (sauf Architecture)
- vendredi 5 juillet           cérémonie de collation des diplômes de la section de Systèmes de communication à Sophia Antipolis

- lundi 8 juillet                    **jusqu'au 20.07.2002** : examens de 2<sup>ème</sup> cycle d'Architecture  
**jusqu'au 20.07.2002** : examens propédeutiques I,II d'Architecture
- mercredi 10 juillet              Conférence des notes (ratification des résultats du CMS) de 10h00 à 12h00  
dans la salle BS/280  
envoi des bulletins semestriels du CMS
- vendredi 12 juillet                **pour les enseignants** : dernier délai pour la remise des notes de branches  
pratiques au Service académique (M. Gerber - SAC)
- lundi 15 juillet                    **dernier délai d'inscription** à l'EPFL pour les étudiants étrangers
- samedi 20 juillet (midi)         **pour les enseignants** : dernier délai pour remettre au Service académique  
(M. Gerber – 2116) les notes des épreuves théoriques des examens  
propédeutiques I, II et de 2<sup>ème</sup> cycle
- vendredi 26 juillet                Commission d'admission (admission des porteurs de certificats étrangers  
de fin d'études secondaires)
- lundi 29 juillet                    **jusqu'au 30.07.2002** : **CONTROLE ET ANALYSE DES RESULTATS** des  
examens propédeutiques I,II et des épreuves théoriques de l'examen  
d'admission au travail pratique de diplôme au niveau des départements
- mercredi 31 juillet                **dernier délai d'inscription** à l'EPFL pour les étudiants suisses  
**pour les Chefs de section** : **CONFERENCE DES NOTES** des examens  
propédeutiques I,II et des épreuves théoriques de l'examen d'admission au  
travail pratique de diplôme au niveau de l'École, de 08h00 à 12h00 dans la  
salle de direction au Bâtiment polyvalent  
envoi des bulletins propédeutiques I,II et des examens de 2<sup>ème</sup> cycle
- AOUT 2002**
- jeudi 1<sup>er</sup> août                      **Fête Nationale**
- mercredi 14 août                 **jusqu'au 02.09.2001** : inscriptions aux examens propédeutiques I et II par  
le Web pour toutes les sections
- jeudi 15 août                        **dernier délai d'inscription** à l'examen d'admission pour la session  
d'automne
- vendredi 16 août                    **pour les Chefs de département** : dernier délai pour la remise des noms  
des experts aux branches de diplôme pour la session d'automne 2002  
(Mme Müller - SAC)

**SEPTEMBRE 2002**

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

JPF/FG/15.06.2001

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

du 10 août 1999

---

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

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

*arrête :*

**Chapitre premier Dispositions générales**

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

**Art. 1** Objet

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

**Art. 2** Champ d'application

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

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

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

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

**Section 2 Définitions générales**

**Art. 3** Contrôle

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

#### **Art. 14** Conférence des notes

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

---

<sup>3</sup> RS 172.021

<sup>4</sup> RS 414.138.2

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

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

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

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

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

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

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

**Art. 20** Livrets des cours

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

**Art. 21** Sessions d'examens

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

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

**Art. 22** Moyennes

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

**Art. 23** Conditions de réussite

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

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

**Art. 24** Répétition

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

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

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

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

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

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

#### **Art. 25 Crédits**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

#### **Art. 28** Préalables

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

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

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

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

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

Les livrets des cours publiés par les départements indiquent :

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

#### **Art. 31** Nature du contrôle

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

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

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

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

#### **Art. 33** Répétition

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

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

**Art. 34 Rattrapage**

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

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

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

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

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

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

**Art. 36 Déroulement**

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

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

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

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

**Art. 37 Condition de réussite**

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

**Art. 38 Répétition**

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

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

**Art. 39 Moyenne finale du diplôme**

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

**Art. 40** Diplôme et titre

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

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

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

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

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

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

**Art 42** Dispositions transitoires

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

**Art. 43** Entrée en vigueur

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

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

Le président, prof. P. Aebischer

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

<sup>5</sup> Non publiée au RO



## EPFL - SECTION DE PHYSIQUE

### TABLE DES MATIÈRES

Plan d'études de la Section de Physique 2001/2002	34
Règlement d'application du contrôle des études de la Section de Physique de l'EPFL	38
Liste des cours de la section de physique	41
Liste alphabétique des enseignants	54
Descriptions des enseignements de la section de physique	57
Enseignements de service	172
Descriptions des enseignements de service et cours spéciaux	173

---



ÉCOLE POLYTECHNIQUE  
FÉDÉRALE DE LAUSANNE

# PLAN D'ÉTUDES PHYSIQUE

## 2001 - 2002

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

<b>Chef de département</b>	<b>Prof. G. Margaritondo</b>
<b>Chef de section</b>	<b>Prof. Ch. Gruber</b>
<b>Conseillers d'études :</b>	
1ère année	<b>Prof. M.Q. Tran</b>
2ème année	<b>Prof. H. Brune</b>
3ème année	<b>Prof. A. Baldereschi</b>
4ème année	<b>Prof. J.-J. Meister</b>
Diplômants	<b>Prof. J. Buttet</b>
<b>Coordinateur STS</b>	<b>Prof. J.-P. Ansermet</b>
<b>Administratrice</b>	<b>Mme A. Ekmark</b>

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

# PHYSIQUE

SEMESTRE	Les enseignants sont indiqués sous réserve de modification		1			2			3			4			
			c	e	p	c	e	p	c	e	p	c	e	p	
<b>Matière</b>	<b>Enseignants</b>														
<b>Mathématiques :</b>															
Analyse I,II (en français) ou	Ratiu	DMA	4	4		4	4								224
Analyse I,II (en allemand)	Wohlhauser	DMA	4	4		4	4								224
Algèbre linéaire I,II	Thévenaz J. (UNIL)	MAF	3	2		3	2								140
Analyse numérique	Quarteroni	DMA				2	1								42
Analyse III,IV	Stuart	DMA							3	2		3	2		140
Probabilité et statistique	Pfister	DMA							2	2					56
<b>Physique :</b>															
Physique I+II	Benoit + Benoit/D'Anna	DP	4	2		5	2								182
Physique III,IV	Martin J.-L.	DP							4	2		4	2		168
Mécanique analytique	Mila	PHF							2	2					56
Physique TPD	Gremaud	DP									4			4	112
Physique quantique I	Gruber	DP										2	2		56
Expérimentation numérique I	Baldereschi/Posternak	DP										1		1	28
<b>Chimie et Biologie :</b>															
Chimie appliquée	Friedli	DC							2	1					42
Sciences du vivant	Vogel H.	DC										2	1		42
<b>Informatique :</b>															
Informatique I+II	Petitpierre + Gerstner	DI	2		2	2	2								112
<b>Option I :</b>															
- Astrophysique : objets célestes	Hauck	PHF										2	1		42
- Initiation aux sciences des communications	Bungarzeanu	DE										2	/		42
- Structure de la matière condensée	Martin J.-L./Chapuis	DP/PHF										2	/		42
<b>Technologies :</b>															
Introduction à la métrologie	Schalfer/Gremaud	DP	1		3										56
Initiation à l'électronique	Declercq	DE							2	1					42
<b>Enseignement Science-Technique-Société (STS) :</b>															
Cours STS			2			2			2			2			112
- Histoire des sciences I,II	Zuppiroli	DP	2			2									56
- Histoire de la technique I,II	Grinevald	STS	2			2									56
- Introduction à l'économie A1,AII	Baranzini/Thalmann	DA							2			2			56
- Introduction au droit B + Droit contractuel et industriel	Haldy J.	STS							2			2			56
- Options STS de base : selon programme de l'Ecole avec l'accord du conseiller d'études	Divers enseignants	STS	2			2			2			2			112
<b>Totaux : Tronc commun</b>			16	8	5	18	9	2	17	10	4	16	8	5	
<b>Totaux : Par semaine</b>			29			29			31			29			
<b>Totaux : Par semestre</b>			406			406			434			406			

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

# PHYSIQUE

SEMESTRE	Les enseignants sont indiqués sous réserve de modification	Enseignants	Voie I						Voie II						
			5			6			5			6			
			c	e	p	c	e	p	c	e	p	c	e	p	
<b>Physique :</b>															
Physique quantique II		Gruber DP	2	2					2	2					56
Physique du solide I,II		Schneider W.D. DP	2	2		2	2		2	2		2	2		112
Physique statistique I		Droz M. DP	2	2					2	2					56
Electrodynamique classique		Martin Ph. DP				2	2					2	2		56
Physique nucléaire et corpusculaire I		Schneider O. PHF	2	2					2	2					56
Physique mathématique		Kunz DP				2	2								56
<b>Option II :</b>			2	2											56
- Méthodes mathématiques de la Physique		Pfister DMA	2	2											56
- Autre cours à choisir parmi les cours de Mathématiques de second cycle offerts par le DMA		Divers enseignants DMA	2	2											56
<b>Options III et IV :</b>						4	4								112
- Physique statistique II		vacat DP				2	2								56
- Physique nucléaire et corpusculaire II		Schneider O. PHF				2	2								56
- Astrophysique		Hauck PHF				2	2								56
<b>Biologie :</b>															
Biophysique I		Meister/Civelekoglu DP							2	2					56
<b>Options V, VI, VII</b>												6	6		168
- Biophysique II		vacat DP										2	2		56
- Hydrodynamique		Deville DGM										2	2		56
- Optique I		Deveand-Ptédran DP										2	2		56
- Physique des neutrons		Chawla DP										2	2		56
- Physique des plasmas I		Tran Minh Q. DP										2	2		56
<b>Branches pratiques :</b>															
Physique TPA		Sanjines DP				7			7			7			196
Expérimentation numérique II		Baldereschi/Posternak DP	1		1				1		1				28
Introduction aux techniques de construction		Schmid Ph./Ichino DP				(1)						(1)			
<b>Enseignement Science-Technique-Société (STS) :</b>															
Cours STS			2			2			2			2			56
- Management de projets MBO		Mlynek DE	2						2						28
- Marketing		Smadja HEC	2						2						28
- Histoire des mathématiques I,II		Sesiano DMA	2			2			2			2			56
- Histoire de l'architecture		Corthésy/Luthi DA				2						2			28
- Communication professionnelle A I,II		Gaxer STS	2			2			2			2			56
- Création d'entreprise et innovation		Micol UHD				2						2			28
- Options STS de base : selon programme de l'Ecole avec l'accord du conseiller d'études		Divers enseignants STS	2			2			2			2			56
<b>Divers:</b>															
Séminaire de physique		Conseiller d'études DP				(1)			(1)			(1)			(1)
<b>Totaux : Tronc commun</b>			13	10	8	12	10	7	13	10	8	12	10	7	
<b>Totaux : Par semaine</b>			31			29			31			29			
<b>Totaux : Par semestre</b>			434			406			434			406			

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



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

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

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

arrête :

**Article premier - Champ d'application**

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

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

**Article 2 - Examen propédeutique I**

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

	coefficient
<b>Branches d'examen</b>	
1. Analyse I,II (écrit)	3
2. Algèbre linéaire I,II (oral)	1.5
3. Algèbre linéaire I,II (écrit)	1.5
4. Analyse numérique (écrit)	1
5. Physique I,II (écrit)	2
6. Physique I,II (oral)	2

**Branches de semestre**

7. Introduction à la métrologie, Labo (hiver)	1
8. Informatique, projet (hiver+été)	2
9. Cours STS (hiver+été)	1

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

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

**Art. 3 - Examen propédeutique II**

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

	coefficient
<b>Branches d'examen</b>	
1. Analyse III,IV (écrit)	3
2. Probabilité et statistique (oral)	1
3. Physique III,IV (oral)	1.5
4. Physique III,IV (écrit)	1.5

5. Chimie (oral)	1
6. Mécanique analytique (écrit)	1
7. Sciences du vivant (écrit)	1
8. Physique quantique I (écrit)	1
9. Option I (oral)	1

**Branches de semestre**

10. Physique, TPD (hiver)	1
11. Physique, TPD (été)	1
12. Initiation à l'électronique (hiver)	1
13. Expérimentation numérique I (TP) (été)	0.5
14. Cours STS (hiver+été)	1

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

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

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

**Art. 4 - Système de crédits**

1 Le total des crédits à obtenir est de 120 au minimum dont 35 pour les branches de diplôme. Dans la règle, ils sont acquis en deux ans, la durée maximale pour les obtenir étant limitée à quatre ans et un minimum de 60 crédits devant être obtenu dans les deux premières années.

2 Les enseignements du 2e cycle sont répartis en deux blocs " Cours de base " et " Branches pratiques ", et le groupe des cours de diplôme.

3 Après deux ans d'études au 2e cycle, l'étudiant qui n'a pas obtenu les 40 crédits du bloc " Cours de base " et 20 crédits du bloc " Branches pratiques " ne peut plus se réinscrire.

4 Pour chaque branche, les crédits sont obtenus si la note est égale ou supérieure à 4.

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

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

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

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

### Art. 5 - Préalables

1 L'étudiant doit se conformer aux préalables spécifiés dans le livret des cours pour suivre certains enseignements de 4<sup>ème</sup> année.

2 Pour présenter les branches de diplôme, l'étudiant doit détenir les 85 crédits des blocs : "cours de base" et "branches pratiques".

3 Pour entreprendre le travail pratique de diplôme, l'étudiant doit avoir acquis au minimum les 120 crédits requis selon l'article 7.

### Art. 6 - Projet d'ingénieur

1 Le bloc "Branches pratiques" comprend un projet d'ingénieur sous forme d'un stage effectué dans l'industrie, dans une institution jugée équivalente, ou dans un autre département de l'école, et agréé par le département de Physique.

2 D'une durée de quatre semaines au moins, le stage s'effectue, entre les semestres, depuis l'été de la 2<sup>ème</sup> année et avant le début du 8<sup>ème</sup> semestre.

3 Les modalités d'évaluation du stage font l'objet de directives internes au département.

### Art. 7 - Approfondissement

1 Au 2<sup>ème</sup> cycle, L'étudiant choisit l'un des 2 domaines d'approfondissement :

- Voie I
- Voie II

2 La voie I est orientée vers la Physique mathématique, microscopique et fondamentale, alors que la voie II est orientée vers les Sciences de l'ingénieur et les Sciences du vivant.

### Art. 8 - Examen d'admission au travail pratique de diplôme

1 Le bloc "Cours de base" donne droit à **40 crédits**.

#### Tronc commun

Branches d'examen de 3e année (session de printemps)	
1. Physique statistique I	4
2. Physique quantique II	4
3. Physique du solide I	4
4. Physique nucléaire et corpusculaire I	4
Branches d'examen de 3e année (session d'été)	
5. Physique du solide II	4
6. Electrodynamique classique	4

#### Voie I

Branches d'examen de 3e année (session de printemps)	
7a. Option II	4
Branches d'examen de 3e année (session d'été)	
8a. Physique mathématique	4
9a. Option III	4
10a. Option IV	4

#### Voie II

Branches d'examen de 3e année (session de printemps)	
7b. Biophysique I	4
Branches d'examen de 3e année (session d'été)	
8b. Option V	4
9b. Option VI	4
10b. Option VII	4

2 Le bloc "branches pratiques" donne droit à **45 crédits**, dont 20 en 3<sup>ème</sup> année et 25 en 4<sup>ème</sup>.

	crédits
Branches de semestre de 3e année	
1. Physique, TPA (hiver)	7
2. Physique, TPA (été)	7
3. Cours STS (hiver+été)	4
4. Expérimentation numérique II (TP) (hiver)	2
Branches de semestre de 4e année	
5. Projet d'ingénieur (hiver ou été)	5
6. TP IV (hiver)	8
7. TP IV (été)	8
8. Projet STS (hiver+été)	4

3 Les branches de diplôme donnent droit à **35 crédits**.

### Art. 9 - Cours de diplôme

1 Les crédits associés aux branches de diplôme s'acquièrent de façon indépendante, par réussite individuelle de chaque branche.

2 Les cours annuels donnent droit à 7 crédits et les cours semestriels à 3,5 crédits.

3 Le choix des branches doit être ratifié par le conseiller d'études.

### Art. 10 - Travail pratique de diplôme

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

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

### Art. 11 - Diplôme

Le diplôme est décerné à l'étudiant ayant obtenu au minimum 120 crédits selon les conditions fixées à l'article 7 et ayant réussi le travail pratique de diplôme.

## Chapitre 3 : Dispositions finales

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

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

**Art. 13 - Entrée en vigueur**

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

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

Le président

P. Aebischer

Le vice-président de la formation

M. Jufer



## LISTE DES COURS DE LA SECTION DE PHYSIQUE

<i>Titre du cours</i>	<i>Enseignant(s)</i>	<i>Semestre(s)</i>	<i>Page(s)</i>
-----------------------	----------------------	--------------------	----------------

<b>1<sup>er</sup> Cycle</b>
-----------------------------

**Mathématiques :**

Analyse I, II ou	Ratiu	1er, 2e	57, 58
Analysis I, II (en allemand)	Wohlhauser	1er, 2e	59, 60
Algèbre linéaire I, II	Thévenaz J.	1er, 2e	61, 62
Analyse numérique	Quarteroni	2e	63
Analyse III, IV	Stuart	3e, 4e	64, 65
Probabilité et statistique	Pfister	3e	66

**Physique :**

Physique I	Benoit,	1er	67
Physique II	Benoit/D'Anna	2e	68
Physique III, IV	Martin J.L.	3e, 4e	69, 70
Mécanique analytique	Mila	3e	71
Travaux pratiques de physique	Gremaud	3e, 4e	72
Physique quantique I	Gruber	4e	73
Expérimentation numérique I	Baldereschi/Posternak	4e	74

**Chimie et Biologie :**

Chimie appliquée	Friedli	3e	75
Sciences du vivant	Vogel H.	4e	76

**Informatique :**

Informatique I	Petitpierre	1er	77
Informatique II	Gerstner	2e	78

**Option I : [1 cours à choisir parmi les options proposées]**

Astrophysique : objets célestes	Hauck	4e	79
Initiation aux sciences des communications	Bungarzeanu	4e	80
Structure de la matière condensée	Martin J.L./ Chapuis	4e	81

**Technologies :**

Introduction à la métrologie	Gremaud/Schaller	1er	82
Initiation à l'électronique	Declerq	3e	83



EPFL - SECTION DE PHYSIQUE

## LISTE DES COURS

5<sup>ème</sup> et 6<sup>ème</sup> semestres

### VOIE I

**2ème Cycle**

**3ème année**

**Voie I**

<i>Titre du cours</i>	<i>Enseignant(s)</i>	<i>Semestre(s)</i>	<i>Page(s)</i>
<b>Physique :</b>			
Physique quantique II	Gruber	5e	91
Physique du solide I, II	Schneider W.D.	5e 6e	92, 93
Physique statistique I	Droz M.	5e	94
Electrodynamique classique	Martin Ph.	6e	95
Physique nucléaire et corpusculaire I	Schneider O.	5e	96
Physique mathématique	Kunz	6e	97
<b>Option II : [1 cours à choisir parmi les options proposées]</b>			
Méthodes mathématiques de la physique	Pfister	5e	98
Autre cours à choisir parmi les cours de second cycle offerts par le DMA, soit :	<i>[dans la mesure où leur horaire est compatible avec l'emploi du temps des physiciens]</i>		
Approximation numérique par décomposition de domaines	Quarteroni	5e	99
Formes bilinéaires symétriques	Bayer Flückiger	5e	100
Inférence Monte Carlo	Davison	5e	101
Logique et théorie des ensembles	Buser	5e	102
Modèles statistiques linéaires	Helbling	5e	103
Modélisation mathématique de l'ADN (I)	Maddocks	5e	104
Théorèmes limites des probabilités	Ben Arous	5e	105
<b>Option III et IV : [2 cours à choisir parmi les options proposées]</b>			
Physique statistique II	vacat	6e	106
Physique nucléaire et corpusculaire II	Schneider O.	6e	107
Astrophysique	Hauck	6e	108

<i>Titre du cours</i>	<i>Enseignant(s)</i>	<i>Semestre(s)</i>	<i>Page(s)</i>
<b>Branches pratiques :</b>			
Travaux pratiques de physique avancés	Sanjinés	5e, 6e	115
Expérimentation numérique II	Baldereschi/ Posternak	5e	116
Introduction aux techniques de construction	Sanjines/ Schmid/Ichino	5e	117

**Enseignement Science-Technique-Société (STS) :** [1 cours à choisir parmi les options proposées]

**Cours STS**

Management de projets MBO	Mlynek	5e	118
Marketing	Smadja	5e	119
Histoire mathématiques I, II	Sesiano	5e, 6e	120, 121
Histoire de l'architecture	Corthésy/Luthi	6e	122
Communication prof. A I, II	Gaxer	5e 6e	123, 124
Création d'entreprise et innovation	Micol	6e	125
Options STS de base : selon programme de l'Ecole avec l'accord du conseiller d'études	Divers enseignants		

EPFL - SECTION DE PHYSIQUE

## LISTE DES COURS

5<sup>ème</sup> et 6<sup>ème</sup> semestres

### VOIE II

## 3<sup>ème</sup> année

### Voie II

<i>Titre du cours</i>	<i>Enseignant(s)</i>	<i>Semestre(s)</i>	<i>Page(s)</i>
<b>Physique :</b>			
Physique quantique II	Gruber	5e	91
Physique du solide I, II	Schneider W.D.	5e 6e	92, 93
Physique statistique I	Droz M.	5e	94
Electrodynamique classique	Martin Ph.	6e	95
Physique nucléaire et corpusculaire I	Schneider O.	5e	96
<b>Biologie :</b>			
Biophysique I	Meister/Civelekoglu	5e	109
<b>Options V, VI, VII : [3 cours à choisir parmi les options proposées]</b>			
Biophysique II	vacat	6e	110
Hydrodynamique	Deville	6e	111
Optique I	Deveaud-Plédran	6e	112
Physique des neutrons	Chawla	6e	113
Physique des plasmas I	Tran M.Q.	6e	114
<b>Branches pratiques :</b>			
Travaux pratiques de physique avancés	Sanjinés	5e, 6e	115
Expérimentation numérique II	Baldereschi/ Posternak	5e	116
Introduction aux techniques de construction	Sanjines/ Schmid/Ichino	5e	117
<b>Enseignement Science-Technique-Société (STS) : [1 cours à choisir parmi les options proposées]</b>			
<b>Cours STS</b>			
Management de projets MBO	Mlynek	5e	118
Marketing	Smadja	5e	119
Histoire mathématiques I, II	Sesiano	5e, 6e	120, 121
Histoire de l'architecture	Corthésy/Luthi	6e	122
Communication prof. A I, II	Gaxer	5e 6e	123, 124
Création d'entreprise et innovation	Micol	6e	125
Options STS de base : selon programme de l'Ecole avec l'accord du conseiller d'études	Divers enseignants		

EPFL - SECTION DE PHYSIQUE

## LISTE DES COURS

7<sup>ème</sup> et 8<sup>ème</sup> semestres

### VOIE I



## 4<sup>ème</sup> année

### Voie I

#### Cours de diplôme :

**L'équivalent d'au moins 5 cours annuels à choisir parmi  
les options de physique disponibles à l'EPFL et l'UNIL**

Le choix des branches doit être ratifié par le conseiller d'études

\* = cours annuels ne pouvant pas être décomposés en cours semestriels

<i>Titre du cours</i>	<i>Enseignant(s)</i>	<i>Semestre(s)</i>	<i>Page(s)</i>
<b>Cours à option :</b>			
Caractérisation des microstructures	Buffat/Stadelmann	8e	126
Chap. choisis de physique théorique I, II	De Los Rios, vacat	7e 8e	127, 128
Chap. ch. en physique de la matière condensée	vacat		[ce cours n'est pas donné en 2001/2002]
Champs quantiques relativistes	Chapochnikov	7e, 8e	129
Dispositifs électroniques à semiconducteurs +	Ilegems	7e	130
Dispositifs optiques à semiconducteurs	Ilegems	8e	131
Electrodynamique quantique	Reuse	8e	132
Génie médical I : Physique du système cardiovasculaire +	Stergiopoulos	7e	133
Génie médical II : Techniques biomédicales	Meister	8e	134
Introduction à l'électrodynamique et optique quantiques	Reuse	7e	135
Mécanique quantique avancée I, II	Macris, Mila	7e, 8e	136, 137
*Méthodes expérimentales en physique I, II	Bonard/Buffat/ Ganière	7e, 8e	138
Microscopie électronique +	Martin J.L./Buffat	7e	139
Caractérisation des microstructures	Buffat/Stadelmann	8e	126
Optique II, III	Kapon	7e, 8e	140, 141
Optique quantique	Schwendimann	8e	142
*Phénomènes non linéaires et chaos	Kunz	7e, 8e	143, 144
*Physique des matériaux I, II	Mari, Baluc/Carrard	7e, 8e	145

<i>Titre du cours</i>	<i>Enseignant(s)</i>	<i>Semestre(s)</i>	<i>Page(s)</i>
Physique des plasmas II, III	Appert/Fasoli, Lister	7e, 8e	146, 147
*Physique des surfaces, interfaces + Clusters	Monot/Schneider W.D. Brune Kern/Barth	7e	148 149
Physique des systèmes énergétiques I, II	Chawla/Favrat Chawla/Haldi	7e	150 151
*Physique du solide avancée I, II	Mila	7e, 8e	152, 153
Physique statistique avancée I, II	Martin Ph., Macris	7e, 8e	154, 155
Physique théorique avancée I, II	vacat	7e 8e	156, 157
Réseaux de neurones et modélisation biologique	Gerstner	8e	158
*Relativité et cosmologie I, II	Gruber	7e, 8e	159
*Sciences du vivant I, II	Vogel H., Meister	7e, 8e	160, 161
Simulation numérique de systèmes physiques I, II	Pasquarello	7e, 8e	162, 163

**Cours à option UNIL :**

Accélération des particules et optique des faisceaux	Perroud	7e	164
Des petites molécules aux bio-macromolécules	Haacke/Dietler/ Chergui	7e 8e	165
Détection de particules ionisantes	Loude	8e	166
Les astroparticules en astrophysique et cosmologie	Bay/Chapochnikov	8e	167
Modèles nucléaires	Schneider O.	7e	168
Particules élémentaires I, II	Bay	7e, 8e	169
Phénomènes ultrarapides	Chergui	7e, 8e	170
Réactions nucléaires et plasma de quarks et gluons	Morel/Bay	8e	171

EPFL - SECTION DE PHYSIQUE

## LISTE DES COURS

7<sup>ème</sup> et 8<sup>ème</sup> semestres

### VOIE II

## 4<sup>ème</sup> année

### Voie II

Cours de diplôme :

**Un cours d'ingénieurs I et II**  
**(cours de 2<sup>ème</sup> cycle du programme des départements d'ingénieur)**  
**et**

**L'équivalent d'au moins 4 cours annuels à choisir parmi**  
**les options de physique disponibles à l'EPFL et l'UNIL**

Le choix des branches doit être ratifié par le conseiller d'études

\* = cours annuels ne pouvant pas être décomposés en cours semestriels

<i>Titre du cours</i>	<i>Enseignant(s)</i>	<i>Semestre(s)</i>	<i>Page(s)</i>
Un cours d'ingénieurs I, II (à choix parmi les cours de 2 <sup>ème</sup> cycle du programme des départements d'ingénieur) agrée par le conseiller d'études		7e 8e	
<b>Cours à option :</b>			
Caractérisation des microstructures	Buffat/Stadelmann	8e	126
Chap. choisis de physique théorique I, II	De Los Rios, vacat	7e 8e	127, 128
Chap. ch. en physique de la matière condensée	vacat		[ce cours n'est pas donné en 2001/2002]
Champs quantiques relativistes	Chapochnikov	7e, 8e	129
Dispositifs électroniques à semiconducteurs +	Ilegems	7e	130
Dispositifs optiques à semiconducteurs	Ilegems	8e	131
Electrodynamique quantique	Reuse	8e	132
Génie médical I : Physique du système cardiovasculaire +	Stergiopoulos	7e	133
Génie médical II : Techniques biomédicales	Meister	8e	134
Introduction à l'électrodynamique et optique quantiques	Reuse	7e	135
Mécanique quantique avancée I, II	Macris, Mila	7e, 8e	136, 137

<i>Titre du cours</i>	<i>Enseignant(s)</i>	<i>Semestre(s)</i>	<i>Page(s)</i>
*Méthodes expérimentales en physique I, II	Bonard/Buffat/ Ganière	7e, 8e	138
Microscopie électronique + Caractérisation des microstructures	Martin J.L./Buffat	7e	139
Optique II, III	Buffat/Stadelmann	8e	126
Optique quantique	Kapon	7e, 8e	140, 141
*Phénomènes non linéaires et chaos	Schwendimann	8e	142
*Physique des matériaux I, II	Kunz	7e, 8e	143, 144
Physique des plasmas II, III	Mari, Baluc/Carrard	7e, 8e	145
*Physique des surfaces, interfaces + Clusters	Appert/Fasoli, Lister	7e, 8e	146, 147
Physique des systèmes énergétiques I, II	Monot/Schneider W.D. Brune	7e	148
*Physique du solide avancée I, II	Kern/Barth	8e	149
Physique statistique avancée I, II	Chawla/Favrat	7e	150
Physique théorique avancée I, II	Chawla/Haldi	8e	151
Réseaux de neurones et modélisation biologique	Mila	7e, 8e	152, 153
*Relativité et cosmologie I, II	Martin Ph., Macris	7e, 8e	154, 155
*Sciences du vivant I, II	vacat	7e 8e	156, 157
Simulation numérique de systèmes physiques I, II	Gerstner	8e	158
Accélération des particules et optique des faisceaux	Gruber	7e, 8e	159
Des petites molécules aux bio- macromolécules	Vogel H., Meister	7e, 8e	160, 161
Détection de particules ionisantes	Pasquarello	7e, 8e	162, 163
<b>Cours à option UNIL :</b>			
Accélération des particules et optique des faisceaux	Perroud	7e	164
Des petites molécules aux bio- macromolécules	Haacke/Dietler/ Chergui	7e 8e	165
Détection de particules ionisantes	Loude	8e	166
Les astroparticules en astrophysique et cosmologie	Bay/Chapochnikov	8e	167
Modèles nucléaires	Schneider O.	7e	168
Particules élémentaires I, II	Bay	7e, 8e	169
Phénomènes ultrarapides	Chergui	7e, 8e	170
Réactions nucléaires et plasma de quarks et gluons	Morel/Bay	8e	171

## LISTE ALPHABÉTIQUE DES ENSEIGNANTS

<i>Nom de l'enseignant</i>	<i>Page(s)</i>
Appert Kurt	146
Baldereschi Alfonso	74, 116
Baluc Nadine	145
Baranzini Andrea	87, 88
Barth Johannes	149
Bay Aurelio	167, 169, 171
Bayer Flückiger Eva	100
Ben Arous Gérard	105
Benoit Willy	67, 68
Bonard Jean-Marc	138
Brune Harald	148
Buffat Philippe	126, 138, 139, 148
Bungarzeanu Cristian	80
Buser Peter	102
Carrard Michel	145
Chapochnikov Mikhail E.	129, 167
Chapuis Gervais	81
Chawla Rakesh	113, 150, 151
Chergui Majed	165, 170
Civelekoglu Esma Gul	109
Corthésy Bruno	122
D'Anna Gianfranco	68
Davison Antony	101
Declercq Michel	83
De Los Rios Paolo	127, 128
Deveaud-Plédran Benoît	112
Deville Michel	111
Dietler Giovanni	165
Droz Michel	94
Fasoli Ambrogio	146
Favrat Daniel	150
Friedli Claude	75
Ganière Jean-Daniel	138
Gaxer Walter	123, 124
Gerstner Wulfram	78, 158
Gremaud Gérard	72, 82
Grinevald Jacques	86(a), 86(b)
Gruber Christian	73, 91, 159

<i>Nom de l'enseignant</i>	<i>Page(s)</i>
Haacke Stefan	165
Haldi Pierre-André	151
Haldy Jacques	89, 90
Hauck Bernard	79, 108
Helbling Jean-Marie	103
Ichino Alessandro	117
Ilegems Marc	130, 131
Kapon Eli	140, 141
Kern Klaus	149
Kunz Hervé	97, 143, 144
Lister Jonathan	147
Loude Jean-François	166
Luthi Dave	122
Macris Nicolas	136, 155
Maddocks John	104
Mari Daniele	145
Martin Jean-Luc	69, 70, 81, 139
Martin Philippe A.	95, 154
Meister Jean-Jacques	109, 134, 161
Micol Jean	125
Mila Frédéric	71, 137, 152, 153
Mlynek Daniel	118
Monot René	148
Morel Christian	171
Pasquarello Alfredo	162, 163
Perroud Jean-Pierre	164
Petitpierre Claude	77
Pfister Charles-Ed.	66, 98
Posternak Michel	74, 116
Quarteroni Alfio	63, 99
Ratiu Tudor	57, 58
Reuse François	132, 135
Sanjinés Rosendo	115, 117
Schaller Robert	82
Schmid Pierre	117
Schneider Olivier	96, 107, 168
Schneider Wolf-Dieter	92, 93, 148
Schwendimann Paolo	142

<i>Nom de l'enseignant</i>	<i>Page(s)</i>
Sesiano Jacques	120, 121
Smadja Alain	119
Stadelmann Pierre	126
Stergiopoulos Nikos	133
Stuart Charles-A.	64, 65
Thalmann Philippe	87, 88
Thévenaz Jacques	61, 62
Tran Minh Quang	114
Vogel Horst	76, 160
Wohlhauser Alfred	59, 60
Zuppiroli Libero	84, 85



EPFL - SECTION DE PHYSIQUE

# DESCRIPTION DES COURS

1<sup>er</sup> Cycle et 2<sup>ème</sup> Cycle

2001/2002

<b>Titre :</b> ANALYSE I					
<b>Enseignant:</b> Tudor RATIU, Professeur EPFL/DMA					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 112
MATHÉMATIQUES.....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
PHYSIQUE.....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 4
MATH. PHYS. FACULTÉ..	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 4
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

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

**CONTENU**

Calcul différentiel et intégral des fonctions d'une variable.

- Notions fondamentales (nombres réels et complexes, limites)
- Fonctions
- Continuité
- Dérivées
- Développements limités
- Comportement local d'une fonction, maxima et minima
- Fonctions spéciales
- Intégrales définies et indéfinies
- Intégrales généralisées.

<p><b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Cours ex cathedra, exercices en salle.</p> <p><b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Calcul différentiel et intégral I et III, J. Douchet et B. Zwahlen, PPR 1993 et 1994.</p> <p><b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>  <i>Préalable requis:</i>  <i>Préparation pour:</i></p>	<p><b>FORME DU CONTROLE:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Exercices à rendre</li> <li>2. Un travail écrit</li> </ol>
---	---

<b>Titre : ANALYSE II</b>					
<b>Enseignant: Tudor RATIU, Professeur EPFL/DMA</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 112</i>
MATHÉMATIQUES.....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
PHYSIQUE.....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 4</i>
MATH. PHYS. FACULTÉ..	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices 4</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

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

**CONTENU**

Éléments d'équations différentielles ordinaires.

- Équations différentielles de premier ordre
- Équations différentielles de deuxième ordre à coefficients constants.

Calcul différentiel et intégral des fonctions de plusieurs variables.

- Fonctions de plusieurs variables
- Dérivées partielles, développements limités
- Maxima et minima, extrema liés
- Intégrales multiples.

<p><b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Cours ex cathedra, exercices en salle.</p> <p><b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Calcul différentiel et intégral II et IV, J. Douchet et B. Zwahlen, PPR 1997 et 1998</p> <p><b>LIEN AVEC D'AUTRES COURS:</b></p> <p><i>préalable requis:</i> Analyse I, Algèbre linéaire I.</p> <p><i>réparation pour:</i></p>	<p><b>FORME DU CONTROLE:</b></p> <p>1. Exercices à rendre 2. 2 travaux écrits</p>
---	---

<b>Titre :</b> ANALYSIS I IN DEUTSCHER SPRACHE / ANALYSE I EN ALLEMAND					
<b>Enseignant:</b> Alfred WOHLHAUSER, Professeur titulaire EPFL/DMA					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales:</b> 112
PHYSIQUE .....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
MA, INF.....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours</b> 4
GC, GR, GM .....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices</b> 4
EL, MT, MX, SSC.....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**ZIELSETZUNG / OBJECTIFS**

Anwendungsorientierte Basisvorlesung in deutscher Sprache, ausgerichtet auf die Bedürfnisse des Ingenieurs.  
 Cours de base en allemand, orienté vers les applications et les besoins de l'ingénieur.

**INHALT / CONTENU**

- Grenzwerte und Stetigkeit
- Komplexe Zahlen
- Differentialrechnung einer reellen Variablen
- Integration
- Unendliche Reihen
- Taylorreihen

<p><b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Vorlesung mit Uebungen in kleinen Gruppen.                  Cours, exercices en petits groupes.                  Le vocabulaire mathématique sera travaillé de façon bilingue /d/f).                  Das mathematische Vokabular wird zweisprachig erarbeitet (d/f).</p> <p><b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Wird in der Vorlesung bekanntgegeben.                  Sera communiquée au cours.</p> <p><b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b> Basisvorlesung/Cours de base</p> <p><i>Préalable requis:</i>  <i>Préparation pour:</i></p>	<p><b>FORME DU CONTROLE:</b></p> <p>Tests                  Travaux écrits</p>
---	---

<b>Titre :</b> ANALYSIS II IN DEUTSCHER SPRACHE / ANALYSE II EN ALLEMAND					
<b>Enseignant:</b> Alfred WOHLHAUSER, Professeur titulaire EPFL/DMA					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales:</b> 112
PHYSIQUE .....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
MA, INF.....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours</b> 4
GC, GR, GM .....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices</b> 4
EL, MT, MX, SSC.....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**ZIELSETZUNG / OBJECTIFS**

Anwendungsorientierte Basisvorlesung in deutscher Sprache, ausgerichtet auf die Bedürfnisse des Ingenieurs.  
 Cours de base en allemand, orienté vers les applications et les besoins de l'ingénieur.

**INHALT / CONTENU**

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

<p><b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Vorlesung mit Uebungen in kleinen Gruppen.                  Das mathematische Vokabular wird zweisprachig erarbeitet (d/f).</p> <p><b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Wird in der Vorlesung bekanntgegeben.                  Sera communiquée au cours.</p> <p><b>VERBUNDENHEIT MIT ANDEREN COURSEN:</b> Basisvorlesung/Cours de base</p> <p><i>préalable requis:</i></p> <p><i>réparation pour:</i></p>	<p><b>FORME DU CONTROLE:</b></p> <p>Tests                  Travaux écrits</p>
--	---

<b>Titre :</b> ALGÈBRE LINÉAIRE I					
<b>Enseignant:</b> Jacques THÉVENAZ, Professeur UNIL					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 70</b>
MATHÉMATIQUES.....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
PHYSIQUE.....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 3</i>
PHYSIQUE FACULTÉ.....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

L'objectif du cours est d'introduire les notions de base de l'algèbre linéaire et de démontrer rigoureusement les résultats principaux de ce sujet.

**CONTENU**

- **Notions d'algèbre :**  
Groupes, anneaux, corps, nombres complexes, polynômes, permutations.
- **Espaces vectoriels :**  
Indépendance linéaire, bases, dimension, sous-espaces, sommes directes.
- **Applications linéaires :**  
Noyaux, images, rang, matrices, déterminants.
- **Systèmes d'équations linéaires :**  
Opérations élémentaires, équivalence des matrices, matrices échelonnées.

<p><b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Cours ex cathedra et exercices en salle</p> <p><b>BIBLIOGRAPHIE:</b></p> <p><b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b> <i>Préalable requis:</i></p> <p><i>Préparation pour:</i> Algèbre linéaire II</p>	<p><b>FORME DU CONTROLE:</b></p> <p>Examen écrit et oral dans le cadre du 1er propédeutique</p>
---	---

<b>Titre :</b> ALGÈBRE LINÉAIRE II					
<b>Enseignant :</b> Jacques THÉVENAZ, Professeur UNIL					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 70</b>
MATHÉMATIQUES.....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
PHYSIQUE.....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 3</i>
PHYSIQUE FACULTÉ.....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

L'objectif du cours est d'introduire les notions de base de l'algèbre linéaire et de démontrer rigoureusement les résultats principaux de ce sujet.

**CONTENU**

- **Transformations linéaires :**  
Similitude des matrices, polynôme caractéristique, polynôme minimal, valeurs propres, vecteurs propres, triangularisation, diagonalisation, décompositions invariantes, formes de Jordan.
- **Formes bilinéaires et sesquilinéaires :**  
Formes linéaires, espace dual, formes bilinéaires, matrices symétriques, matrices hermitiennes, congruence des matrices, orthogonalisation, théorème de Sylvester.
- **Produits scalaires :**  
Orthonormalisation, matrices orthogonales, matrices unitaires, théorème spectral.

<p><b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Cours ex cathedra et exercices en salle</p> <p><b>BIBLIOGRAPHIE:</b></p> <p><b>LIEN AVEC D'AUTRES COURS:</b>  <i>préalable requis:</i> Algèbre linéaire I  <i>réparation pour:</i></p>	<p><b>FORME DU CONTROLE:</b></p> <p>Examen écrit et oral dans le cadre du 1er propédeutique</p>
---	---

<b>Titre : ANALYSE NUMÉRIQUE</b>					
<b>Enseignant: Luca FORMAGGIA, Chargé de cours EPFL/DMA</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 42</i>
PHYSIQUE .....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
PHYSIQUE FACULTÉ .....	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 2</i>
GÉNIE CIVIL.....	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices 1</i>
GÉNIE RURAL .....	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

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

**CONTENU**

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

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra et exercices en salle et sur ordinateurs	<b>FORME DU CONTROLE:</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> A. Quarteroni, R. Sacco et F. Saleri, « Méthodes Numériques pour le Calcul Scientifique », JSpringer-Verlag France, Paris 2000	Examen écrit au Propédeutique I
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	
<i>Préalable requis:</i> Analyse. Algèbre linéaire. Programmation	
<i>Préparation pour:</i>	



<b>Titre :</b> ANALYSE III					
<b>Enseignant :</b> Charles STUART, Professeur EPFL/DMA					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 70</i>
PHYSIQUE .....	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
PHYSIQUE FACUTLÉ .....	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 3</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Intentions de l'enseignant : présenter succinctement certains chapitres d'analyse élémentaire qui sont indispensables pour la physique et les mathématiques appliquées.

Objectifs pour l'étudiant : se familiariser avec certains outils importants d'analyse classique.

**CONTENU**

- Éléments d'analyse vectorielle : théorèmes de Gauss et Stokes.
- Éléments d'analyse complexe : théorème de Cauchy et ses applications.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra et exercices en salle.	<b>FORME DU CONTROLE:</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Cours d'Analyse vols. 1 et 2, PPUR.	Examen écrit Propédeutique II
<b>LIEN AVEC D'AUTRES COURS:</b>	
<i>préalable requis:</i> Analyse I et II.	
<i>préparation pour:</i>	

<b>Titre :</b> ANALYSE IV					
<b>Enseignant :</b> Charles STUART, Professeur EPFL/DMA					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 70</i>
PHYSIQUE .....	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
PHYSIQUE FACUTLÉ .....	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 3</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Intentions de l'enseignant : présenter succinctement certains chapitres d'analyse élémentaire qui sont indispensables pour la physique et les mathématiques appliquées.

Objectifs pour l'étudiant : se familiariser avec certains outils importants d'analyse classique.

**CONTENU**

- Introduction aux équations aux dérivées partielles.
- Transformée de Laplace
- Séparation des variables.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra et exercices en salle.	<b>FORME DU CONTROLE:</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Cours d'Analyse vol. 3, PPUR	Examen écrit Propédeutique II
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	
<i>Préalable requis:</i> Analyse I et II.	
<i>Préparation pour:</i>	

<b>Titre :</b> <b>PROBABILITÉ ET STATISTIQUE</b>					
<b>Enseignant:</b> <b>Charles-Ed. PFISTER, Professeur titulaire EPFL/DMA-DP</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 56</b>
PHYSIQUE .....	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

La théorie des probabilités joue un rôle important en physique. Le but du cours est d'initier les étudiants aux concepts de base, exposés dans des situations simples, mais formulés de façon à faciliter l'étude de textes plus approfondis.

**CONTENU**

- Epreuve, événement, probabilité.
- Modèle de Kolmogorov.
- Probabilité conditionnelle.
- Notion d'indépendance.
- Variable aléatoire, espérance, variance.
- Lois des grands nombres.
- Chaîne de Markov.
- Théorème de la limite centrale.
- Fluctuations.
- Traitement statistique d'une mesure expérimentale.
- Notion de test.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra et exercices en classe	<b>FORME DU CONTROLE:</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Ouvrages conseillés au cours	Exercices hebdomadaires
<b>LIEN AVEC D'AUTRES COURS:</b>	Examen oral
<i>Préalable requis:</i> Analyse I et II	
<i>Préparation pour:</i> Mécanique statistique	

<b>Titre :           PHYSIQUE I</b>					
<b>Enseignant:   Willy BENOIT, Professeur EPFL/DP</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 84</i>
PHYSIQUE .....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours           4</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices       2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

En mécanique l'étudiant devra connaître les lois générales de la cinématique et de la dynamique des systèmes matériels. Il saura décrire l'évolution de ces systèmes et trouver les forces responsables du mouvement.

**CONTENU**

**Mécanique :**

**Espace de configuration :** Vecteurs et tenseurs.

**Cinématique :** Cinématique du point et du solide. Oscillateur harmonique. Lois de Kepler. Analyse détaillée du mouvement central. Orbites dans l'espace de phase.

**Dynamique :** Bases de la mécanique newtonienne. Lois de Newton et théorème du moment cinétique. Analyse des forces. Puissance, travail, énergie.

**Dynamique du solide :** Moment cinétique et tenseur d'inertie. Dynamique dans les référentiels en mouvement. Mouvement oscillatoire. Résonance. Petits mouvements autour d'une position d'équilibre.

**Introduction à la relativité restreinte.**

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra et exercices dirigés en salle	<b>FORME DU CONTROLE:</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Mécanique Générale (C. Gruber et W. Benoit) et corrigés d'exercices	2 tests écrits + oral
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	Examen écrit au Propédeutique I
<i>Préalable requis:</i> Bonne formation au niveau maturité	
<i>Préparation pour:</i> Physique II	

<b>Titre :</b> <b>PHYSIQUE II</b>					
<b>Enseignant:</b> <b>Willy BENOIT, Professeur EPFL/DP,</b> <b>Gianfranco D'ANNA, Chargé de cours EPFL/DP</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 98</b>
PHYSIQUE .....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 5
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

En mécanique l'étudiant devra connaître les lois générales de la dynamique des systèmes matériels. Il saura décrire l'évolution des solides en mouvement.

En thermodynamique, l'étudiant devra acquérir une bonne compréhension de la notion de fonction d'état et des conditions d'équilibre thermodynamique d'un système.

**CONTENU**

**Mécanique :**

**Dynamique du solide :** Axes principaux d'inertie. Équations d'Euler. Toupie symétrique (Gyroscope). Problème à deux corps, mouvement central et diffusion, chocs et percussions, systèmes ouverts.

**Introduction à la mécanique analytique.**

**Thermodynamique :**

**Equilibre thermique.** Pression, température.

**Fonction d'état et premier principe.** Travail, chaleur. Energie, enthalpie. Rendement d'une machine thermique. Coefficients calorimétriques.

**Deuxième principe** Entropie. Rendement de Carnot. Transformation de Legendre. Energie libre. Enthalpie libre. Conditions d'équilibre.

**Nature statistique de l'entropie.** Relation de Boltzmann, entropie de mélange. Comportement thermique des solides. Distribution de Boltzmann Diagramme d'équilibre.

**Potentielle chimique, transition de phase, règle des phases.**

**Thermodynamique chimique** Equilibre chimique. Affinité. Loi d'action de masse.

**Thermodynamique des processus irréversibles.** Conduction de la chaleur. Diffusion de la matière.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra et exercices dirigés en salle	<b>FORME DU CONTROLE:</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Mécanique Générale (C. Gruber et W. Benoit) et corrigés d'exercices	2 tests écrits + oral
<b>LIEN AVEC D'AUTRES COURS:</b>	Examen écrit au Propédeutique I
<i>pré-requis:</i> Physique I, Analyse I	
<i>préparation pour:</i> Physique III et IV, Mécanique analytique	

<b>Titre : PHYSIQUE GÉNÉRALE III</b>					
<b>Enseignant: Jean-Luc MARTIN, Professeur EPFL/DP</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 84</b>
PHYSIQUE .....	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 4</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Connaître les phénomènes physiques et les lois qui les régissent. Savoir utiliser l'outil mathématique pour établir un lien entre le phénomène et sa formulation. Se familiariser avec la méthode expérimentale. Etudier quelques dispositifs qui mettent à profit les lois exposées.

**CONTENU**

**Electrodynamique**

- Electrostatique : les lois fondamentales, les champs, le potentiel électrique, l'équation de Laplace.
- Les conducteurs et les systèmes de conducteurs.
- Magnétostatique : les lois fondamentales, les champs, le potentiel vecteur, la loi de Biot Savart.
- Champs électrique et magnétique dans la matière (dia, para, ferro).
- Champs électromagnétiques dépendant du temps. Force électromotrice, loi d'induction. Equation de Maxwell.
- Energie du champ électromagnétique, vecteur de Poynting.
- Les ondes électromagnétiques.
- Quelques éléments de la théorie des potentiels (quadrivecteur, potentiel vecteur, potentiel scalaire, jauges) et du rayonnement (dipôle électrique oscillant).
- La supraconductivité.

**Introduction à la mécanique quantique et à la physique atomique**

Limites de la physique classique : rayonnement du corps noir, effet photoélectrique, effet Compton, expérience de Franck et Hertz, spectroscopie. Dualité onde-corpuscule : photon, principe d'incertitude, relation de de Broglie, électron, fonction d'onde et de densité de probabilité de présence. Fonction d'onde et équation de Schrödinger ; résolution de modèles à une dimension : Barrières de potentiel et puits de potentiel infini et fini, effet tunnel. Oscillateur harmonique. Atome d'hydrogène.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra	<b>FORME DU CONTROLE:</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Polycopiés, ouvrages conseillés	Examen écrit Propédeutique II
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	Examen oral Propédeutique II
<i>Préalable requis:</i> Mathématiques, Physique et Mécanique 1ère année	Contrôle continu durant le semestre avec bonus
<i>Préparation pour:</i> Physique IV	

<b>Titre :</b> <b>PHYSIQUE GÉNÉRALE IV</b>					
<b>Enseignant:</b> <b>Jean-Luc MARTIN, Professeur EPFL/DP</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 84</b>
PHYSIQUE .....	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 4
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Connaître les phénomènes physiques et les lois qui les régissent. Savoir utiliser l'outil mathématique pour établir un lien entre le phénomène et sa formulation. Se familiariser avec la méthode expérimentale. Etudier quelques dispositifs qui mettent à profit les lois exposées.

**CONTENU**

- Physique des corps déformables : la phénoménologie en général, les systèmes élastiques et visqueux newtoniens en particulier ; les notions de contraintes et de déformations en général (esquisse de description tensorielle), les systèmes isotropes en particulier.
  
- Physique des fluides : hydrostatique, hydrodynamique du fluide parfait (équations d'Euler et de Bernoulli), applications ; description générale de l'écoulement d'un fluide, équation de Navier Stokes, applications ; le nombre de Reynold (introduction à la similitude) ; les tourbillons libres ; les écoulements supersoniques.
  
- Phénomène de propagation ondulatoire, en particulier les ondes acoustiques et élastiques en relation avec ce qui précède : célérité, impédance, énergie ; effet Doppler ; perception du son.
  
- Introduction à la théorie de la relativité.

<p><b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra, démonstrations</p> <p><b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Polycopié, ouvrages conseillés</p> <p><b>LIEN AVEC D'AUTRES COURS:</b></p> <p><i>Pré-requis:</i> Calcul différentiel et intégral</p> <p><i>Préparation pour:</i> Cours de Physique de 3<sup>ème</sup> et 4<sup>ème</sup> années</p>	<p><b>FORME DU CONTROLE:</b></p> <p>Examen écrit Propédeutique II</p> <p>Examen oral Propédeutique II</p> <p>Le travail effectué pendant le semestre peut apporter jusqu'à 1 point de bonus</p>
--	--

<b>Titre : MÉCANIQUE ANALYTIQUE</b>					
<b>Enseignant: Frédéric MILA, Professeur UNIL</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i>
PHYSIQUE .....	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
PHYSIQUE FACUTLÉ .....	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Présentation des méthodes de la mécanique analytique (équations de Lagrange et de Hamilton) et introduction à l'étude des systèmes dynamiques (notions de stabilité, de chaos, d'attracteur).

**CONTENU**

1. **Rappels de mécanique newtonienne**
2. **Les équations de Lagrange**
  - Principe de d'Alembert.
  - Principe de moindre action.
  - Applications.
3. **Les équations de Hamilton**
  - Transformations de Legendre.
  - Transformations canoniques.
  - Méthode de Hamilton-Jacobi.
4. **Introduction aux systèmes dynamiques**
  - Notion de stabilité.
  - Systèmes Hamiltoniens : intégrabilité et chaos.
  - Systèmes dissipatifs : notion d'attracteur.

<p><b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra et exercices en salle.</p> <p><b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Polycopié</p> <p><b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b></p> <p><i>Préalable requis:</i> Physique générale, Analyse, Algèbre linéaire.</p> <p><i>Préparation pour:</i> Mécanique statistique, physique quantique.</p>	<p><b>FORME DU CONTROLE:</b></p> <p>Examen écrit Propédeutique II</p>
--	---



<b>Titre :</b> TRAVAUX PRATIQUES DE PHYSIQUE DÉBUTANTS					
<b>Enseignant:</b> Gérard GREMAUD, Chargé de cours EPFL/DP					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56/56</i>
PHYSIQUE .....	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
PHYSIQUE .....	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique 4</i>

**OBJECTIFS**

Acquérir la connaissance des phénomènes physiques de base ainsi que de leurs applications. En particulier, favoriser une assimilation de synthèse (phénomènes classés dans des chapitres différents, mais obéissant aux mêmes lois). Acquérir des connaissances concernant les méthodes d'observation et de mesure ainsi que la manipulation d'appareils et d'instruments. Développer les sens de l'initiative et de la créativité. Améliorer les techniques de rédaction de rapports et de présentation orale.

**CONTENU**

En rapport avec le contenu des cours de mécanique et de physique.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> En laboratoire à raison de 4h. par semaine	<b>FORME DU CONTROLE:</b>  Contrôle continu
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Notices photocopées	
<b>LIEN AVEC D'AUTRES COURS:</b>	
<i>Pré-requis:</i> Introduction à la métrologie	
<i>Préparation pour:</i>	

<b>Titre :</b> <b>PHYSIQUE QUANTIQUE I</b>					
<b>Enseignant:</b> <b>Christian GRUBER, Professeur EPFL/DP</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 56</b>
PHYSIQUE .....	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours</b> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices</b> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Familiariser l'étudiant avec les concepts, les méthodes et les conséquences de la physique quantique.

**CONTENU**

Introduction aux idées fondamentales de la mécanique quantique.

Structure mathématique : états, observables.

Postulats de la mécanique quantique.

Description de l'état à un instant donné et évolution temporelle.

Systèmes à une dimension : potentiels constants par morceau, oscillateur harmonique, oscillateur harmonique en présence d'un champ électrique.

Etude du moment cinétique.

Théorie des perturbations stationnaires.

<p><b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra, les exercices sont commencés en classe.</p> <p><b>BIBLIOGRAPHIE:</b> "Mécanique Quantique I-II", Cohen-Tannoudji, Diu, Lahoë (Hermann); "Introduction to Quantum Mechanics" D.J. Griffith (Prentice Hall 1995).</p> <p><b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b></p> <p><i>Préalable requis:</i> Cours de base de physique et mathématique du premier cycle.</p> <p><i>Préparation pour:</i> Physique des matériaux solides, physique nucléaire.</p>	<p><b>FORME DU CONTROLE:</b></p> <p>Examen écrit Propédeutique II</p>
--	---

<b>Titre :</b> EXPÉRIMENTATION NUMÉRIQUE I					
<b>Enseignant:</b> Alfonso BALDERESCHI, Professeur EPFL/DP/ Michel POSTERNAK, Chargé de cours EPFL/DP					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 28</b>
PHYSIQUE .....	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique 1</b>

**OBJECTIFS**

Initier l'étudiant à la solution de problèmes de physique avec des méthodes numériques.

L'étudiant apprendra à :

- Transcrire un problème de physique donné en un programme informatique
- Tester le code sur des problèmes particuliers dont on connaît la solution exacte
- Appliquer le code au problème donné
- Contrôler les erreurs liées à la représentation des nombres dans la mémoire d'un ordinateur
- Contrôler les erreurs liées aux approximations des algorithmes numériques
- Obtenir les résultats avec une erreur inférieure à un écart donné.

**CONTENU**

Introduction aux stations de travail.

Introduction au langage FORTRAN 90.

Introduction au logiciel graphique « gnuplot ».

Opérations mathématiques de base (recherche de racines, longueur d'une courbe, recherche d'extrema, intégration numérique).

Solutions par itération. Techniques d'extrapolation. Contrôle de la précision des résultats.

Représentation graphique des résultats.

Travaux pratiques de physique numérique en relation avec les systèmes physiques présentés dans les cours de physique I, II, et III et dont la solution fait appel aux algorithmes de base de l'analyse numérique.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra (cours) et en salle stations (travaux pratiques) à raison de 4 h toutes les 2 semaines.	<b>FORME DU CONTROLE:</b> Tests écrits
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Notes polycopiées.	
<b>LIEN AVEC D'AUTRES COURS:</b>	
<b>Pré-requis:</b> Physique I, II et III; Informatique I et II ; Analyse numérique.	
<b>Préparation pour:</b>	

<b>Titre :</b> CHIMIE APPLIQUÉE					
<b>Enseignant:</b> Claude FRIEDLI, Professeur EPFL/DC					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 42
PHYSIQUE	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
GÉNIE MÉCANIQUE.....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
MICROTECHNIQUE.....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 1
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

### 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

1. *Série périodique des éléments:* Relations entre position des éléments dans le tableau périodique et leurs propriétés physiques et chimiques, prédiction des réactivités.
2. *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).
3. *Thermodynamique:* Transformation de l'énergie chimique et prédiction, énergie interne, enthalpie, loi de Hess, énergie libre, thermodynamique des équilibres, pile électrique et corrosion.
4. *Cinétique:* Vitesse de réaction, ordre de réaction, mécanismes, théorie du complexe activé, catalyses et biocatalyse.
5. *Chimie organique:* Le carbone, hydrocarbures, groupes fonctionnels, composés industriels, composés naturels.
6. *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

<p><b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra avec démonstrations pratiques et exercices en salle</p> <p><b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Livre PPR + polycopié</p> <p><b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b></p> <p><i>Préalable requis:</i></p> <p><i>Préparation pour:</i> Cours nécessitant des connaissances de base de chimie</p>	<p><b>FORME DU CONTROLE:</b></p> <p>Examen oral Progrédeutique II</p>
--	---

<b>Titre : SCIENCES DU VIVANT</b>					
<b>Enseignant: Horst VOGEL, Professeur EPFL/DC</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42</b>
PHYSIQUE .....	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Comprendre et savoir interpréter les principales actions biochimiques et le fonctionnement des cellules comme conséquence des propriétés des molécules.

**CONTENU**

**1. Biochimie des systèmes vivants**

- Briques moléculaires : hydrates de carbone, lipides, protéines, acides nucléiques.
- Rappel de chimie et physico-chimie avec application particulière à la biochimie : représentation de structures, réactivité.

**2. Structure et fonction des molécules biologiques**

- Élucidation de la structure des protéines, des membranes et des ADN.
- Structure des protéines : stabilité, dénaturation, renaturation.
- Relation structure - fonction : méthodes théoriques et expérimentales utilisées en recherche.
- Désigner de nouvelles protéines.

**3. Les protéines comme machines moléculaires**

- Nature fondamentale des catalyseurs biologiques : exemples des fonctions des enzymes.
- Anticorps catalytiques.
- Transducteurs d'énergie et des signaux (capteurs, pompes, photosynthèse, moteurs).

**4. Gènes : réplication et expression**

- Structure et morphologie de la cellule.
- Stockage, transcription et traduction de l'information biologique : ADN, ARN, ribosomes.
- Régulation du flux d'information dans la cellule : induction, répression, régulateur, promoteur, opérateur.
- Expression des protéines. Transcription, traduction, modification post-traductionnelles et sécrétion.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra	<b>FORME DU CONTROLE:</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> L. Styer : "Biochemistry", Freeman 1995	Examen écrit propédeutique II
<b>LIEN AVEC D'AUTRES COURS:</b>	
<i>pré-requis:</i>	
<i>préparation pour:</i>	

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

**OBJECTIFS**

L'étudiant sera à même de :

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

**CONTENU**

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

**Applications**

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

<p><b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Cours sur ordinateur avec supervision du professeur et d'assistants</p> <p><b>BIBLIOGRAPHIE:</b> « Programmation orientée objets en C++ », T. Nouatin, Série Universel MultiMedia Press</p> <p><b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b></p> <p><i>Préalable requis:</i></p> <p><i>Préparation pour:</i></p>	<p><b>FORME DU CONTROLE:</b></p> <p>Travail écrit (sur papier)</p>
---	--

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

**OBJECTIFS**

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

**CONTENU**

**I What is computation?**

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

**II What is happening inside a computer?**

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

**III What is information?**

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

**IV What is intelligence?**

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

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

<b>Titre : ASTROPHYSIQUE : OBJETS CELESTES</b>					
<b>Enseignant: Bernard HAUCK, Professeur UNIL</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42</b>
PHYSIQUE .....	4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Donner aux étudiants une vue générale de l'astrophysique d'aujourd'hui et introduire les notions de base.

**CONTENU**

**Introduction :**

Les différents objets célestes; Les géomètres de l'Univers; Le spectre électromagnétique; Les télescopes.

**Notions élémentaires d'astronomie de position :**

Le mouvement diurne; Systèmes de coordonnées, Application.

**Les étoiles et la matière interstellaire :**

Photométrie; Spectres stellaires; Classification spectrale; Mouvements stellaires; Détermination des magnitudes absolues; Masses et rayons stellaires; le diagramme de Hertzsprung-Russel (HR); Matière interstellaire.

**Le système solaire :**

Le Soleil; Les planètes; Astéroïdes, météorites, comètes; Les planètes extrasolaires; Du prébiotique au vivant.

**Structure et évolution des étoiles :**

Généralités sur la formation stellaire; L'effondrement des nuages et les mécanismes initialisateurs de la formation stellaire; Structure d'une étoile; la relation masse-luminosité; Sources d'énergie dans une étoile; Scénario de l'évolution stellaire.

**Les galaxies et l'Univers :**

Les galaxies; Notre galaxie; L'Univers primordial; Les modèles d'Univers

<p><b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b></p> <p><b>BIBLIOGRAPHIE:</b> A. Acker <i>Astronomie - Introduction</i>, Masson 1992  P. Léna <i>Les Sciences du Ciel</i>, Flammarion, 1996</p> <p><b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b></p> <p><i>Préalable requis:</i> 1<sup>er</sup> propédeutique de physique ou de mathématiques</p> <p><i>Préparation pour:</i></p>	<p><b>FORME DU CONTROLE:</b></p>   <p>Examen oral</p>
--	--



<b>Titre :</b> INITIATION AUX SCIENCES DES COMMUNICATIONS					
<b>Enseignant:</b> Cristian BUNGARZEANU, Chargé de cours EPFL/DE					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales:</b> 42
PHYSIQUE .....	4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours</b> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices</b> 1
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Etre capable de

- Situer le problème général de la communication et les moyens techniques de le résoudre.
- Evaluer les potentialités, les limites et les perspectives des systèmes de transmission et des réseaux de télécommunications.
- Illustrer quelques phénomènes et propriétés physiques par leurs applications dans le domaine des communications.

**CONTENU**

- Les ingrédients de la communication : Notion de message, d'émetteur, de récepteur, de canal. Signaux et bruits. Temps réel et temps différé.
- Qu'est-ce que l'information ? : Types, sources, destinataires. Parole, sons, textes, images, données. Leurs caractéristiques.
- Types de canaux : Lignes, fibres optiques, ondes. Bande passante, rapport signal-sur-bruit. Propriétés et avantages.
- Bits, bauds, hertz et décibels : Jargon des télécommunications et sa motivation. Relation entre débit de moments, débit de décision.
- Adaptation du message au canal : Largeur de bande disponible, échantillonnage, modulation, codage, redondance, multiplexage.
- Les avantages du numérique : Régénération, conversion A/N, quantification et le bruit qu'elle induit.
- De la transmission point-à-point au réseau : Réseau d'accès et réseau de transport. Acheminement, routage, commutation.
- Spéculations statistiques : Le trafic comme phénomène stochastique, risques d'encombrement et de collisions. Banalisation du réseau.
- La boulimie des débits et la coexistence des services : Réseau avec intégration des services (RNIS), réseau intégré à large bande (RILB). Internet, multimédia.
- Les attentes de l'utilisateur : Les divers aspects de la qualité de service.
- Satellites : Mécanique céleste, orbites géostationnaires et basses.
- Communications optiques : Propriétés physiques et particularités des fibres. Multiplexage en longueur d'onde (WDM), communications cohérentes. Possibilités, limites et problématique.
- L'attrait de la mobilité : Réseaux cellulaires, GSM, UMTS, communications mobiles par satellites.
- Informatique et télécommunications : Finalité, applications et apport mutuels.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra avec exemples et démonstrations	<b>FORME DU CONTROLE:</b>  A définir par l'enseignant
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Vol. XVIII du Traité d'Electricité (PPUR)	
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	
<i>Préalable requis:</i> Série et transformation de Fourier. Probabilité et statistiques	
<i>Préparation pour:</i>	

<b>Titre :</b> STRUCTURE DE LA MATIÈRE CONDENSÉE					
<b>Enseignant:</b> Jean-Luc MARTIN, Professeur EPFL/DP, Gervais CHAPUIS, Professeur UNIL					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42</b>
PHYSIQUE .....	4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
PHYSIQUE FACUTLÉ .....	4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Présenter les divers états d'ordre dans la matière. Introduire le concept de symétrie pour les solides cristallins parfaits ainsi que les défauts dans la matière réelle. Présentation du phénomène la diffraction des rayons X et des électrons.

**CONTENU**

**Ordre dans la matière**

Désordre positionnel et orientationnel du gaz, ordre à courte distance du liquide. Ordre dans le solide: cristal périodique et apériodique (incommensurable, quasicristal et composites). Ordre partiel: cristal liquide, défauts cristallins.

**Cristallographie géométrique**

Introduction mathématique des réseaux cristallins. Système de coordonnées, métrique, indices de Miller. Définition du réseau réciproque.

**Symétrie**

Opérations de symétrie et théorie des groupes. Éléments de symétrie. Groupes d'espace et groupes ponctuels. Classes de Bravais et systèmes cristallins. Introduction au superspace.

**Diffraction des rayons X et des électrons**

Phénomène de la diffraction. Equations de Laue et de Bragg, construction d'Ewald. Méthodes expérimentales. Physique des rayons X et des électrons. Intensités des rayons diffractés, facteur de structure. Problème des phases.

**Défauts structuraux (solides, cristaux liquides)**

Les diverses classes de défauts cristallins. Propriétés importantes du cristal dépendant des imperfections. Topologie des défauts linéaires. Théorie élastique des dislocations. Méthodes principales d'observation des imperfections. Mobilité des dislocations et résistance mécanique du cristal. Mécanismes de rupture.

<p><b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra et exercices en classe.</p> <p><b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Livres « Cristallographie », D. Schwarzenbach, PPUR, 1993 ; « Dislocations et plasticité des cristaux », J.L. Martin, PPUR, 2000 et ouvrages indiqués au cours</p> <p><b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b></p> <p><i>Préalable requis:</i></p> <p><i>Préparation pour:</i> Physique des matériaux solides, Physique des matériaux, Microscopie électronique, Caractérisation des microstructures, Dispositifs électroniques à semi-conducteurs.</p>	<p><b>FORME DU CONTROLE:</b></p> <p>Examen oral</p> <p>Le travail effectué pendant le cours peut apporter jusqu'à 1 point de bonus à l'examen</p>
--	---

<b>Titre :</b> INTRODUCTION À LA MÉTROLOGIE					
<b>Enseignant:</b> Gérard GREMAUD, Robert SCHALLER, Chargés de cours EPFL/DP					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 56</b>
PHYSIQUE .....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique 3</b>

**OBJECTIFS**

Familiariser les étudiants ingénieurs physiciens avec les différentes *techniques de mesures* devenues classiques dans un laboratoire de physique expérimentale : vide, cryogénie, régulation de température, analyse de signaux électriques, etc. ....

**CONTENU**

- I Systèmes d'unités et ordres de grandeurs**
- II Calculs d'erreurs**
- III Appareils de mesure** - Sources de tension et de courant  
- Mesures de courants et tensions  
- Générateurs de fonctions, fréquencemètres et périodemètres  
- Oscilloscopes analogiques et digitaux
- IV Systèmes optiques** - Réflexion, réfraction, diffraction, lentille simple  
- Systèmes optiques simples
- V Circuits électriques et électroniques** - Equations des circuits électriques  
- Réponses des dipôles et quadripôles  
- Circuits électroniques analogiques et digitaux
- VI Technique du vide et cryogénie** - Divers types de pompes à vide  
- Jauges à vide  
- Réalisation d'une enceinte à vide  
- Cryogénie
- VII Transducteurs et capteurs** - Terminologie et classification  
- Effets physiques de transduction  
- Montages électriques des capteurs  
- Mesure à distance par ondes
- VIII Thermique et régulation** - Sondes de température  
- Régulation de température PID  
- Four régulé

<p><b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> 1h théorie + 3h enseignement pratique par groupes de 10 à 12 étudiants autour d'un montage expérimental</p> <p><b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Notes polycopiées</p> <p><b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b> Préalable requis: Préparation pour: Travaux pratiques de physique</p>	<p><b>FORME DU CONTROLE:</b></p> <p>Contrôle continu et examen en fin de semestre</p>
--	---

<b>Titre :</b> INITIATION À L'ÉLECTRONIQUE					
<b>Enseignant :</b> Michel DECLERCQ, Professeur EPFL/DE					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 42
PHYSIQUE .....	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 1
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Le cours est conçu comme une série de séminaires ayant pour but de sensibiliser l'étudiant aux différents aspects et possibilités de l'électronique.

Chaque séminaire est donné par un spécialiste du domaine concerné et comporte un cours qui introduit le sujet particulier dans son contexte, explique les concepts et les principes de fonctionnement et détaille les applications. Une démonstration et/ou une séance d'exercice y est associée.

**CONTENU**

Circuits passifs linéaires

Circuits passifs non-linéaires

Amplificateur opérationnel en contre-réaction

Amplificateur opérationnel en réaction positive

Applications de l'amplificateur opérationnel

Jonction pn, transistor MOS

Circuits et systèmes logiques

Conversion A/N et N/A

Introduction aux circuits intégrés

<p><b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Cours magistral + séance d'exercices</p> <p><b>BIBLIOGRAPHIE:</b></p> <p><b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b></p> <p><i>Préalable requis:</i></p> <p><i>Préparation pour:</i></p>	<p><b>FORME DU CONTROLE:</b></p> <p>Examen écrit</p>
---	--

<b>Titre :</b> HISTOIRE DES SCIENCES I					
<b>Enseignant:</b> Libero ZUPPIROLI, Professeur EPFL/DP					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 28</b>
PHYSIQUE .....	1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
CHIMIE.....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 2</i>
MICROTECHNIQUE.....	second cycle	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Les sciences fondamentales ou appliquées appartiennent à ceux ou à celles qui cherchent à comprendre la nature à l'aide de leur seule raison. Le principal objectif de ce cours est d'aller quérir dans les démarches scientifiques du passé, les fondements de cette attitude et le sentiment d'appartenance à cette communauté de chercheurs et de constructeurs.

**CONTENU**

Le cours portera cette année sur l'histoire de la lumière. Au gré d'une exploration de siècles de recherche sur ce sujet, un lien sera établi entre les aspects mythiques, religieux, scientifiques et technologiques de la lumière. L'accent sera mis sur les apports des sciences chinoise, grecque, alexandrine, arabe et européenne, aux théories de la vision et aux optiques géométrique et ondulatoire, jusqu'au point de vue paradoxal de Richard Feynman représentant la science de la lumière de notre temps.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Oral	<b>FORME DU CONTROLE:</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Une bibliographie comprenant une centaine de titres, tous accessibles à la bibliothèque centrale, sera mise à la disposition des étudiants	Test écrit et devoir
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	
<i>Préalable requis:</i>	
<i>Préparation pour:</i>	

<b>Titre : HISTOIRE DES SCIENCES II</b>					
<b>Enseignant: Libero ZUPPIROLI, Professeur EPFL/DP</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 28</b>
PHYSIQUE.....	2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
CHIMIE.....	2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
MICROTECHNIQUE.....	second cycle	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Où s'arrête le métier de l'artisan, où commencent les métiers de scientifique ou d'ingénieur ? Quelles sont les relations entre création scientifique et création artistique ? Comment passe-t-on de la spéculation philosophique aux méthodes de la philosophie naturelle ? L'histoire des couleurs sera le prétexte à une réflexion sur ces questions.

**CONTENU**

La couleur se trouve au centre des activités humaines, elle régit une part non négligeable de l'activité économique avec l'art du teinturier, l'industrie des colorants, celle de la photographie ou des écrans de télévision; elle est aussi au centre de l'activité artistique puisque c'est dans les couleurs et leur agencement que l'Homme trouve une part importante de son plaisir et de son émotion.

Comprendre les phénomènes des couleurs fut un objectif important de beaucoup de scientifiques, de philosophes et d'artistes, de Démocrite à Aristote, à Pline, à Vitruve, aux alchimistes médiévaux, à Cennino Cennini, à Boyle, à Newton, Goethe, Schopenhauer, Chevreul, Helmholtz, Seurat, Klee et Kandinski.

Appréhender la couleur dans tous ses aspects, c'est enrichir le point de vue scientifique du vécu de l'artisan et de celui de l'artiste.

<p><b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Oral</p> <p><b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Une bibliographie comprenant une centaine de titres, tous accessibles à la bibliothèque centrale, sera mise à la disposition des étudiants          Traité des Couleurs par L. Zuppiroli et M.N Bussac (PPUR)</p> <p><b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>  <i>Préalable requis:</i>  <i>Préparation pour:</i></p>	<p><b>FORME DU CONTROLE:</b></p> <p>Test écrit et devoir</p>
---	--

<b>Titre :</b> HISTOIRE DE LA TECHNIQUE I					
<b>Enseignant:</b> Jacques GRINEVALD, Chargé de cours EPFL/STS					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 28</b>
PHYSIQUE .....	1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
MICROTECHNIQUE .....	5 ou 7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
AUTRES SECTIONS.....	hiver	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Sensibilisation aux aspects socioculturels et socio-écologiques de la problématique S.T.S.

Comprendre les origines historiques du développement de la technique moderne de l'Occident. Le Cours I se limite à l'Europe pré-industrielle.

**CONTENU**

1. Introduction à l'histoire sociale des sciences et des techniques.
2. L'essor technique de l'Europe médiévale.
3. Les artistes-ingénieurs de la Renaissance.
4. La science des ingénieurs et la raison d'État.
5. L'architecture hydraulique comme paradigme vitruvien de l'Europe des Lumières.
6. La machine à vapeur : entre philosophie naturelle et ingénierie.
7. Watt et Carnot : la naissance de l'âge thermo-industriel.

<p><b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Exposés, lectures et débats</p> <p><b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Cardwell D. (1994), <i>The Fontana History of Technology</i>, 565 p. ; Vatin F. (1993) <i>Le travail : Economie et physique 1780 - 1930</i>, PUF, 127 p. et Documents distribués par l'enseignant</p> <p><b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b></p> <p><i>Préalable requis:</i></p> <p><i>Préparation pour:</i> Histoire de la Technique II</p>	<p><b>FORME DU CONTROLE:</b></p> <p>Contrôle continu</p> <p>Examen écrit</p>
--	--

<b>Titre :</b> HISTOIRE DE LA TECHNIQUE II					
<b>Enseignant:</b> Jacques GRINEVALD, Chargé de cours EPFL/STS					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 28</b>
PHYSIQUE .....	2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
MICROTECHNIQUE .....	6 ou 8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours</b> 2
AUTRES SECTIONS.....	été	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Sensibilisation aux aspects socioculturels et socio-écologiques du développement technologique et scientifique dans le monde actuel.

Comprendre les racines culturelles de la technologie scientifique de la civilisation occidentale contemporaine et ses rapports avec le reste du monde.

Le cours II traite des grandes tendances de l'industrialisation de la planète et spécialement de la révolution informatique.

**CONTENU**

1. L'idée et l'historiographie de la Révolution industrielle.
2. La motorisation et l'idée du progrès et du développement.
3. La géopolitique et technologie des transports et des télécommunications.
4. Le tournant de la Deuxième Guerre mondiale et le projet Manhattan.
5. De la machine à vapeur à l'ordinateur : de la thermodynamique à la théorie mathématique de la communication.
6. Les idées de Norbert Wiener et de John von Neumann.
7. La révolution du "cyberspace" comme nouvelle vision du monde.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Exposés, lectures et débats	<b>FORME DU CONTROLE:</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Breton, Ph. (1987), "Histoire de l'information", La Découverte (rééd. Seuil, "Points"), 249 p. ; Mattelart, A. (2001), "Histoire de la société de l'information", La Découverte, 124 p. ; Wertheim, M. (1999), "The Pearly Gates of Cyberspace: A History of Space from Dante to Internet", Virago Press, 336 p. et documents distribués par l'enseignant.	Contrôle continu Examen écrit
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	
<i>Préalable requis:</i> Histoire de la Technique I	
<i>Préparation pour:</i>	



<b>Titre :</b> INTRODUCTION À L'ÉCONOMIE A I					
<b>Enseignant:</b> Andrea BARANZINI, Chargé de cours EPFL/DA Philippe THALMANN, Professeur EPFL/DA					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 28</b>
PHYSIQUE .....	3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
GÉNIE MÉCANIQUE.....	5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
ÉLECTRICITÉ.....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices</b>
MATHÉMATIQUES.....	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

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

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

**CONTENU**

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

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

**FORME DU CONTROLE:**

**BIBLIOGRAPHIE:** Polycopié ; Begg, David, S. Fischer, R. Dornbusch, B. Bernier et H.-L. Vedie, Micro-Économie 2ème éd., Ediscience International, Paris, 1996

Contrôle continu  
Examen écrit

**LIEN AVEC D'AUTRES COURS:**

*réalable requis:*

*réparation pour:*

Introduction à l'économie A II

<b>Titre :</b> INTRODUCTION À L'ÉCONOMIE A II					
<b>Enseignant:</b> Andrea BARANZINI, Chargé de cours EPFL/DA Philippe THALMANN, Professeur EPFL/DA					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 28
PHYSIQUE .....	4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Les étudiant(e)s comprendront la dimension mathématique de l'analyse économique et seront peut-être intéressés à poursuivre leurs travaux dans ce domaine.

Ils/Elles sauront manipuler les outils analytiques pour la compréhension de phénomènes économiques et la prévision.

**CONTENU**

1. Modélisation économique
2. Optimisation
3. Introduction à l'économétrie

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra - exercices	<b>FORME DU CONTROLE:</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	Contrôle continu
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	Examen écrit
<i>Préalable requis:</i> Introduction à l'économie A I	
<i>Préparation pour:</i>	

<b>Titre :</b> INTRODUCTION AU DROIT B					
<b>Enseignant :</b> Jacques HALDY, Professeur UNIL					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 28</b>
PHYSIQUE .....	3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

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

**CONTENU**

**1. Introduction générale au droit :**

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

**2. Notions de droit civil :**

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

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

Les sources des obligations.  
La responsabilité civile.

**4. Le droit des poursuites.**

**5. Notions du droit des assurances.**

**6. Notions du droit administratif.**

**7. Le droit des marchés publics.**

**8. Le droit de la protection de l'environnement.**

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra.	<b>FORME DU CONTROLE:</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Ouvrages juridiques indiqués pendant le cours.	Examen écrit
<b>LIEN AVEC D'AUTRES COURS:</b>	
<i>Préalable requis:</i>	
<i>Préparation pour:</i> Droit des contrats et propriété industrielle	

<b>Titre : DROIT DES CONTRATS ET PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE</b>					
<b>Enseignant: Jacques HALDY, Professeur UNIL</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 28</i>
PHYSIQUE .....	4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

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

**CONTENU**

**1. Le droit des contrats**

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

**2. La propriété industrielle**

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

**3. Le droit de la concurrence déloyale.**

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra.	<b>FORME DU CONTROLE:</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Ouvrages juridiques indiqués pendant le cours.	Examen écrit
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	
<i>Préalable requis:</i> Introduction au droit B	
<i>Préparation pour:</i>	

<i>Titre:</i> <b>PHYSIQUE QUANTIQUE II</b>			<i>Title:</i> <b>QUANTUM MECHANICS II</b>		
<i>Enseignant:</i> <b>Christian GRUBER, Professeur EPFL/DP</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 56
PHYSIQUE.....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
PHYSIQUE FACULTÉ.....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

**OBJECTIVE**

Les principes et méthodes de la physique quantique, dont l'étude sera poursuivie, seront illustrés par des exemples simples tirés de la physique moléculaire, de la physique des solides et de l'optique.

The study of the principles of quantum mechanics will be continued. Simple applications from molecular physics, solid state physics and from optics will be used as illustrations.

**CONTENU**

**CONTENTS**

Théorie des perturbations indépendantes du temps.  
 Du moment cinétique orbital au spin.  
 Composition des moments cinétiques.  
 Théorie des perturbations dépendantes du temps.  
 Exemples de transitions optiques et règles de sélection pour les moments dipolaires.  
 Indiscernabilité et principe de Pauli.  
 L'atome d'hélium.

Time independent perturbation theory.  
 From the orbital cinetic moment to the spin.  
 Addition of angular momenta.  
 Time dependent perturbation theory.  
 Optical transitions and selection rules for the dipolar moment.  
 Indiscernability and Pauli principle.  
 The Helium atom.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra, exercices préparés en classe.	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 4
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> "Mécanique Quantique I-II", Cohen-Tannoudji, Diu, Lahoë (Hermann); "Introduction to Quantum Mechanics" D.J. Griffith (Prentice Hall 1995).	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Printemps
<b>LIEN AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTROLE:</b> Examen oral
<i>Préalable requis:</i> Physique quantique I	
<i>Préparation pour:</i> Physique des matériaux solides, physique nucléaire	

<b>Titre: PHYSIQUE DU SOLIDE I</b>			<b>Title: SOLID STATE PHYSICS I</b>		
<b>Enseignant: Wolf-Dieter SCHNEIDER, Professeur UNIL</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 56</b>
PHYSIQUE.....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
PHYSIQUE FACULTÉ.....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

L'étudiant sera amené à se familiariser avec les phénomènes physiques observés dans les solides et avec les modèles théoriques utiles à leur interprétation.

**CONTENU**

**Le modèle de Drude pour les métaux :** conductibilité électrique DC, l'effet Hall, conductibilité électrique AC, conductibilité thermique.

**Les gaz d'électrons libres de Fermi :** état fondamental du gaz électronique, propriétés thermiques, la susceptibilité paramagnétique de Pauli, la théorie de Sommerfeld de la conduction dans les métaux.

**La dynamique du réseau :** modes normaux d'un réseau de Bravais monoatomique à une et à 3 dimensions, réseau avec une base, quantification des ondes élastiques, diffraction des neutrons par un cristal.

**Propriétés thermiques en relation avec les phonons :** chaleur spécifique du réseau, modèles de Debye et Einstein, effets anharmoniques.

**Les électrons dans un potentiel périodique :** théorème de Bloch, l'électron faiblement couplé au réseau, l'approximation des liaisons fortes, zones de Brillouin et structure de bande de quelques métaux.

**OBJECTIVE**

The course provides an introduction into the phenomenology and theoretical concepts of condensed matter physics.

**CONTENTS**

**The Drude model of metals:** DC electrical conductivity, Hall effect, AC electrical conductivity, thermal conductivity.

**The Fermi free electron gas:** ground-state and thermal properties of the free electron gas, Pauli paramagnetism, Sommerfeld theory of conduction in metals.

**Lattice dynamics:** normal modes of a monoatomic Bravais lattice in 1 and 3 dimensions, 3-dimensional lattice with a basis, quantification of elastic waves, neutron scattering by a crystal.

**Thermal properties in relation with phonon:** specific heat of the lattice, models of Debye and Einstein, anharmonic effects.

**Electrons in a periodic potential:** Bloch's theorem, electrons in a weak periodic potential, tight-binding method, Fermi surfaces and Brillouin zones, band structure of selected materials.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra et exercices en classe	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 4
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Notes polycopiées • N.W. Ashcroft and N.D. Mermin, Solid State Physics, Holt Saunders Int. Ed. 1976 • H. Ibach-H. Lüth : Solid State Physics, Springer, Ed. 1991	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Printemps
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTROLE:</b> Examen oral Contrôle continu
<i>Préalable requis:</i>	
<i>Préparation pour:</i> Physique du solide avancée I, II	

<b>Titre: PHYSIQUE DU SOLIDE II</b>		<b>Title: SOLID STATE PHYSICS II</b>			
<b>Enseignant: Wolf-Dieter SCHNEIDER, Professeur UNIL</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 56</b>
PHYSIQUE.....	6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
PHYSIQUE FACULTÉ.....	6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

L'étudiant sera amené à se familiariser avec les phénomènes physiques observés dans les solides et avec les modèles théoriques utiles à leur interprétation.

**OBJECTIVE**

The student is familiarized with the phenomena observed in condensed matter and with the theoretical models used for their interpretation..

**CONTENU**

**La dynamique des électrons dans un potentiel périodique :** équations de la dynamique semiclassique, la conduction électrique, le concept de trou et la masse effective, mouvement dans un champ magnétique.

**CONTENTS**

**Electron dynamics in a periodic potential:** the semi-classical model of electron dynamics, electrical conductivity, the concept of hole and effective mass, semiclassical motion in a uniform magnetic field.

**Les semiconducteurs:** propriétés générales et structures de bandes, niveaux électroniques d'impuretés, occupation des niveaux dans un semiconducteur dopé et intrinsèque, concept du trou et de la masse effective, la jonction p-n, le transistor, quelques composants électroniques à puits quantique.

**Semiconductor crystals:** general properties and band structure, impurity states, impurity conductivity, intrinsic carrier concentration, holes and effective mass of electrons in crystals, p-n junctions, rectification, transistor, quantum well devices.

**La supraconductivité:** phénoménologie magnétique, thermique, électrique, théorie de London, éléments de la théorie BCS.

**Superconductivity:** experimental survey of the manifestations of superconductivity (Meissner effect, energy gap, isotope effect...), theoretical survey (London equation, elements of the BCS theory, tunneling).

**Propriétés magnétiques des solides:** dia et paramagnétisme, ferromagnétisme, le modèle de Heisenberg, théorie des champs moyens, critère de Stoner pour les systèmes fortement couplés.

**Magnetism:** diamagnetism and paramagnetism, ferromagnetism, Heisenberg model, mean field theory, strongly correlated systems and the Stoner criterium

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

**NOMBRE DE CREDITS** 4

**BIBLIOGRAPHIE:** Notes polycopiées

- N.W. Ashcroft and N.D. Mermin, Solid State Physics, Holt Saunders Int. Ed. 1976
- B.K. Tanner : Intr. to the Physics of electrons in solids, Cambridge, U.P., Ed. 1995
- H. Ibach-H. Lüth : Solid State Physics, Springer, Ed. 1991

**SESSION D'EXAMEN** Eté

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:**

**FORME DU CONTROLE:** Examen  
Contrôle continu oral

**Préalable requis:** Physique du solide I

**Préparation pour:** Physique du solide avancée I, II

<i>Titre:</i> <b>PHYSIQUE STATISTIQUE I</b>			<i>Title:</i> <b>STATISTICAL PHYSICS I</b>		
<i>Enseignant:</i> <b>Michel DROZ, Professeur Université de Genève</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 56
PHYSIQUE.....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
PHYSIQUE FACUTLÉ.....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Illustrer les applications de la mécanique statistique classique.  
 Introduire l'étudiant aux concepts fondamentaux de la mécanique statistique quantique.

**OBJECTIVE**

To develop the general methods of equilibrium classical and quantum statistical mechanics. To illustrate these techniques with the study of several models and examples.

**CONTENU**

**Physique statistique classique :**

Ensemble canonique et grand canonique; connexion avec la thermostatique; fluctuations et fonctions de corrélation; fluides réels et développement du viriel; modèles sur réseaux.

**Physique statistique quantique :**

Matrices de densité; ensembles microcanonique, canonique, grand canonique; gaz parfaits de fermions; gaz parfaits de bosons; condensation de Bose-Einstein.

**CONTENTS**

**Classical statistical physics :**

Canonical and grand canonical ensemble; connection with thermodynamics; fluctuations and correlation functions; real fluids and virial expansion; lattice models.

**Quantum statistical physics :**

Density matrices; microcanonical, canonical and grand canonical ensemble; ideal Fermi gas; ideal Bose gas; Bose-Einstein condensation.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra. Exercices en salle	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 4
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Livres de référence et photocopiés	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Printemps
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTROLE:</b> Examen oral
<i>Préalable requis:</i> Mécanique analytique	
<i>Préparation pour:</i> Physique statistique II	



<b>Titre: ÉLECTRODYNAMIQUE CLASSIQUE</b>		<b>Title: CLASSICAL ELECTRODYNAMICS</b>			
<b>Enseignant: Philippe-A. MARTIN, Professeur titulaire EPFL/DP</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 56</b>
PHYSIQUE.....	6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

L'électrodynamique de Maxwell est une profonde synthèse de divers domaines de la physique classique : électricité, magnétisme, lumière, relativité restreinte. Le cours s'attachera à faire comprendre comment la diversité de ces phénomènes s'organise en une théorie unifiée du champ et à fournir les outils conceptuels et analytiques nécessaires à son étude.

**OBJECTIVE**

Maxwell's electrodynamics is a deep synthesis of different branches of classical physics : electricity, magnetism, light, special relativity. The course shows how the variety of phenomena can be coherently described by a unified field theory, and provides the necessary conceptual and analytical tools.

**CONTENU**

**I Electrodynamique des particules chargées dans le vide**

**A Les lois fondamentales**

- Champs statiques : lois de Coulomb et d'Ampère, potentiels, champs multipolaires.
- Champs lentement variables : loi de l'induction.
- Champs rapidement variables : équations de Maxwell dans le vide, transformations de jauge, symétrie et lois de conservation, champs libres.

**B Théorie du rayonnement**

- Fonctions de Green et potentiels retardés.
- Emission dipolaire.
- Champ d'une charge en mouvement, potentiels de Liénard et Wiechert.
- Radiation des particules relativistes.

**C Relativité restreinte**

- Transformation de Lorentz, forme relativiste des équations de Maxwell.
- Dynamique relativiste des champs et des particules.
- Les limites de l'électrodynamique classique.

**CONTENTS**

**I Electrodynamics of charged particles in vacuum**

**A Fundamental laws**

- Static fields, laws of Coulomb and Ampère, potentials, multipoles.
- Slowly variable fields : law of induction.
- Rapidly variable fields : Maxwell equations in vacuum, gauge transformations, symmetries and conservation laws, free fields.

**B Theory of radiation**

- Green's functions and retarded potentials
- Dipolar radiation.
- Field of moving charges, potentials of Lienard and Wiechert.
- Radiation of relativistic particles.

**C Special relativity**

- Lorentz transformations, covariant form of Maxwell equations.
- Relativistic dynamics of fields and particles.
- Limits of classical electrodynamics.

**II Electrodynamique macroscopique**

**A Dérivation des équations de Maxwell dans la matière**

- Polarisation : diélectriques, conducteurs.

**B Propagation des ondes dans la matière polarisable**

- Ondes dans un milieu diélectrique : fonction diélectrique.
- Optique ondulatoire : réflexion, réfraction.
- Ondes dans un milieu dispersif, relations de Kramers-Kronig.

**II Macroscopic electrodynamics**

**A Derivation of Maxwell equations in a material medium**

- Polarisation : dielectrics, conductors.

**B Wave propagation in polarizable matter**

- Waves in dielectrics : dielectric function.
- Wave optics : reflection, refraction.
- Waves in dispersive media, Kramers-Kronig relations.

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

**BIBLIOGRAPHIE:**

**LIASON AVEC D'AUTRES COURS:**

*Préalable requis:* Physique générale, mécanique et mathématiques

*Préparation pour:* Phys. des plasmas, optique et physique théorique.

**NOMBRE DE CREDITS** 4

**SESSION D'EXAMEN** Printemps

**FORME DU CONTROLE:** Examen oral

<b>Titre: PHYSIQUE NUCLÉAIRE ET CORSPUSCULAIRE I</b>		<b>Title: NUCLEAR AND PARTICLE PHYSICS I</b>			
<b>Enseignant: Olivier SCHNEIDER, Professeur associé UNIL</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 56</b>
PHYSIQUE.....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
PHYSIQUE FACULTÉ.....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Présenter sous forme d'une introduction générale l'état des connaissances en physique des particules. De la cinématique relativiste à l'interprétation phénoménologique des phénomènes de collision à haute énergie.

**CONTENU**

**Introduction :** Matière et lumière, radioactivité, l'atome de Rutherford. Cinématique relativiste.

**Interaction des rayonnements dans la matière :** particules chargées, photons, neutrons.

**Détection des particules :** scintillateurs, compteurs et chambre multifilaires à ionisation de gaz, détecteurs à semi-conducteurs, détecteurs Tchérenkov, détection des photons et des neutrons, calorimètres électromagnétiques et hadroniques.

**Accélérateurs de particules :** accélérateur linéaire, cyclotron, synchro-cyclotron, cyclotron isochrone, synchrotron, collisionneurs.

**Physique corpusculaire :** pion et muon, découvertes et propriétés.

Le positron, particules et antiparticules.

Le neutrino, hypothèse de Pauli et découverte.

Le pion neutre.

Kaon et lambda : les particules étranges.

Mésons, leptons et baryons.

Règle d'or de Fermi. Etats métastables et résonances.

Classification des particules et lois de conservation : spin, isospin, nombre baryonique, hypercharge.

La structure en quarks des hadrons, les gluons, la couleur.

Diagrammes de Feynman. Chromodynamique quantique, les saveurs lourdes : charme, beauté et top.

Le lepton  $\tau$ . Interaction faible et les bosons vectoriels intermédiaires. Symétries P, C, T.

**OBJECTIVE**

General introduction to the status of particle physics. From kinematics to phenomenological description of high energy collisions.

**CONTENTS**

**Introduction:** Matter and light, radioactivity, Rutherford model of atom. Relativistic kinematics.

**Interaction of radiation with matter:** Charged particles, photons, neutrons.

**Particle detectors:** scintillators, gas ionisation counters and multiwire chambers, semi-conductor detectors, Tcherenkov counters, photon and neutron detection, electromagnetic and hadronic calorimeters.

**Particle accelerators:** Linear and cyclic accelerators, cyclotron, synchrocyclotron, isochronous cyclotron, synchrotron, colliders.

**Particle physics:** Pion and Muon, discoveries and properties. Positron, particle and antiparticle.

Neutrino, Pauli hypothesis and observation.

The neutral pion.

Strange particles: Kaon and Lambda.

Mesons, leptons and baryons.

Fermi golden rule. Metastable states and resonances.

Particle classification and conservation laws: spin, isospin, baryon number, hypercharge.

Quark structure of hadrons, gluons, the colour field

Feynman diagrams. Quantum chromodynamics, heavy flavours: charm, beauty and top.

$\tau$  lepton. Weak interaction and intermediate vector bosons.

P, C, T symmetries.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra et exercices en classe.	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 4
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Polycopié	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Printemps
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTROLE:</b> Examen oral
<i>Préalable requis:</i> Physique générale. Physique quantique I	
<i>Préparation pour:</i> Cours avancés de physique nucléaire et corpusculaire.	

<i>Titre:</i> <b>PHYSIQUE MATHÉMATIQUE</b>		<i>Title:</i> <b>MATHEMATICAL PHYSICS</b>			
<i>Enseignant:</i> <b>Hervé KUNZ, Professeur titulaire EPFL/DP</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 56
PHYSIQUE.....	6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

**OBJECTIVE**

Faire comprendre certains des concepts et résultats de la géométrie contemporaine et de la théorie des groupes par les moyens les plus simples et les illustrer par des exemples d'application dans divers domaines de la physique.

Understand some of the concepts and results of contemporary geometry and group theory by simple means. Illustrate them by examples taken from various fields of physics.

**CONTENU**

**CONTENTS**

- Variétés différentiables.
- Espaces de Riemann.
- Tenseurs et calcul différentiel associé.
- Groupes et algèbres de Lie.
- Homotopie.

- Differentiable manifolds.
- Riemann spaces.
- Tensors and their differential calculus.
- Lie groups and Lie algebras.
- Homotopy

Exemples physiques en électromagnétisme, relativité, particules élémentaires, matière condensée.

Physical examples in electromagnetism, relativity, elementary particles, condensed matter.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Cours et exercices	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 4
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Contemporary geometry Vol. I, B. Dubrovine, S. Novikov, A. Fomenko	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Eté
<b>LIEN AVEC D'AUTRES COURS:</b> Electrodynamique. Relativité et cosmologie. Particules élémentaires. Physique des matériaux. Mécanique	<b>FORME DU CONTROLE:</b> Examen oral
<i>Préalable requis:</i> Géométrie II	
<i>Préparation pour:</i> Les cours mentionnés ci-dessus	

<i>Titre:</i> <b>METHODES MATHEMATiques DE LA PHYSIQUE</b>		<i>Title:</i> <b>MATHEMATICAL METHODS FOR PHYSICS</b>			
<i>Enseignant:</i> <b>Charles-Ed. PFISTER, Professeur EPFL/DMA-DP</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>STS</i>	<i>Heures totales: 56</i>
PHYSIQUE.....	5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Le but du cours est d'exposer les bases mathématiques nécessaires pour la mécanique quantique.

**OBJECTIVE**

The goal of the course is to expose the basic mathematics necessary for Quantum Mechanics.

**CONTENU**

- I. Espace de Hilbert (introduction générale).
- II. Quelques éléments de la théorie des espaces  $L^2(\mathbb{R}^k)$
- III. Analyse spectrale I (opérateurs bornés)
- IV. Analyse spectrale II (opérateurs auto-adjoints)

**CONTENTS**

- I. Hilbert space (general introduction).
- II. Elements of  $L^2(\mathbb{R}^k)$  theory
- III. Spectral analysis I (bounded operators)
- IV. Spectral analysis II (self-adjoint operators)

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathédra, exercices en classe	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b> 4
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Ouvrages conseillés au cours	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Printemps
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTRÔLE:</b>
<i>Préalable requis:</i> Analyse I à IV	Exercice hebdom. en classe.
<i>Préparation pour:</i> Mécanique quantique avancée	Examen oral

<b>Titre: APPROXIMATION NUMÉRIQUE PAR DÉCOMPOSITION DE DOMAINES</b>		<b>Titre: NUMERICAL APPROXIMATION BY DOMAIN DECOMPOSITION METHODS</b>			
<b>Enseignant: Alfio QUARTERONI, Professeur EPFL/DMA</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42</b>
MATHÉMATIQUES .....	5 ou 7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
PHYSIQUE.....	5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Introduire les bases mathématiques et les aspects algorithmiques des méthodes de décomposition de domaines pour l'approximation numérique d'équations aux dérivées partielles sur des ordinateurs parallèles.

**OBJECTIVE**

To introduce the mathematical foundations and the algorithmic aspects of domain decomposition methods for the numerical approximation of partial differential equations by parallel computers.

**CONTENU**

Dans ce cours, nous présenterons les méthodes de décomposition de domaines pour la résolution numérique d'équations aux dérivées partielles. Ces méthodes permettent de réduire la complexité algorithmique en divisant le domaine de calcul global en plusieurs sous-domaines. Ainsi, le problème différentiel donné se réduit à la résolution sur les sous-domaines de problèmes de taille réduite. Cette stratégie sera appliquée en premier lieu au problème différentiel puis à son approximation discrète par éléments finis. Nous traiterons à la fois les cas des sous-domaines recouvrants et non-recouvrants, puis montrerons dans quelle mesure ces méthodes peuvent être considérées comme des méthodes de préconditionnement parallèles lors de la résolution numérique. Les propriétés de convergence des méthodes les plus connues seront également analysées.

**CONTENTS**

In this course we will introduce domain decomposition methods for the numerical solutions of partial differential equations. These methods allow the reduction of the computational complexity by splitting the original computational region into subdomains, hence the given differential problem can be reduced to the solution of subproblems of smaller size on the subdomains. This strategy will be first introduced on the differential problem, then applied to its finite element approximation. We will address both cases of overlapping and non overlapping subdomains, and show the extent at which these methods can be regarded as parallel preconditioners for the finite dimensional problem. The convergence properties of the most popular methods will be also analyzed.

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

**BIBLIOGRAPHIE:** A. Quarteroni and A. Valli, « Domain Decomposition Methods for Partial Differential Equations », Oxford University Press, Oxford 1999

**LIEN AVEC D'AUTRES COURS:**

*préalable requis:* Cours de 1<sup>er</sup> cycle : analyse et analyse numérique

*réparation pour:*

**NOMBRE DE CRÉDITS** 4

**SESSION D'EXAMEN** Printemps

**FORME DU CONTRÔLE:** Examen oral

<b>Titre: FORMES BILINÉAIRES SYMÉTRIQUES</b>			<b>Title: SYMMETRIC BILINEAR FORMS</b>		
<b>Enseignant: Eva BAYER FLÜCKIGER, Professeure EPFL/DMA</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42</b>
MATHÉMATIQUES .....	5 ou 7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
PHYSIQUE.....	5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Présenter les notions fondamentales de la théorie des formes quadratiques et bilinéaires symétriques sur un corps quelconque, et les résultats de base de cette théorie.

**OBJECTIVE**

To introduce the basic notions concerning quadratic and symmetric bilinear forms as well as to present some of the basic results of this theory.

**CONTENU**

1. Introduction: quelques problèmes qui motivent la théorie.
2. Notions de base: formes quadratiques et bilinéaires, groupes orthogonaux.
3. La théorie de Witt: théorème de simplification, groupe de Witt, anneau de Witt.
4. La théorie de Pfister: formes de Pfister, sommes de carrés, niveau d'un corps.

**CONTENTS**

1. Introduction: motivating problems.
2. Basic notions: quadratic and bilinear forms, orthogonal groups.
3. Witt's theory: cancellation theorem, Witt group, Witt ring.
4. Pfister's theory: Pfister forms, sums of squares, levels of fields.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Cours Ex cathedra, exercices en salle	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b> 4
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> W. Scharlau, « Quadratic and Hermitian Forms », Grundlehren der Math. Wiss., 270, Springer-Verlag (1985)	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Printemps
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTRÔLE:</b> Examen oral
<i>Préalable requis:</i> Analyse I à IV	
<i>Préparation pour:</i>	

<b>Titre: INFÉRENCE MONTE CARLO</b>				<b>Titre: MONTE CARLO INFERENCE</b>	
<b>Enseignant: Anthony DAVISON, Professeur EPFL/DMA</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 42</i>
MATHÉMATIQUES.....	5 ou 7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
PHYSIQUE.....	5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices 1</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

La statistique moderne utilise beaucoup les idées de la simulation aléatoire. Le but de ce cours est d'introduire les idées principales pour les modèles paramétriques et non-paramétriques et de montrer des exemples de leur application.

**OBJECTIVE**

Modern statistics increasingly uses Monte Carlo methods to solve complex statistical problems. The aim of this course is to introduce the main ideas in both parametric and nonparametric modelling and to give examples of their application.

**CONTENU**

- **Simulation** : génération des variables aléatoires; réduction de la variance; applications.
- **Méthodes de rééchantillonnage** : bootstrap et applications simples. Applications plus complexes.
- **Monte Carlo par chaînes de Markov** : échantillonnage de Gibbs; algorithme de Metropolis-Hastings; contrôle de convergence; applications.

**CONTENTS**

- **Simulation**: random number generation; variance reduction; applications.
- **Resampling methods**: bootstrap; basic ideas and simple applications. More complex applications.
- **Markov chain Monte Carlo**: basic ideas; Gibbs sampler; Metropolis-Hastings algorithm; checks for convergence; applications.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Cours Ex cathedra, exercices en classe	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 4
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Daviso A.C. et Hinkley D.V. (1997) Bootstrap Methods and their Application. Cambridge University Press. Robert C. (1996) Méthodes de Monte Carlo par Chaînes de Markov. Economica : Paris Tanner M.A. (1996) Tools for Statistical Inference, Third ed. New York : Springer	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Printemps
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTROLE:</b> Examen oral
<i>Préalable requis:</i> Probabilités et Statistique I et II	<i>Contrôle des exercices</i>
<i>Préparation pour:</i> Processus stochastiques II	

<b>Titre: LOGIQUE ET THÉORIE DES ENSEMBLES</b>		<b>Titre: LOGIC AND SET THEORY</b>			
<b>Enseignant: Peter BUSER, Professeur EPFL/DMA</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42</b>
MATHÉMATIQUE.....	5 ou 7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
PHYSIQUE.....	5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Ce cours donne une introduction à la théorie des ensembles. Plusieurs méthodes et concepts fondamentaux utilisés en mathématique sont analysés tels que la diagonalisation de Cantor et l'axiome du choix.

Le cours est suivi au semestre d'été par une introduction à la logique mathématique mais est indépendant de ce dernier.

**OBJECTIVE**

This course is an introduction to set theory. Several fundamental concepts and methods used in mathematics shall be analyzed such as Cantor's diagonalization and the axiom of choice.

The course is followed by an introduction to mathematical logic given in the summer semester but is taught independently of the latter.

**CONTENU**

- L'usage de l'infini en mathématique.
- Définitions et démonstrations par récurrence.
- Les axiomes de Peano pour les nombres naturels.
- La méthode de diagonalisation de Cantor.
- Construction de grands ensembles.
- Ordres et bons ordres.
- Chaque espace vectoriel a-t-il une base ?
- Axiome du choix, théorème du bon ordre, lemme de Zorn.
- Axiomes de Zermelo-Fraenkel (ZF).
- Construction des nombres naturels dans ZF.
- Le paradoxe de Banach – Tarski.

**CONTENTS**

- The infinite in mathematics.
- Definition and proof by induction.
- The Peano axioms for the natural number system.
- Cantor's diagonalization.
- Construction of large sets.
- Orderings and well orderings.
- Does every vector space have a basis ?
- Axiom of choice, the well ordering theorem and Zorn's lemma.
- The Zermelo-Fraenkel axiom system (ZF).
- Constructing the natural numbers in ZF.
- The Banach – Tarski paradox.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra, avec séances d'exercices	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b> 4
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Printemps
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b> Logique et les théorèmes de Gödel	<b>FORME DU CONTRÔLE:</b> Examen oral
<i>Préalable requis:</i>	
<i>Préparation pour:</i>	



<b>Titre: MODÈLES STATISTIQUES LINÉAIRES</b>			<b>Titre: LINEAR MODELS</b>		
<b>Enseignant: Jean-Marie HELBLING, Chargé de cours EPFL/DMA</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 42</i>
MATHÉMATIQUES .....	5 ou 7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
PHYSIQUE.....	5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices 1</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Le modèle linéaire est un outil de base statistique, car il est le moyen fondamental de décrire la dépendance entre variables. Ce cours a pour but d'apporter aux étudiants une connaissance théorique des modèles statistiques linéaires, de les rendre capables de les utiliser dans des problèmes pratiques.

**OBJECTIVE**

The linear model is a basic tool of statistics, because it provides the fundamental way to describe how one variable may depend on another. The aim of this course is to familiarize students with theoretical and practical use of the linear model, and of the related topic of design and analysis of experiments.

**CONTENU**

- Modèle linéaire normal: définition, méthodes des moindres carrés, distributions des estimateurs, théorème de Gauss-Markov, inférence.
- Régression linéaire simple et multiple: sélection de modèles, étude des résidus, collinéarité, régression robuste.
- Analyse de variance à une voie: modèle et inférence, comparaisons multiples.
- Modèles factoriels et fractionnaires: orthogonalité, modèle et inférence, méthodologie de Taguchi.
- Plans à mesures répétées.
- Analyse de covariance.
- Surfaces de réponse.
- Autres plans d'expérience: randomisation, plans BIB et PBIB, carrés latins et carrés gréco-latins.

**CONTENTS**

- Normal linear model: definition, method of the least squares, distribution theory, Gauss-Markov theorem, inference.
- Linear and multiple regression: models selection, study of residuals, collinearity, robust regression.
- One-way analysis of variance: model and inference, multiple comparisons
- Factorial and fractional models: orthogonality, model and inference, Taguchi method.
- Repeated measures experiments
- Analysis of covariance.
- Response surface methodology.
- Others designs of experiments: randomization, BIB and PBIB designs, Latin squares and Greco-Latin squares.

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

**BIBLIOGRAPHIE:**

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:**

*Préalable requis:* Probabilités et statistique I et II

*Préparation pour:*

**NOMBRE DE CRÉDITS** 4

**SESSION D'EXAMEN** Printemps

**FORME DU CONTRÔLE:** Examen oral

<b>Titre: MODÉLISATION MATHÉMATIQUE DE L'ADN I</b>		<b>Titre: MATHEMATICAL MODELLING OF DNA I</b>			
<b>Enseignant: John MADDOCKS, Professeur EPFL/DMA</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42</b>
PHYSIQUE.....	5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
MATHÉMATIQUES .....	5 ou 7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
CHIMIE.....	5 ou 7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Ce cours vise à introduire, dans le contexte particulier de l'ADN, les interactions entre analyse, simulation numérique et résultats expérimentaux, interactions qui constituent l'essence de la modélisation mathématique.

En plus des étudiants intéressés à la modélisation de l'ADN, ce cours se destinera aussi à ceux qui désirent une introduction générale au processus de modélisation mathématique, et couvrira diverses techniques mathématiques et numériques couramment rencontrées dans ce domaine.

**CONTENU**

1. INTRODUCTION
  - La molécule d'ADN (structure, fonction)
  - Motivations expérimentales pour la modélisation
2. MODÈLES ET TYPES D'ANALYSES
  - Modèles (modèles discrets, modèle élastique continu)
  - Analyse (statique, dynamique, statistique)
3. EQUILIBRES DES MODÈLES CONTINUS DE TIGES
  - Théorie élémentaire des tiges
    - Connexion entre les paramètres et l'ADN
    - Equations de l'équilibre (conditions de bords en 2 pts)
  - Techniques mathématiques
    - Calcul des variations
    - Formulation Hamiltonienne
    - Théorie de bifurcation et rôle des symétries
    - Stabilité des équilibres
    - Simulations numériques :
      - Discrétisation spatiale
      - Continuation de paramètres
  - Exemple : Circularisation de l'ADN

**OBJECTIVE**

This course is designed to be an introduction, within the particular context of DNA, to the interplay between analysis, computation and experiment that makes up the process called mathematical modelling.

In addition to students mainly interested in DNA modelling, the course is intended for students wishing an introduction to the modelling process in general, and will describe a number of widely encountered mathematical and computational techniques.

**CONTENTS**

1. INTRODUCTION
  - The DNA molecule (Structure, Function)
  - Experimental motivations for modelling
2. DNA MODELS AND TYPES OF ANALYSES:
  - Models (Discrete models, Continuum elastic rod model)
  - Analysis (Statics, Dynamics, Statistics)
3. EQUILIBRIUM PROBLEMS IN CONTINUUM ROD MODELS
  - Basic rod theory
    - Connection of rod parameters to DNA experiments
    - Equilibrium equations (2 point boundary-value problem)
  - Mathematical techniques
    - Calculus of variations
    - Hamiltonian formulation
    - Bifurcation theory and role of symmetries
    - Stability of equilibria
    - Numerical computation
      - Space discretization
      - Parameter continuation
  - Example: DNA Circularization

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Cours ex cathedra, avec exercices en classe	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b> 4
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Distribuée au début du cours	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Printemps
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTRÔLE:</b> Examen oral
<i>Préalable requis:</i> Premier cycle en math. ou physique, (ou avec permission de l'enseignant)	
<i>Préparation pour:</i>	

<i>Titre:</i> <b>THÉORÈMES LIMITES DES PROBABILITÉS</b>			<i>Titre:</i> <b>LIMIT THEOREMS OF PROBABILITY</b>		
<i>Enseignant:</i> <b>Gérard BEN AROUS, Professeur EPFL/DMA</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 42
MATHÉMATIQUES .....	5 ou 7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
PHYSIQUE.....	5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 1
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Ce cours introduira les principaux théorèmes limites des probabilités, sans prérequis de théorie de la mesure.

**OBJECTIVE**

This course will introduce the main limit theorems of probability theory, without prerequisite from measure theory.

**CONTENU**

On traitera la loi des grands nombres, le théorème central limite, les grandes déviations, et le théorème ergodique dans un contexte élémentaire. Les illustrations seront prises entre autres dans les domaines des applications à la physique statistique et à la théorie de l'information.

Pour permettre l'accès à ce cours sans prérequis, l'emphase sera mise sur le cas discret.

**CONTENTS**

We will treat the law of large numbers, the central limit theorem, large deviations and the ergodic theorem in elementary contexts. The illustrations will be taken among others, from the domains of statistical mechanics and information theory.

To allow an easy access to the course without measure theoretic background, the emphasis will be on discrete probability.

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

**BIBLIOGRAPHIE:**

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:**

*Préalable requis:*

*Préparation pour:*

**NOMBRE DE CRÉDITS** 4

**SESSION D'EXAMEN** Printemps

**FORME DU CONTRÔLE:** Examen oral

<b>Titre: PHYSIQUE STATISTIQUE II : Thermodynamique</b>		<b>Titre: STATISTICAL PHYSICS II: Thermodynamics</b>			
<b>Enseignant: vacat, Professeur EPFL/DP</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 56</b>
PHYSIQUE.....	6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
PHYSIQUE FACULTÉ.....	6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Développer les concepts de la thermocinétique pour arriver aux équations d'évolution et à la thermostatique.

Introduire l'étudiant aux concepts fondamentaux de la mécanique statistique classique.

**CONTENU**

**Thermodynamique :**

Principes fondamentaux; étude des systèmes discrets et illustration : évolution temporelle, équilibre, conditions de stabilité; étude des systèmes continus : fluides à plusieurs composantes, évolution, équilibre, stabilité.

Thermostatique : postulats et conditions d'équilibre; équations d'états; potentiels thermodynamiques; transitions de phase.

**Théorie ergodique :**

Introduction à la théorie ergodique; équations de Liouville; ensemble microcanonique; entropie de Boltzmann et de Gibbs.

**OBJECTIVE**

To derive from the basic principle of thermodynamics the time evolution of macroscopic systems and the postulate of thermostatics.

To introduce the students to the ideas of ergodic theory and the basis of classical statistical mechanics.

**CONTENTS**

**Thermodynamics:**

Fundamental principles; discrete systems and examples : time evolution, equilibrium, stability conditions; continuous systems : fluids with chemical reactions, evolution, equilibrium and stability.

Thermostatics : postulates and equilibrium conditions; state functions; thermodynamic potentials; phase transitions.

**Ergodic theory:**

Introduction to ergodic theory; Liouville's equation; microcanonical ensemble; Boltzman's entropy; Gibbs entropy.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra. Exercices en salle.	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 4
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Livres de référence et polycopié	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Eté
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTROLE:</b> Examen oral
<i>Préalable requis:</i> Mécanique analytique et thermodynamique	
<i>Préparation pour:</i> Cours à option en physique de la matière condensée	

<i>Titre:</i> <b>PHYSIQUE NUCLÉAIRE ET CORPUSCULAIRE II</b>		<i>Titre:</i> <b>NUCLEAR AND PARTICLE PHYSICS II</b>			
<i>Enseignant:</i> <b>Olivier SCHNEIDER, Professeur associé UNIL</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 56
PHYSIQUE.....	6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
PHYSIQUE FACULTÉ.....	6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

**OBJECTIVE**

Introduction générale à la physique nucléaire. Des états liés à la diffusion.

General introduction to nuclear physics. From bound states to scattering states.

**CONTENU**

**CONTENTS**

**Introduction :**

Propriétés globales du noyau atomique : taille, masse, énergie de liaison.

**Introduction:**

Global properties of the atomic nucleus: size, mass, binding energy.

**Modèles nucléaires :**

Le modèle du gaz de Fermi, énergie de liaison et formule de la masse.

**Nuclear Models:**

Fermi gas model, Binding energy and the nuclear mass formula.

Le modèle en couche à nucléon célibataire, l'interaction spin orbite, spins nucléaires, moment magnétique dipolaire et moment électrique quadripolaire.

Single particle nuclear shell model, spin-orbit interaction, nuclear spins, dipole magnetic moment and quadrupole electric moment.

**Réactions nucléaires :**

Diffusion et réaction, formalisme de la diffusion, ondes partielles.

**Nuclear reactions:**

Scattering and reactions, Scattering formalism, partial waves.

Résonances de Breit-Wigner. Noyau composé-

Breit-Wigner resonances. Compound nucleus.

Puits de potentiel et modèle optique.

Potential well and optical model.

Interactions directes.

Direct interactions.

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

**NOMBRE DE CREDITS** 4

**BIBLIOGRAPHIE:** Polycopié

**SESSION D'EXAMEN** Eté

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:**

**FORME DU CONTROLE:** Examen oral

*Préalable requis:* Physique générale. Physique quantique I, II

*Préparation pour:* Cours avancés de physique nucléaire et corpusculaire.

<b>Titre: ASTROPHYSIQUE</b>			<b>Title: ASTROPHYSICIS</b>		
<b>Enseignant: Bernard HAUCK, Professeur UNIL</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 56</b>
PHYSIQUE.....	6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

L'interaction entre le rayonnement et la matière est l'un des problèmes fondamentaux de l'astrophysique et ce cours a pour but de familiariser les étudiants avec les divers aspects de cette interaction, notamment la détermination des abondances des divers éléments.

**CONTENU**

**Introduction** : Les deux composantes de l'Univers; La composante matérielle; La composante énergétique; Remarques finales.

**Généralités sur le rayonnement** : Intensité spécifique et flux; Densité d'énergie et pression de radiation; Rayonnement noir et températures en astrophysique; Coefficients d'extinction et d'émission.

**Matière et rayonnement dans l'Univers primordial:** Introduction; Thermodynamique et expansion de l'Univers; Variation de  $\rho / \rho_m$  au cours du temps; Histoire thermique de l'Univers; Matière - antimatière; Nucléosynthèse primordiale; Réactions nucléaires.

**Atmosphères stellaires** : L'équation de transfert radiatif; Calcul du flux sortant; Calcul d'une atmosphère stellaire.

**Interaction rayonnement-matière dans une atmosphère stellaire:** Introduction; Lois de Boltzmann et de Saha; Poids moléculaire et pression des milieux neutres partiellement ou complètement ionisés; Absorption par un oscillateur harmonique; Absorption, émission spontanée et émission induite; Raies spectrales; Courbe de croissance; Opacité globale dans le milieu stellaire.

**Les rayonnements non-thermiques** : Introduction; Le rayonnement cosmique; Le rayonnement synchrotron; L'effet Compton inverse; Le rayonnement X; Le rayonnement  $\gamma$ ; Les neutrinos et l'astrophysique.

**Abondance cosmique des éléments** : Abondances stellaires; Abondances dans le système solaire; Abondances dans les nébuleuses diffuses; Abondances dans l'Univers

**OBJECTIVE**

The interaction between radiation and matter is one of the fundamental problems in astrophysics and this course aims at familiarising students with the various aspects of such interaction and in particular with determining abundances of the elements.

**CONTENTS**

**Introduction:** The two components of the Universe; The material component; the energetic component; Final remarks.

**Radiation in General:** Specific intensity and flux; Energy density and radiation pressure; Black body radiation and temperatures in astrophysics; Extinction and emission coefficients.

**Matter and radiation in the early Universe:** Introduction; Thermodynamics and expansion of the Universe; Variation of  $\rho / \rho_m$  over time; Thermal history of the Universe; Matter - Anti-matter; primordial nucleosynthesis; Nuclear reactions.

**Stellar atmospheres:** Equation of radiative transfer; Calculation of emerging flux; Calculation of a stellar atmosphere.

**Interaction between radiation and matter in a stellar atmosphere:** Introduction; Laws of Boltzmann and Saha; Molecular weight and pressure in a neutral medium or in a partially or totally ionised medium; Absorption by harmonic oscillator; Spontaneous absorption and emission, induced emission; Spectral lines; Curves of growth; Global opacity in the stellar medium.

**Non-thermal radiations:** Introduction; Cosmic rays; The synchrotron radiation; The inverse Compton scattering; X radiation;  $\gamma$  radiation; Neutrinos and astrophysics.

**The cosmic abundance of elements:** Stellar abundances; Abundances in the solar system; Abundances in diffuse nebulae; Abundances in the Universe.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b> 4
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> H. Kartunnen et al. <i>Fundamental Astronomy</i> , Springer, 1996, P. Léna, <i>Les Sciences du Ciel</i> , Flammarion 1996	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Eté
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTRÔLE:</b> Examen oral
<i>Préalable requis:</i> 2 <sup>e</sup> propédeutique de physique ou de mathématiques	
<i>Préparation pour:</i>	

<b>Titre: BIOPHYSIQUE I</b>		<b>Title: BIOPHYSICS I</b>			
<b>Enseignant: Jean-Jacques MEISTER, Professeur EPFL/DP Esma Gul CIVEKEKOGLU, Chargée de cours EPFL/DP</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 56</b>
PHYSIQUE.....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

**OBJECTIVE**

Présenter quelques propriétés physiques des cellules vivantes et les modèles utiles à leur interprétation.

To present the physical properties of living cells, together with some models to interpret them.

**CONTENU**

**CONTENTS**

**Biophysique cellulaire :**

- Membrane cellulaire
- Cytosquelette cellulaire
- Cinétique moléculaire
- Sources d'énergie, aspects thermodynamiques

**Cell Biophysics:**

- Cell membrane
- Cell cytoskeleton
- Molecular kinetics
- Sources of energy, thermodynamics

**Eléments d'électrophysiologie :**

- Potentiel transmembranaire
- Potentiel d'action, modèle de Hodgkin – Huxley
- Activité électrique du cœur: l'électrocardiogramme

**Bioelectricity:**

- Transmembrane potential
- Action potential, Hodgkin – Huxley membrane model
- Electric activity of the heart: the electrocardiogram

**Moteurs moléculaires et motilité cellulaire :**

- Force créée par le système actine/myosine
- Force créée par le système microtubule/kinésine et dynéine
- Force créée par polymérisation: transport intracellulaire et motilité cellulaire

**Molecular motors and cell motility:**

- Force generation through actin/myosin system
- Force generation through microtubule/ kinesin and dynein
- Force generation through polymerization: intracellular transport and cell locomotion

**Contraction musculaire :**

- Modèle moléculaire de Huxley
- Contractions isométriques et isotonique
- Energétique de la contraction

**Muscle contraction:**

- Huxley molecular model
- Analysis of isometric and isotonic contraction
- Energy and muscle contraction

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

**NOMBRE DE CRÉDITS** 4

**BIBLIOGRAPHIE:** Liste d'ouvrage et articles scientifiques recommandés, corrigés d'exercices

**SESSION D'EXAMEN** Printemps

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:**

**FORME DU CONTRÔLE:** Examen oral

**Préalable requis:** Physique et mathématiques du premier cycle

**Préparation pour:**

<i>Titre:</i> <b>BIOPHYSIQUE II</b>			<i>Title:</i> <b>BIOPHYSICS II</b>		
<i>Enseignant:</i> <b>Vacat, EPFL/DP</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i>
PHYSIQUE.....	6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

**OBJECTIVE**

**CONTENU**

**CONTENTS**

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra et exercices en classe	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b> 4
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Eté
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTRÔLE:</b> Examen oral
<i>Préalable requis:</i>	
<i>Préparation pour:</i>	



<b>Titre: HYDRODYNAMIQUE</b>		<b>Titre: HYDRODYNAMICS</b>			
<b>Enseignant: Michel DEVILLE, Professeur EPFL/DGM</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 56</b>
PHYSIQUE.....	6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Comprendre les concepts fondamentaux de la mécanique des fluides incompressibles. Savoir appliquer des méthodes analytiques à divers problèmes d'écoulement fluide et développer des modèles simplifiés.

**OBJECTIVE**

Understanding of fundamental concepts of incompressible fluid mechanics. Application of analytical tools to fluid flow problems and development of simplified models.

**CONTENU**

- **Revue des équations Navier-Stokes**  
Equations de conservation et de comportement. Nombres sans dimension: Reynolds, Froude.
- **Écoulements rotationnels**  
L'évolution de la vorticité et de la circulation. Equation de Bernoulli. Production de vorticité. Dynamique des tourbillons.
- **Écoulements plans irrotationnels**  
Le potentiel complexe. Écoulement autour d'un cylindre avec et sans circulation. Force et moment sur un profil d'aile. Condition de Kutta.
- **Théorie de la couche limite**  
Les équations de Prandtl. Le cas de la plaque plane. La méthode de Kármán-Pohlhausen. Cas de l'aile.
- **Instabilités hydrodynamiques**  
Écoulement de Taylor-Couette, convection thermique, instabilités centrifuge. L'équation d'Orr-Sommerfeld.
- **Turbulence**  
La description statistique et les équations moyennées de Reynolds. La turbulence homogène et isotrope: cascade d'énergie et la théorie de Kolmogorov.

**CONTENTS**

- **Navier-Stokes equations**  
Conservation and constitutive equations. Dimensionless numbers: Reynolds, Froude.
- **Rotational flow**  
Dynamical equations for vorticity and circulation. Bernoulli equation. Production and dynamics of vorticity.
- **Irrotational two-dimensional flows**  
Complex potential. Flow around a circular cylinder with and without circulation. Force and moment on an airfoil. Kutta condition.
- **Theory of boundary layer**  
Prandtl equations. The case of the flat plate. The Kármán-Pohlhausen method. Airfoil boundary layer.
- **Hydrodynamic instabilities**  
Taylor-Couette flow, thermal and centrifugal instability. The Orr-Sommerfeld equation.
- **Turbulence**  
Statistical description and Reynolds averaged equations. Homogeneous and isotropic turbulence: energy cascade and Kolmogorov theory.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT:**

**BIBLIOGRAPHIE:** *Dynamique des fluides*, I.L. Ryhming, PPUR, 1991.  
*Incompressible Flow*, R.L. Panton, Wiley, 1984  
*Hydrodynamic Stability*, P.G. Drazin and W.H. Reid, Cambridge Univ. Press., 1985.  
Notes photocopiées

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:**

*Préalable requis:*  
*Préparation pour:*

**NOMBRE DE CREDITS** 4

**SESSION D'EXAMEN** Eté

**FORME DU CONTROLE:** Examen oral

<b>Titre: OPTIQUE I</b>		<b>Title: OPTICS I</b>			
<b>Enseignant: Benoît DEVEAUD-PLÉDRAN, Professeur EPFL/DP</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 56</b>
PHYSIQUE.....	6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Le cours d'optique est donné sur une série de trois semestre. A la fin du cours, l'étudiant doit être à même d'analyser, de comprendre et en principe de réaliser un système optique complexe comprenant à la fois des éléments passifs comme une fibre optique et des éléments actifs comme un laser ou un modulateur.

**CONTENU**

**Optique Géométrique :** *Rappels d'optique géométrique, Fermat, gradient d'indice, Matrices de transfert*

**Optique ondulatoire :** *Equation d'onde, Equation de Helmholtz, Fabry-Pérot, Paquet d'onde*

**Photons et Atomes :** *Niveaux d'énergie d'un atome, Maxwell Boltzmann, Fermi-Dirac, Bose Einstein, Emission spontanée, émission stimulée, Coefficients d'Einstein*

**Amplificateur laser :** *Equations Bilan, systèmes à deux et trois niveaux, Saturation du gain, Exemples d'amplificateurs*

**Le laser :** *Théorie de l'oscillation laser, cavité Fabry-Pérot, Caractéristiques d'un laser, laser à gaz, laser à semi-conducteurs*

**Le faisceau gaussien :** *Le faisceau Gaussien, Passage dans des composants optique, Hermite-Gauss et Laguerre Gauss*

**Guides d'onde :** *guide d'onde plan, réfléchissant, diélectrique, Guide d'onde à 2 dimensions, Couplage entre guide d'ondes*

**Fibre optiques :** *A saut d'indice, à gradient d'indice, mono-modes, Atténuation et dispersion, système télécom. longue distance*

**Détecteurs :** *Photoconducteurs, photodiodes, diodes p-i-n, diodes à avalanche, bruit, rapport signal sur bruit*

**OBJECTIVE**

This optics course is given as a series over 3 semesters. At the end, the students should be able to analyze, understand and design complex optical systems containing both passive elements such as lenses or fibers and active elements such as lasers or detectors.

**CONTENTS**

**Geometrical optics:** Ray tracing, Fermat, index grading, transfer matrices

**Waves:** Wave equation, Helmholtz equation, Fabry Pérot, wave packet

**Photons and Atoms:** Energy levels of an atom, Maxwell Boltzmann, Fermi-Dirac and Bose Einstein statistics, Stimulated emission Einstein coefficients

**Laser Amplificator:** Rate equations, 2, 3 and 4 level systems gain saturation, some examples

**Lasers:** Laser oscillation, Fabry Pérot cavity, gaz laser, pulsed laser, modelocking, semiconductor lasers

**Gaussian beams:** The Gaussian beam, propagation through optical components, Hermite-Gauss and Laguerre Gauss

**Waveguides:** Planar waveguide, reflecting, dielectric, 2-dimensional waveguide, coupling between waveguides

**Optical fibers:** step index fibers, graded index fibers, monomode, Atenuation, dispersion, Telecom systems

**Detectors:** Photoconductors, photodiodes p-i-n, avalanche photodiodes, noise, Signal to Noise Ratio

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra, avec exercices chaque semaine	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 4
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Polycopié <i>Fundamentals of Photonics, Saleh and Teich, J. Wiley &amp; sons</i>	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Eté
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTROLE:</b> Examen oral
<i>Préalable requis:</i>	
<i>Préparation pour:</i> Optique II	

<b>Titre: PHYSIQUE DES NEUTRONS</b>		<b>Titre: NEUTRONICS</b>			
<b>Enseignant: Rakesh CHAWLA, Professeur EPFL/DP</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 56</b>
PHYSIQUE.....	6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

La physique des neutrons (ou neutronique) constitue un pont entre la physique nucléaire et le génie nucléaire. Elle permet de comprendre le fonctionnement d'un réacteur de fission, de déterminer sa taille et sa composition et plus généralement d'analyser l'évolution d'une population de neutrons dans la matière.

**OBJECTIVE**

Neutronics effectively constitutes the bridge between nuclear physics and nuclear engineering. It allows one to comprehend the operational principles of a fission reactor, to determine its size and composition and, in more general terms, to analyse the evolution of a neutron population in a given medium.

**CONTENU**

- 1. Rappels de physique nucléaire**
  - Historique: Constitution du noyau et découverte du neutron - Réactions nucléaires et radioactivité - Sections efficaces - Différences entre fusion et fission.
- 2. Fission nucléaire**
  - Caractéristiques - Combustible nucléaire - Premiers éléments de neutronique.
  - Matières fissiles et fertiles - Surrégénération - Applications.
- 3. Diffusion et ralentissement des neutrons**
  - Neutrons monocinétiques: faisceaux collimatés et collisions multiples.
  - Théorie élémentaire de la diffusion et du ralentissement par chocs élastiques.
- 4. Milieux multiplicateurs (réacteurs)**
  - Facteurs de multiplication - Condition critique dans des cas simples.
  - Réacteurs thermiques - Spectres neutroniques - Réacteurs à plusieurs zones - Théorie multigroupe et condition critique générale - Réacteurs hétérogènes.
- 5. Cinétique des réacteurs**
  - Modèle ponctuel: divergence prompt et différée.
  - Applications pratiques - Cinétique spatiale.
- 6. Divers**
  - Théorie du transport - Méthodes numériques

**CONTENTS**

- 1. Brief review of nuclear physics**
  - Historical: Constitution of the nucleus and discovery of the neutron - Nuclear reactions and radioactivity - Cross sections - Differences between fusion and fission.
- 2. Nuclear fission**
  - Characteristics - Nuclear fuel - Introductory elements of neutronics.
  - Fissile and fertile materials - Breeding - Applications.
- 3. Neutron diffusion and slowing down**
  - Monoenergetic neutrons: collimated beams and multiple collisions.
  - Elementary diffusion theory and neutron slowing down through elastic scattering.
- 4. Multiplying media (reactors)**
  - Multiplication factors - Criticality condition in simple cases.
  - Thermal reactors - Neutron spectra - Multizone reactors - Multigroup theory and general criticality condition - Heterogeneous reactors.
- 5. Reactor kinetics**
  - Point reactor model: prompt and delayed transients.
  - Practical applications - spatial kinetics.
- 6. Miscellaneous**
  - Transport theory - Numerical methods.

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

**BIBLIOGRAPHIE:** Polycopié + ouvrages recommandés

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:**

*Préalable requis:*

*Préparation pour:* Physique des systèmes énergétiques

**NOMBRE DE CREDITS** 4

**SESSION D'EXAMEN** Été

**FORME DU CONTROLE:** Examen oral

<i>Titre:</i> <b>PHYSIQUE DES PLASMAS I</b>		<i>Title:</i> <b>PLASMA PHYSICS I</b>			
<i>Enseignant:</i> <b>Minh Quang TRAN, Professeur EPFL/CRPP</b>					
<i>Section (s)</i> PHYSIQUE.....	<i>Semestre</i> 6	<i>Oblig.</i> <input type="checkbox"/>	<i>Option</i> <input checked="" type="checkbox"/>	<i>Facult.</i> <input type="checkbox"/>	<i>Heures totales:</i> 56
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Ce cours est une introduction à la physique des plasmas destiné à donner une vue globale des propriétés essentielles spécifiques d'un plasma et à présenter les deux approches couramment utilisées pour modéliser son comportement. La relation entre la physique des plasmas et la réalisation d'un réacteur de fusion thermonucléaire est présentée et illustrée par des exemples.

**OBJECTIVE**

This course is an introduction to plasma physics aimed at giving an overall view of the essential properties specific to a plasma and at describing the two approaches commonly used to describe its behaviour. The relation between plasma physics and the realisation of a thermonuclear reactor is presented and illustrated with examples.

**CONTENU**

- I. L'état plasma de la matière**
  - Ecrantage de Debye
  - Le plasma parfait
  - Collisions et coefficients de transport
  - La fusion thermonucléaire et les plasmas
  - Principes des principales techniques de chauffage d'un plasma
  - Confinement magnétique
  - Réalisations pratiques (Tokamak, ...)
- II. Description microscopique du plasma**
  - Mouvement des particules dans des champs magnétiques et électriques
  - Lien entre le confinement fluide et particulaire
  - Effet miroir
- III. Description fluide du plasma**
  - Les ondes dans un plasma non-magnétisé
  - Les ondes dans un plasma magnétisé

**CONTENTS**

- I. The plasma state**
  - Debye screening
  - The ideal plasma
  - Collisions and transport coefficients
  - Thermonuclear fusion research and plasma physics
  - Principles of the main plasma heating techniques
  - Magnetic confinement
  - Practical implementations (Tokamak, ...)
- II. Microscopique description of a magnetised plasma**
  - The motion of charged particles in a strong magnetic field
  - From fluid confinement to particles confinement.
  - The mirror effect
- III. Fluid description of a plasma**
  - Waves in a non-magnetised plasma
  - Waves in a magnetised plasma

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra et exercices en classe.	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 4
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Notes polycopiées, références à la littérature	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Eté
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTROLE:</b> Examen oral
<i>Préalable requis:</i> Cours d'Electrodynamique du 5e semestre	
<i>Préparation pour:</i> Physique des plasmas II et III	

<b>Titre: TRAVAUX PRATIQUES DE PHYSIQUE AVANCÉS</b>		<b>Titre: ADVANCED LABORATORY SESSIONS</b>			
<b>Enseignant: Rosendo SANJINÉS, Chargé de cours EPFL/DP</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 98/98</b>
PHYSIQUE.....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
PHYSIQUE.....	6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique 7</b>

**OBJECTIFS**

**OBJECTIVE**

Acquérir la connaissance des phénomènes physiques et de leurs applications intervenant dans la formation de l'ingénieur physicien. Acquérir des connaissances concernant les méthodes d'observation et de mesure. Se familiariser avec les différentes techniques actuelles d'un laboratoire de recherche en physique. Savoir interpréter les résultats obtenus en termes d'une théorie et d'un modèle. Développer le sens de l'initiative et de la créativité.

To acquire a knowledge of the physical phenomena and their applications as required for the education of an engineer in physics. To acquire a knowledge of methods of observation and measurement. To become familiar with the recent technologies used in today's research laboratory in physics. To know how to explain the experimental results in the framework of a theory and a model. To improve the sense of initiative and creativity.

**CONTENU**

**CONTENTS**

Les sujets couvrent la plupart des domaines de la physique à l'exclusion de la physique nucléaire et des particules élémentaires. Néanmoins, deux manipulations sont consacrées à quelques aspects de réacteurs nucléaires et la détection des radiations.

The proposed subjects cover most of the fields of physics with the exception of nuclear physics and the physics of elementary particles. Nevertheless, two experiments address some aspects of nuclear reactors and detection of radiations.

Par ailleurs, un bon nombre des expériences proposées illustrent les domaines de recherche des instituts du Département de Physique.

In addition, a number of the proposed experiments are in the domain of research of the different institutes of the Department of Physics.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> En laboratoire à raison de 7 h. hebdomadairement.	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 7/7
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Notes polycopiées, bibliothèque.	<b>SESSION D'EXAMEN</b>
<b>LIEN AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTROLE:</b>
<i>Préalable requis:</i> TP débutants, cours de mathématiques et de physique générale.	Rapports écrits et exposés oraux
<i>Préparation pour:</i> TP IV et diplôme pratique d'ingénieur physicien	

<b>Titre: EXPÉRIMENTATION NUMÉRIQUE II</b>		<b>Title: COMPUTATIONAL PHYSICS II</b>			
<b>Enseignant: Alfonso BALDERESCHI, Professeur EPFL/DP Michel POSTERNAK, Chargé de cours EPFL/DP</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 28</b>
PHYSIQUE.....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique 1</b>

**OBJECTIFS**

Présenter les méthodes numériques de base pour la solution de problèmes de physique classique et quantique.

L'étudiant apprendra à :

- Utiliser des algorithmes et modules existants (bibliothèques).
- Transcrire un problème de physique donné en un programme informatique.
- Tester le code sur des modèles dont on connaît la solution exacte.
- Appliquer le code au problème donné.
- Contrôler l'erreur des réponses.

**CONTENU**

Systèmes d'équations différentielles ordinaires : conditions initiales, conditions aux bords, méthode de tir.

Analyse de Fourier.

Systèmes d'équations linéaires.

Valeurs et vecteurs propres.

Travaux pratiques de physique numérique sur des systèmes présentés dans les cours de Physique I, II, III et IV et de Physique quantique I et II dont la solution fait appel aux algorithmes de l'analyse numérique.

**OBJECTIVE**

Provide the basic computational methods to solve problems of classical and quantum physics.

The student will learn:

- to use existing algorithms and codes (libraries).
- to transform a given problem of physics into a computer program.
- to test the code on exactly soluble models.
- to apply the code to the problem at hand.
- to estimate the error of the solution.

**CONTENTS**

Ordinary differential equations: initial and boundary value problems, shooting method.

Fourier transform.

Linear algebraic equations.

Eigenvalues and eigenvectors.

Computer practice on systems dealt with in the courses Physics I, II, III and IV and Quantum mechanics I and II and whose solution requires the algorithms of numerical analysis.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra (cours) et en salle stations (travaux pratiques) à raison de 4 h toutes les 2 semaines	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 2
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Notes polycopiées	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Printemps
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTROLE:</b> Tests écrits
<b>Préalable requis:</b> Physique générale I, II, III et IV, Physique quantique I, et progressivement II. Informatique I et II. Analyse numérique.	
<b>Préparation pour:</b>	

<b>Titre: INTRODUCTION AUX TECHNIQUES DE CONSTRUCTION</b>		<b>Titre: INTRODUCTION TO CONSTRUCTION TECHNICS</b>			
<b>Enseignant: Rosendo SANJINES, Chargé de cours EPFL/DP, Pierre SCHMID, Alessandro ICHINO, Collaborateurs techniques EPFL/DP</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 28</b>
PHYSIQUE.....	5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique 2</b>

**OBJECTIFS**

**OBJECTIVE**

Acquérir des notions de dessin technique, de pratiques de mécanique et d'électronique pour le laboratoire de physique.

To get some basic notions as it concerns technical design, machining and practical electronics for laboratory activities.

**CONTENU**

**CONTENTS**

Dessin technique assisté par ordinateur DAO.

Computer assisted technical design CAO.

Travaux à l'étau, tournage, fraisage, perçage.

Bend-vice practice, turning, milling, drilling.

Réalisation d'une pièce mécanique.

Realization of a small mechanical component.

Réalisation et test d'un circuit imprimé.

Realization and test of an electronic circuit.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> 12 h introduction au DAO 2 séances de 4h d'atelier mécanique et 2 séances de 4 h d'atelier électronique	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b> Aucun
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Aucune	<b>SESSION D'EXAMEN</b> -
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTRÔLE:</b> -
<b>Préalable requis:</b>	
<b>Préparation pour:</b> Travaux de laboratoire	

<i>Titre:</i> <b>MANAGEMENT DE PROJETS MBO</b>		<i>Title:</i> <b>MANAGEMENT BY OBJECTIVES</b>			
<i>Enseignant:</i> <b>Daniel MLYNEK, Professeur EPFL/DE</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 28
PHYSIQUE.....	5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Donner à l'élève les bases nécessaires du management par objectif en vue de l'appliquer à la haute technologie. Il sera capable de comprendre les tenants et aboutissants des projets industriels dans un contexte économique.

**OBJECTIVE**

Provide the student with the necessary skills in management by objectives in the field of high technology. He will be able to understand the fundamentals, details and consequences of industrial projects in an economical context.

**CONTENU**

- Comment développer un modèle d'utilisation du MBO (caractéristiques principales).
- Comment définir des objectifs.
- Notions des mesures des résultats et du contrôle du processus du management.
- Comment développer une position de leader.
- Comment penser une stratégie.
- Analyse des processus de prises de décision collectives.
- Développement des motivations pour l'innovation.
- Productivité - qualité - réduction des coûts.
- Exemples concrets.
- Séminaires et conférences de personnalités du monde industriel.
- Visites.

**CONTENTS**

- How to develop a model to utilize MBO (basic characteristics).
- How to define objectives
- Evaluation of results and management process control.
- How to develop a leadership.
- How to develop a strategy.
- Analysis of group decision-making processes.
- How to motivate innovative behavior.
- Productivity - quality - cost-cutting.
- Real industrial examples.
- Seminars and conferences by industry leaders.
- Visits.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Cours ex cathedra et travail en groupe	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 2 (4 = hiver + été)
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Polycopié	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Printemps
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTROLE:</b> Ecrit
<i>Préalable requis:</i>	
<i>Préparation pour:</i>	



<i>Titre:</i> <b>MARKETING</b> <b>Marketing des produits des services</b>		<i>Titre:</i> <b>MARKETING</b> <b>Marketing Products and Services</b>			
<i>Enseignant:</i> <b>Alain SMADJA, Chargé de cours EPFL/STS</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 28
PHYSIQUE.....	5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
AUTRES SECTIONS.....	hiver	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Sensibiliser les futurs ingénieurs aux principes de base du marketing appliqués aux produits et aux services : concepts fondamentaux, outils d'analyse et choix stratégiques.

**OBJECTIVE**

To provide future engineers with the basic principles of marketing applied to products and services: fundamental concepts, analytical tools and strategic choices.

**CONTENU**

Les concepts du marketing.  
 Le "marketing mix".  
 Segmentation de marché : choix de créneaux et de clientèle.  
 Comportement d'achat.  
 Les études de marché.  
 Le cycle de vie du produit  
 Politique produit.  
 Marketing des produits de grande consommation, des produits industriels et des services.  
 Marketing "B2B" (Business to Business) et "e-marketing"  
 Positionnement du marketing dans la stratégie et l'organisation de l'entreprise.

**CONTENTS**

The marketing concepts.  
 Marketing mix.  
 Marketing segmentation: choice of market segments and clientele.  
 Purchasing behaviour.  
 Market Research.  
 Product cycle life.  
 Product management.  
 Marketing for consumer products and services.  
 B2B Marketing and e-marketing.  
 Positioning marketing within the company organisation and strategy.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Exposés et discussions, présentation et analyse de cas d'entreprise	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 2
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> P. A. DUBOIS et A. JOLIBERT "Le marketing : fondements et pratique"; 3e édition, Economica P. KOTLER et P. A. DUBOIS "Marketing Management", Publi-Union, Paris	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Printemps
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTROLE:</b> Ponctuel (oral)
<i>Préalable requis:</i>	
<i>Préparation pour:</i>	

<i>Titre:</i> <b>HISTOIRE DES MATHÉMATIQUES I</b>		<i>Titre:</i> <b>HISTORY OF MATHEMATICS I</b>			
<i>Enseignant:</i> <b>Jacques SESIANO, Chargé de cours EPFL/DMA</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 28
PHYSIQUE.....	5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
MATHÉMATIQUES.....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
AUTRES SECTIONS.....	hiver	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Présenter une vue générale de l'histoire des mathématiques de l'antiquité à la naissance des temps modernes.

**OBJECTIVE**

An outline of the development of mathematics from antiquity to the sixteenth century.

**CONTENU**

Les systèmes de numération.

Naissance de l'algèbre en Mésopotamie.

L'arithmétique et l'algèbre en Grèce (Diophante);  
influence aux XVII<sup>e</sup> et XVIII<sup>e</sup> siècles (Fermat, Euler)

**CONTENTS**

Number systems.

Algebra in Mesopotamia.

Arithmetic and algebra in Greece (Diophantus);  
later influence (Fermat, Euler)

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 4  (hiver + été)
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Documentation accessoire distribuée	<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>

<b>Titre: HISTOIRES DES MATHÉMATIQUES II</b>		<b>Title: HISTORY OF MATHEMATICS II</b>			
<b>Enseignant: Jacques SESIANO, Chargé de cours EPFL/DMA</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 28</b>
PHYSIQUE.....	6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
MATHÉMATIQUES .....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
AUTRES SECTIONS.....	été	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Présenter une vue générale de l'histoire des mathématiques de l'antiquité à la naissance des temps modernes.

**OBJECTIVE**

An outline of the development of mathematics from antiquity to the late sixteenth century.

**CONTENU**

La géométrie grecque, en particulier les problèmes "impossibles" (quadrature du cercle, duplication du cube, trisection de l'angle); construction de polygones réguliers, postulat des parallèles. Développements ultérieurs.

**CONTENTS**

Greek geometry and "impossible" problems (squaring of the circle, duplication of the cube, angle trisection); construction of regular polygons, parallel postulate. Later developments.

Les mathématiques au Moyen Age : équation indéterminée du premier degré, suite de Fibonacci, apparition des nombres négatifs, paradoxes issus de la comparaison d'ensembles infinis.

Mathematics in the Middle Ages: indeterminate equation of the first degree, Fibonacci sequence, negative numbers, infinite sets.

Les mathématiques au seizième siècle : résolution des équations des troisième et quatrième degrés, apparition des nombres complexes.

Mathematics in the Renaissance: solution of the cubic and the quartic, complex numbers.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 4 (hiver + été)
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Documentation accessoire distribuée	<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>

<b>Titre: HISTOIRE DE L'ARCHITECTURE</b>		<b>Titre: HISTORY OF ARCHITECTURE</b>			
<b>Enseignant: Bruno CORTHÉSY, Dave LUETHI, Chargés de cours EPFL/DA</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 28</b>
PHYSIQUE.....	6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
AUTRES SECTIONS.....	été	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Le cours a pour but de procurer aux étudiants une grille d'analyse permettant d'appréhender la période 1850-1950 dans l'architecture régionale et européenne. Il prend pour angle d'approche les rapports complexes que l'architecture et la construction entretiennent avec le progrès technologique. Mettant aux prises différents acteurs sociaux : ingénieurs et architectes, maîtres d'ouvrages et édilité, grand public et « avant-garde », le débat se réduit rarement à une simple dichotomie entre Anciens et Modernes. Les exemples étudiés, œuvres d'architectes ou d'ingénieurs parfois célèbres, parfois oubliés, permettront aux étudiants de se constituer un corpus reflétant les problèmes généraux de l'architecture de cette époque.

**CONTENU**

- Deux corps professionnels en conflit : architectes et ingénieurs
- La promotion de l'industrie du bâtiment : les expositions universelles et nationales
- Le tourisme: moteur du progrès ?
- Un idéal inaccessible : la rationalisation et la préfabrication de la construction
- L'expression de la modernité : technicité et machinisme
- Les nouveaux matériaux (béton, métal)
- Les lieux du débat : gares et ponts
- L'Eglise et la modernité : une position ambiguë
- Logement, hygiène et confort : la formation de l'habitat moderne

**OBJECTIVE**

The course aims to provide students with an analytical grid which will enable them to examine regional and European architecture of the period 1850-1950. It will focus on the complex relation between, on one-hand, architecture and construction techniques, and, on the other, technological progress. Debate here is not simply held between the Ancients and the Moderns, but it involves various social agents: engineers and architects, clients and authorities, the public opinion and the avant-garde. As examples, works by architects or engineers –whether still famous or forgotten– will be studied, thus enabling the students to compile a corpus which is representative of architectural questions of the period.

**CONTENTS**

- Two conflicting professional bodies: architects and engineers
- Promotion of the building industry: universal and national exhibitions
- Tourism as a catalyst of progress?
- An inaccessible ideal: rationalization and prefabrication of buildings
- Expressing modernity: technical aspects and mechanization
- New materials (concrete, metal)
- The spaces of debate: railway stations and bridges
- Church and modernity: an ambiguous position
- Housing, hygiene and modern conveniences: the development of modern dwelling

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Conférences	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 2
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Sera distribuée tout au long du cours	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Eté
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTROLE:</b>
<i>Préalable requis:</i>	Continu : oral ou écrit selon le nombre de participants (interrogation sur une étude de cas)
<i>Préparation pour:</i>	

<b>Titre: COMMUNICATION PROFESSIONNELLE A I : La rédaction</b>		<b>Titre: PROFESSIONAL COMMUNICATION A I : Written communication</b>			
<b>Enseignant: Walter P.GAXER, Chargé de cours EPFL/STS</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 28</b>
PHYSIQUE .....	5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
SYSTÈMES COMMUNICATIONS	6 ou 8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
AUTRES SECTIONS.....	hiver	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Développer une approche transdisciplinaire de la communication humaine.  
 Perfectionner son approche personnelle et professionnelle de la communication.

**OBJECTIVE**

Developing a transdisciplinary approach to human communication.  
 Improving ones personal and professional approach in communication.

**CONTENU**

**Approche théorique**

Les dimensions spatiales et temporelles de la communication humaine.  
 Les aspects généraux des théories de la communication et spécialement les approches explicatives et thérapeutiques.  
 La communication en tant que phénomène global.

**CONTENTS**

**Theory**

Space and time as a dimension of human communication.  
 General aspects of the communication theories and especially the explanatory and therapeutical approaches.  
 Communication as a global phenomenon.

**Approche pratique : LA RÉDACTION**

S'exercer à transmettre des connaissances techno-logiques et scientifiques.  
 Structurer un texte.  
 Écrire pour convaincre un public-cible.

**Practice: WRITING**

Training to transmit technological and scientific knowledge.  
 Structuring a text.  
 Writing to convince a public.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT:** Exposés, échanges, commentaires

**NOMBRE DE CREDITS** 2

**BIBLIOGRAPHIE:** Liste distribuée

**SESSION D'EXAMEN** Été

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:**

**FORME DU CONTROLE:** Evaluation continue

*Préalable requis:*

*Préparation pour:* Communication professionnelle A II

<b>Titre: COMMUNICATION PROFESSIONNELLE A II : L'exposé</b>		<b>Titre: PROFESSIONAL COMMUNICATION A II : Oral communication</b>			
<b>Enseignant: Walter P. GAXER, Chargé de cours EPFL/STS</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 28</b>
PHYSIQUE.....	6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
SYSTÈMES COMMUNICATONS	6 ou 8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
AUTRES SECTIONS.....	été	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Comprendre l'utilité des sciences sociales et cognitives dans le domaine de la communication.

Comprendre l'importance de l'anthropologie, de la sociologie et de la psychologie dans le domaine de la communication.

**OBJECTIVE**

Understanding the usefulness of social and cognitive sciences in the field of human communication.

Understanding the importance of anthropology, sociology and psychology in the field of communication.

**CONTENU**

**Approche théorique**

La communication humaine et la mondialisation.

Quelques modèles de communication pour promouvoir la compréhension mutuelle.

L'argumentation efficace.

**CONTENTS**

**Theory**

Human communication and globalisation.

Some communication models to promote mutual understanding.

Efficient reasoning.

**Approche pratique : L'EXPOSÉ**

Exposer efficacement en public.

Animer son auditoire.

Produire des supports audio-visuels appropriés.

Savoir utiliser l'équipement disponible.

**Practice: SPEAKING**

Effective public presentations.

Stimulating one's audience.

Producing the appropriate audio-visual aids.

Knowing how to use the existing equipment.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Exposés, échanges, commentaires	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 2
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Liste distribuée	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Eté
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTROLE:</b>
<i>Préalable requis:</i> Communication professionnelle A I	Evaluation continue
<i>Préparation pour:</i> Communication professionnelle B II	

<b>Titre: CRÉATION D'ENTREPRISE ET INNOVATION</b>		<b>Titre: ENTREPRENEURSHIP AND INNOVATION</b>			
<b>Enseignant: Jean MICOL, Chargé de cours EPFL/CMT</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 28</b>
PHYSIQUE.....	6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
OUVERT À TOUTES SECTIONS		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Démystifier auprès des futurs ingénieurs la création d'entreprise et leur procurer une aptitude visant à les rendre à même de créer leur propre entreprise. Il s'agit notamment de les rendre susceptibles:

- d'identifier le potentiel de l'idée
- d'évaluer la faisabilité
- d'entreprendre la création

**OBJECTIVE**

To demystify to future engineers the creation of new enterprise and to provide them with an aptitude, which would enable them to create their own enterprise. It aims to help them:

- identify the potential of the idea
- evaluate its feasibility
- undertake the creation of a new enterprise

**CONTENU**

- De la découverte scientifique à la technologique
- De la technologie à la réalisation d'un produit satisfaisant les besoins du marché
- Marché potentiel et concurrence
- Faisabilité et approche technico-commerciale, évaluation des ressources nécessaires
- Elaboration d'un business plan et gestion du projet d'innovation
- Choix du type d'organisation et de société
- Cash et venture capital
- Démarches nécessaires

**CONTENTS**

- From scientific discovery to technological know-how
- From technology to realization of products meeting market needs
- Market potential and competition
- Feasibility and technological/market strategy, evaluation of required resources
- Developing a business plan and managing an innovation project
- Organization design and incorporation
- Cash and venture capital
- Necessary procedures

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Développement d'un business plan à partir d'une idée formulée par l'étudiant	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 2 (4 = hiver + été)
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Notes et info sur le web	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Eté
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b> Gestion d'entrepris	<b>FORME DU CONTROLE:</b> Continu
<b>Préalable requis:</b> Avoir terminé le 1 <sup>er</sup> cycle. Inscription préalable, auprès de l'enseignant, requise	Nombre maximum d'étudiants : 30
<b>Préparation pour:</b> Projet STS, diplôme et insertion dans le monde des entreprises	

<b>Titre: CARACTÉRISATION DES MICROSTRUCTURES</b>			<b>Titre: CHARACTERIZATION OF MICROSTRUCTURES</b>		
<b>Enseignant: Ph. BUFFAT, P. STADELMANN, Professeurs titulaires EPFL</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42</b>
PHYSIQUE.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique 2</b>

**OBJECTIFS**

Développer les principes exposés succinctement dans le cours de Microscopie Electronique pour leur application à la caractérisation de microstructures. Les mettre en pratique en utilisant les microscopes électroniques du Centre Interdépartemental de Microscopie Electronique de l'Ecole.

**CONTENU**

**- COURS**

- *La théorie cinématique de diffraction des électrons* : Cristal parfait, cristal réel. Applications à des contrastes simples: franges d'égal épaisseur, d'égal inclinaison, dislocations, précipités.
- *La théorie dynamique de diffraction des électrons* : Solution de l'équation de Schrödinger dans un potentiel périodique. Ondes de Bloch. Surface de dispersion. Absorption anormale. Cristal parfait - cristal réel. Applications aux contrastes de défauts plans, dislocations, petits agrégats de défauts.
- *Applications spécifiques* : méthodes d'observation en faisceaux faibles, en haute résolution (colonnes atomiques). Méthode de diffraction convergente.

**- TRAVAUX PRATIQUES**

Au cours de séances de 4h00, les étudiants, en petits groupes, auront à résoudre des problèmes concrets :

- *avec le microscope électronique à balayage* : prise d'images avec divers modes de contraste, stéréoscopie, pratique de la microanalyse X à dispersion d'énergie.
- *avec le microscope électronique à transmission* : préparation de lames minces, diagrammes de diffraction, observations de microstructures, identification de vecteurs de Burgers de dislocations.
- utilisation de programmes de simulation d'images

**OBJECTIVE**

Developing of the principles already seen succinctly in the electron microscopy course, towards their application to the characterization of microstructures. Putting them into practice during hands-on sessions on the microscopes of the EPFL Interdepartmental Center for Electron Microscopy.

**CONTENTS**

**- LECTURES**

- *Kinematic theory of electron diffraction*: Perfect crystal, real crystal. Application to simple contrasts: thickness fringes and extinction contours, dislocations, planar faults and 2nd phases.
- *Dynamic theory of electron diffraction*: Resolution of the Schrödinger equation in a periodic potential. Bloch waves. Surfaces of dispersion. Abnormal absorption. Perfect and real crystals. Application to the contrast of planar defects, dislocations and point defects aggregates.

- *Special techniques*: Weak beam and high resolution (atomic columns) imaging. Convergent beam diffraction technique.

**- HANDS-ON**

During sessions of 4 hours the students, in small groups, will have to perform observation on real situations with:

- *The scanning electron microscope*: imaging with various contrast modes, stereoscopy, energy dispersive X-ray microanalysis.
- *The transmission electron microscope*: preparation of thin samples, diffraction patterns, microstructure observation, identification of Burgers dislocation vectors.
- Lattice imaging in high resolution microscopy, image simulation programs.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra et travaux pratiques sur des problèmes concrets abordés dans l'Ecole	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 3.5
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Ouvrages recommandés.	<b>SESSION D'EXAMEN</b> <input type="checkbox"/> Automne
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTROLE:</b> Examen oral
<b>Préalable requis:</b> Physique du solide, structure électronique de l'atome, cristallographie, défauts cristallins. Microscopie électronique.	
<b>Préparation pour:</b> Analyse des surfaces. Projets de semestre et diplômes.	



<b>Titre: CHAPITRES CHOISIS DE PHYSIQUE THÉORIQUE I : BIOPHYSIQUE</b>		<b>Titre: TOPICS THEORETICAL PHYSICS I: BIOPHYSICS</b>			
<b>Enseignant: Paolo DE LOS RIOS, Professeur assistant UNIL</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42</b>
PHYSIQUE.....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
PHYSIQUE FACULTÉ.....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Introduction à l'utilisation des idées et méthodes de la physique théorique dans les problèmes de la biologie.

**OBJECTIVE**

Introduction to the application of the notions and methods of theoretical physics to problems in biology.

**CONTENU**

1. Petit rappel de la théorie de probabilité.
2. Théorie de la marche aléatoire : mouvement brownien ; équations continues ; diffusion ; murs réfléchissants et absorbants.
3. Théorème de la limite centrale et ses limitations. Distributions gaussiennes et de Lévy. Marches aléatoires de Lévy.
4. Introduction à la théorie des polymères : polymères en continu et sur réseau ; propriétés statistiques de polymères ; résultats exacts, numériques et approximations ; liaisons avec le modèle  $O(n)$  et les systèmes magnétiques.
5. Polymères interagissants : expériences et modèles ; solutions analytiques et numériques des modèles ; diagramme de phase ; hétéropolymères aléatoires.
6. Les protéines : rôle en biologie ; composants de base (acides aminés, eau) ; résultats expérimentaux ; modèles ; résultats analytiques et numériques ; comparaison avec les expériences.

**CONTENTS**

1. Brief revision of probability theory.
2. Theory of random walks: Brownian motion; continuous equations; diffusion; reflecting and absorbing walls.
3. The central limit theorem and its limitations. Gaussian and Levy distributions. Levy random walks.
4. Introduction to polymer theory: continuous polymers and networks; statistical properties of polymers; exact, numerical and approximative results; links with the  $O(n)$  model and magnetic systems.
5. Interacting polymers: experiments and models; analytical and numerical solutions of the models; phase diagram; random heteropolymers.
6. Proteins: their role in biology; basic components (amino-acids, water); experimental results; models; analytical and numerical results; comparison with experiment.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra. Exercices en classe et à la maison	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 3.5
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Polycopiés	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Automne
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTROLE:</b> Examen oral
<b>Préalable requis:</b> Cours de physique théorique	
<b>Préparation pour:</b>	

<i>Titre:</i> <b>CHAPITRES CHOISIS DE PHYSIQUE THÉORIQUE II :</b>		<i>Titre:</i> <b>TOPICS THEORETICAL PHYSICS II:</b>			
<i>Enseignant:</i> <b>vacat UNIL</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 42
PHYSIQUE.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
PHYSIQUE FACULTÉ.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 1
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

**OBJECTIVE**

**Ce cours n'est pas donné durant l'année académique 2001/2002**

**CONTENU**

**CONTENTS**

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 3.5
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Automne
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTROLE:</b> Examen oral
<i>Préalable requis:</i>	
<i>Préparation pour:</i>	

<b>Titre: CHAMPS QUANTIQUES RELATIVISTES</b>		<b>Title: RELATIVISTIC QUANTUM FIELDS</b>			
<b>Enseignant: Mikhaïl E. CHAPOCHNIKOV, Professeur UNIL</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 56/56</b>
PHYSIQUE.....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
PHYSIQUE FACULTÉ.....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2 / 2</b>
PHYSIQUE.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 2 / 2</b>
PHYSIQUE FACULTÉ.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Présenter les idées et les méthodes de la théorie des champs quantiques relativistes, considérée comme description des interactions fondamentales entre particules élémentaires.

**OBJECTIVE**

To present the ideas and methods of the relativistic quantum theory of fields, viewed as a description of the fundamental interactions of elementary particles.

**CONTENU**

- 1. **Unités de la physique des hautes énergies**
- 2. **Champs quantiques** Opérateurs de création et d'annihilation. Quantification secondaire et systèmes de particules indiscernables. Bosons et fermions. Espace de Fock. Champs quantiques non relativistes, non conservation du nombre de particules. Les particules relativistes libres.
- 3. **Théorie classique des champs** Actions, lagrangiens, hamiltoniens. Théorème de Noether.
- 4. **Relativité restreinte et groupe de Poincaré** Eléments de la théorie des groupes. Groupes de Lie. Algèbres de Lie. Les groupes de Poincaré et de Lorentz.
- 5. **Champs classiques et quantiques relativistes libres** Classification des champs. Champs scalaires réel et complexe. Quantification de Dirac. Le champ vectoriel massif. Le photon. Champs spinoriels.
- 6. **Champs en interaction** Les symétries global et local. Théorie de jauge abélien. Théories de jauge non abéliens. Interactions forte et électrofaible et lagrangien du modèle standard. Matrice-S et diagrammes de Feynman. La section efficace. Le taux de désintégration.
- 7. **Renormalisation** Idée de base. Fonctions de Green. Masse des particules. Règles de renormalisation.

**CONTENTS**

1. **Units of high energy physics**
2. **Quantum fields** Creation and annihilation operators. Second quantisation and systems of indistinguishable particles. Bosons and fermions. Fock space. Non-relativistic quantum fields, non-conservation of number of particles. Free relativistic particles.
3. **Classical field theory** Actions, Lagrangians, Hamiltonians. Noether's theorem.
4. **Special relativity and the Poincaré group** Elements of group theory. Lie groups. Lie algebras. Poincaré and Lorentz groups.
5. **Classical and quantum relativistic free fields** Classification of fields. Real and complex scalar fields. Dirac's quantisation. The massive vectorial field. The photon. Spinorial fields.
6. **Interacting fields** Global and local symmetries. Abelian gauge theory. Non-abelian gauge theories. Strong and electroweak interactions and Lagrangian of the standard model. S-matrix and Feynman diagrams. The cross-section and decay rate.
7. **Renormalisation** The basic idea. Green's functions. Particle mass. Rules of renormalisation.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Cours et exercices	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 7
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Ouvrages recommandés.	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Automne
<b>LIEN AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTROLE:</b> Examen oral
<b>Préalable requis:</b> Électrodynamique, Relativité restreinte, Physique quantique I et II.	
<b>Préparation pour:</b> Physique théorique, Physique des interactions fondamentales et des particules élémentaires.	

<b>Titre: DISPOSITIFS ÉLECTRONIQUES À SEMICONDUCTEURS</b>		<b>Titre: SEMICONDUCTOR ELECTRON DEVICES</b>			
<b>Enseignant: M. ILEGEMS, Professeur EPFL/DP</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 42</i>
PHYSIQUE.....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices 1</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Présenter la physique de fonctionnement des dispositifs semiconducteurs.

**OBJECTIVE**

To present the physical principles of semiconductor device operation

**CONTENU**

1. **Propriétés électroniques des semiconducteurs**
  - Structures cristallines et bandes d'énergie
  - Statistiques des porteurs à l'équilibre et hors équilibre
  - Transport électronique à faible et fort champ
  - Processus de génération et recombinaison.
2. **Théorie des jonctions et interfaces**
  - Jonction p-n et métal-semiconducteur
  - Interfaces isolant - semiconducteur et hétérojonctions
  - Transistor bipolaire.
3. **Dispositifs à effet de champ**
  - Transistor JFET, MESFET, MOSFET, HFET
  - Structures submicroniques
4. **Dispositifs d'électronique quantique**
  - Puits quantiques et superréseaux
  - Conduction dans un gaz bidimensionnel d'électrons
  - Effet Hall quantique

**CONTENTS**

1. **Electronic properties of silicon**
  - Crystal structure and energy band diagrams
  - Carrier statistics in equilibrium and non-equilibrium
  - Electron transport in weak and strong fields
  - Generation and recombination processes.
2. **Theory of junctions and interfaces**
  - pn and metal-semiconductor junctions
  - Oxide-semiconductor and heterojunction interfaces
  - Principles of bipolar transistor operation.
3. **Field effect devices**
  - JFET, MESFET, HFET and MOSFET transistors
  - Submicron devices
4. **Quantum electron devices**
  - Quantum well and superlattice structures
  - Conductivity of a 2D electron gas
  - Quantum Hall effect

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Exposé avec exercices.	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 3.5
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Notes polycopiées.	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Automne
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTROLE:</b> Examen oral
<i>Préalable requis:</i> Introduction en Electronique et Physique du Solide.	
<i>Préparation pour:</i> Dispositifs optiques à semiconducteurs, laboratoire et projets.	

<b>Titre: DISPOSITIFS OPTIQUES À SEMICONDUCTEURS</b>		<b>Titre: SEMICONDUCTOR OPTOELECTRONIC DEVICES</b>			
<b>Enseignant: M. ILEGEMS, Professeur EPFL/DP</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42</b>
PHYSIQUE.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Présenter la physique de fonctionnement et les principales applications des semiconducteurs en optoélectronique

**OBJECTIVE**

To present the physical principles of operation and the main applications of semiconductor optoelectronic devices.

**CONTENU**

- 1. Matériaux semiconducteurs optoélectroniques**
- 2. Interactions lumière-matière**  
Absorption, émission spontanée, émission stimulée de radiation, fonction diélectrique, constantes optiques.
- 3. Photodétection**  
Photoconducteurs, photodiodes à jonction p-n, p-i-n, et avalanche. Diodes métal-semiconducteur-métal, détecteurs à couplage de charge. Photorécepteurs intégrés. Réponse spectrale, sensibilité, bruit.
- 4. Electroluminescence**  
Diodes électroluminescentes, spectres d'émission, efficacité, modulation. Applications à l'affichage et pour les communications à fibre.
- 5. Diodes laser**  
Conditions d'émission stimulée, gain optique, caractéristiques spectrales, efficacité, modulation. Lasers Fabry-Pérot, lasers à rétroaction distribuée, lasers à émission verticale. Ingénierie de la structure des bandes, lasers à puits quantiques.
- 6. Dispositifs d'optique intégrée planaire**  
Guides d'ondes, interféromètres, miroirs, réseaux de diffraction, modulateurs, multiplexeurs.

**CONTENTS**

- 1. Semiconductor materials for optoelectronics**
- 2. Light-matter interactions in semiconductors**  
Absorption, spontaneous and stimulated emission of radiation, dielectric function, optical constants.
- 3. Photodetection**  
Photoconductors, p-n, p-i-n and avalanche photodiodes, metal-semiconductor-metal detectors, charge coupled detectors and arrays, integrated photoreceivers, spectral responsivity, detectivity, noise.
- 4. Electroluminescence**  
Electroluminescent diodes, emission spectra, efficiency, modulation. Applications for displays and fiber optic communications.
- 5. Laser diodes**  
Conditions to achieve stimulated emission, optical gain and threshold, spectral characteristics, efficiency, modulation. Fabry-Perot, distributed feedback and vertical cavity laser structures. Bandgap engineering, quantum well lasers.
- 6. Integrated optoelectronics**  
Planar optical waveguides, interferometers, mirrors, diffraction gratings, modulators, couplers, multiplexers.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Exposé avec exercices.	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 3.5
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Notes photocopiées.	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Automne
<b>LIEN AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTROLE:</b> Examen oral
<b>Préalable requis:</b> Dispositifs électroniques semiconducteurs	
<b>Préparation pour:</b> Laboratoire et projets.	

<b>Titre: ÉLECTRODYNAMIQUE QUANTIQUE</b>			<b>Title: QUANTUM ELECTRODYNAMICS</b>		
<b>Enseignant: François REUSE, Chargé de cours EPFL/DP</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 56</b>
PHYSIQUE .....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
PHYSIQUE FACULTÉ.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Fournir une approche élémentaire de la théorie quantique relativiste de l'électron. Etude perturbative des processus d'interaction, les plus importants et les plus simples, entre électrons relativistes et photons. Discussion introductive sur les corrections radiatives en électrodynamique quantique.

**CONTENU**

**Théorie quantique de Dirac de l'électron relativiste**

- Equation de Dirac pour l'électron libre. Discussion de sa covariance relativiste formelle.
- Observables du moment cinétique et de l'hélicité.
- Esquisse de la problématique reliée aux notions d'observables de position et de spin.
- Théorie des trous de Dirac et l'interprétation des solutions de l'équation de Dirac. L'anti-électron ou positron.
- Equation de Dirac avec champ électromagnétique extérieur. Invariance de jauge. Atome hydrogénoïde relativiste.
- Transformation de Foldy-Wouthuysen. Limite non-relativiste de l'équation de Dirac. Corrections relativistes en physique atomique.

**Interaction entre électrons relativistes et photons**

- Interaction électron-photons dans le cadre de la théorie des trous de Dirac.
- Discussion générale de l'approche perturbative au second ordre de l'interaction.
- Etude de l'effet Compton. Détermination de la section efficace différentielle sans polarisation.
- Annihilation d'une paire électron-positron en deux photons. Détermination de la section efficace différentielle sans polarisation.
- Processus en champ extérieur : "Bremsstrahlung" et création de paires électron-positron à partir d'un photon.
- Discussion introductive concernant la self-énergie de l'électron et la polarisation du vide. Moment magnétique anormal. Le "Lamb shift" de l'atome d'hydrogène.

**OBJECTIVE**

To provide an elementary approach of the relativistic quantum theory of the electrons. Perturbative study of the most important and simplest processes of interaction between relativistic electrons and photons. Introductory discussion concerning radiative corrections in quantum electrodynamics.

**CONTENTS**

**Dirac quantum theory of relativistic electron**

- Dirac equation for the free electron. Discussion of its formal relativistic covariance.
- Observables of the total angular momentum and the helicity.
- Outline of the issues related to the notions of position and spin observables.
- Holes theory of Dirac and interpretation of the solutions of the Dirac equation. The anti-electron or positron.
- Dirac equation with external electromagnetic field. Gauge invariance. Relativistic hydrogen-like atom.
- Foldy-Wouthuysen transformation and the non-relativistic limit of the Dirac equation. Relativistic corrections in atomic physics.

**Interaction between relativistic electrons and photons**

- Interaction electron-photons in the framework of the holes theory of Dirac.
- General discussion of the perturbative second order approach of the interaction.
- Study of the Compton effect. Determination of the non-polarized differential cross-section.
- Annihilation of an electron-positron pair into two photons. Determination of the non-polarized differential cross-section.
- External field processes: "Bremsstrahlung" and electron-positron pairs creation from one photon.
- Introductory discussion concerning the electron self-energy and the vacuum polarisation. Anomalous magnetic moment. The Lamb's shift of the hydrogen atom.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra et exercices pendant le cours.	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 3.5
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Notes polycopiées.	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Automne
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTROLE:</b> Examen oral
<i>Préalable requis:</i> Physique quantique I et II. Electrodynamique. Eléments de relativité restreinte	
<i>Préparation pour:</i> Théorie quantique des champs. Physique des particules élémentaires.	

<b>Titre: GÉNIE MÉDICAL I : PHYSIQUE DU SYSTÈME CARDIOVASCULAIRE</b>		<b>Titre: BIOMEDICAL ENGINEERING I: PHYSICS OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM</b>			
<b>Enseignant: Nikos STERGIOPULOS, Professeur assistant EPFL/DP</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42</b>
PHYSIQUE .....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
MICROTECHNIQUE .....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
MATHÉMATIQUES.....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Familiariser l'étudiant aux concepts et méthodes de la physique de la matière vivante.  
Présenter les phénomènes physiques observés dans le système cardio-vasculaire et les modèles utiles à leur interprétation.

**CONTENU**

- **Introduction :**  
Physique de la matière vivante et génie médical; éléments d'anatomie et de physiologie du système cardio-vasculaire
- **Propriétés physiques du sang :**  
Constituants et rhéologie du sang; propriétés mécaniques des globules rouges; propriétés électriques du sang
- **Electrophysiologie et biomécanique cardiaques:**  
Electrophysiologie, structure fractale et processus chaotique; activité mécanique du coeur; biomécanique du muscle cardiaque; éjection dans le système artériel, effet Windkessel
- **Physique du système artériel :**  
Structure, propriétés biomécaniques passives et actives de la paroi artérielle; écoulement pulsé dans un tube rigide, modèle de Womersley; propagation des ondes de pression et de vitesse dans un tube élastique; atténuation et réflexions d'ondes dans un réseau artériel; modèles du système artériel; interactions sang-paroi artérielle
- **Microcirculation :**  
Hémodynamique des capillaires; mécanismes de transport de substance
- **Physique du système veineux :**  
Biomécanique de la paroi; écoulement dans un tube collabable; phénomène "Waterfall"

**OBJECTIVE**

To provide the students with a presentation of the concepts and principles of the physics of the living matter.  
To describe the physical phenomena observed in the cardiovascular system and to present the models used for their interpretation.

**CONTENTS**

- **Introduction:**  
Physics of living matter and biomedical engineering; anatomy and physiology of the cardiovascular system
- **Biophysics of the blood:**  
Blood rheology; mechanical properties of red blood cells; electrical properties of blood
- **Electrophysiology and mechanics of the heart:**  
Electrophysiology, fractal structure and chaotic processes; mechanical activity of the heart; biomechanics of the cardiac muscle; blood ejection in the arterial system, Windkessel effect
- **The physics of the arterial system:**  
Structure, passive and active mechanical properties of the arterial wall; pulsatile blood flow in a rigid tube, model of Womersley; propagation of pressure and flow waves in an elastic tube; reflection and attenuation of waves in arteries; physical models of the arterial system; blood-vessel wall interactions
- **Microcirculation:**  
Hemodynamics in capillaries; exchange of substances and liquids across the capillary wall
- **The physics of the venous system:**  
Biomechanics of the venous wall; flow in collapsible tubes; "Waterfall" phenomenon

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra et exercices dirigés en classe	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 3.5
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Cours photocopiés et corrigés d'exercices	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Automne
<b>LIEN AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTROLE:</b> Examen oral
<b>Préalable requis:</b> Cours de base de physique, mécanique et mathématiques du premier cycle	
<b>Préparation pour:</b> Génie médical II	

<b>Titre: GÉNIE MÉDICAL II : TECHNIQUES BIOMÉDICALES</b>		<b>Titre: BIOMEDICAL ENGINEERING II: BIOMEDICAL TECHNIQUES</b>			
<b>Enseignant: Jean-Jacques MEISTER, Professeur EPFL/DP</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42</b>
PHYSIQUE.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
MICROTECHNIQUE.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
MATHÉMATIQUES.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Familiariser l'étudiant aux principes physiques des méthodes de mesure et d'imagerie utilisées en médecine.

**CONTENU**

- **Interaction ondes électromagnétiques - matière vivante :**  
Absorption, diffusion, fluorescence; modèles de propagation de la lumière; applications médicales des lasers
- **Interaction ondes acoustiques - matière vivante:**  
Onde de pression dans un tissu biologique; absorption, diffusion, réflexions et effets non-linéaires; champ ultrasonore; effet Doppler, applications médicales des ultrasons
- **Méthodes de mesure de paramètres physique :**  
Pression artérielle; débit sanguin; activité électrique et magnétique
- **Radiologie RX :**  
Système radiographique; tomographie computerisée; algorithme de rétroprojection filtrée
- **Imagerie par résonance magnétique :**  
Interactions entre moment magnétique et champ magnétique; relaxation du moment magnétique; construction d'une image; séquences d'excitations; mesures de débit; applications cliniques
- **Echographie ultrasonore :**  
Échographie en mode A, TM, B et Duplex; résolution en amplitude des images ultrasonores (speckle)
- **Tomographie par émission de positrons :**  
Principes physiques; instrumentation; reconstruction d'une image fonctionnelle; applications médicales

**OBJECTIVE**

To provide the students with a presentation of the physical principles of medical instrumentation and imaging systems.

**CONTENTS**

- **Interaction between living matter and electromagnetic waves:**  
Absorption, scattering, fluorescence; propagation of light in tissue; medical applications of lasers
- **Interaction between biological tissue and acoustic waves:**  
Pressure waves in a biological tissue; absorption, scattering, reflection and nonlinear effects; acoustic fields; Doppler effect; medical applications of ultrasound
- **Techniques to measure physical parameters:**  
Arterial pressure; blood flow; electrical activity of cells and organs and related electromagnetic fields
- **X-ray imaging methods:**  
X-ray system; computed tomography; filtered backprojection reconstruction algorithm
- **Magnetic resonance imaging:**  
Interaction of a magnetic moment with a magnetic field; relaxation of magnetic moments; imaging reconstruction method; pulse sequences; flow velocity measurement; clinical applications
- **Ultrasonic imaging methods:**  
A, TM, B and Duplex mode echography; speckle in ultrasound images
- **Positron emission tomography:**  
Physical principles; instrumentation; functional imaging reconstruction; medical applications

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra et exercices dirigés en classe	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 3.5
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Cours polycopiés et corrigés d'exercices	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Automne
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTROLE:</b> Examen oral
<b>Préalable requis:</b> Cours de base de physique, mécanique et mathématiques du premier cycle	
<b>Préparation pour:</b>	



<b>Titre: INTRODUCTION À L'ÉLECTRODYNAMIQUE ET OPTIQUE QUANTIQUES</b>		<b>Titre: INTRODUCTION TO QUANTUM ELECTRODYNAMICS AND OPTICS</b>			
<b>Enseignant: François REUSE, Chargé de cours EPFL/DP</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 56</b>
PHYSIQUE.....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
PHYSIQUE FACULTÉ.....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Acquérir sur un niveau élémentaire le formalisme et les concepts de base de la théorie quantique du rayonnement électromagnétique. Introduire les états cohérents du champ électromagnétique. Présenter une brève introduction aux propriétés statistiques du rayonnement. Etudier les processus d'interaction entre des atomes et des photons.

**CONTENU**

**Théorie quantique du rayonnement électromagnétique**

- Formulation hamiltonienne de la théorie classique du rayonnement.
- Théorie quantique du champ électromagnétique. Relations de commutation fondamentales et opérateurs de champ.
- Le concept de photon. Les états à N-photons.
- Polarisation et hélicité du photon.
- Rayonnement quantique produit par des courants électriques classiques.

**Notions de base reliées à l'optique quantique**

- Etats cohérents d'un oscillateur harmonique quantique unidimensionnel.
- Propriétés des états cohérents du rayonnement quantique. Influence de courants électriques extérieurs sur leur évolution.
- Description statistique du rayonnement quantique.
- Rayonnements chaotiques et cohérents. Rayonnement du corps noir.

**Interaction entre atome et photons**

- Approximation dipolaire électrique de l'interaction atome-photon.
- Emissions induites et spontanées d'un photon par un atome. Règles de sélection.
- Absorption de photons par un atome.
- Origine des largeurs de raie naturelles des spectres d'émission et d'absorption.

**OBJECTIVE**

To provide at an elementary level the formalism and the conceptual scheme of the quantum theory of electromagnetic radiation. To introduce the coherent states of the electromagnetic field. To present a brief introduction to the statistical properties of radiations. To study the interaction processes between atoms and photons.

**CONTENTS**

**Quantum theory of electromagnetic radiation**

- Hamiltonian formulation of the classical theory of radiation.
- Quantum theory of the electromagnetic field. Fundamental commutation relations and field operators.
- The concept of photon. The N-photons states.
- Polarization and helicity for the photon.
- Quantum radiation generated by classical electric currents.

**Basic notions related to quantum optics**

- Coherent states of a one-dimensional quantum harmonic oscillators.
- Properties of the coherent states of the quantum radiation. Influence of external electric currents on their behaviour.
- Statistical description of the quantum radiation.
- Chaotic and coherent radiations. Black body radiation.

**Interaction between atoms and photons**

- Dipolar electric approximation of the atom-photons interaction.
- Induced and spontaneous emission of one photon by an atom. Selection rules.
- Photons absorption by an atom.
- Origin of the natural breadth of absorption and emission lines spectra.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT:** Ex cathedra et exercices pendant le cours.

**BIBLIOGRAPHIE:** Notes polycopiées.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:**

*Préalable requis:* Physique quantique I, II. Electrodynamique.

*Préparation pour:* Optique quantique. Physique du laser. Problème à n-corps. Chapitres choisis de Physique de la matière condensée II. Théorie quantique des champs.

**NOMBRE DE CREDITS** 3.5

**SESSION D'EXAMEN** Automne

**FORME DU CONTROLE:** Examen oral

<i>Titre:</i> <b>MÉCANIQUE QUANTIQUE AVANCÉE I</b>		<i>Titre:</i> <b>ADVANCED QUANTUM MECHANICS I</b>			
<i>Enseignant:</i> <b>Nicolas MACRIS, Chargé de cours EPFL/DP</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i>
PHYSIQUE.....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
PHYSIQUE FACULTÉ.....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Le cours permet à l'étudiant qui possède les bases de la mécanique quantique, d'être introduit à deux domaines importants : la mécanique quantique semiclassique et la théorie des collisions.

**CONTENU**

**Mécanique quantique semi-classique**

Lien entre mécanique quantique et mécanique classique. Règles de quantification semi-classique. Méthode WKB. Applications.

**Théorème adiabatique**

Hamiltoniens dépendant lentement du temps. Limite adiabatique. Phase géométrique. Applications.

**Introduction à la théorie des collisions**

Collisions en mécanique classique. Section efficace. Théorie de la diffusion quantique par un potentiel. Ondes partielles et déphasages. Résonances. Matrice S. Théorie de perturbation.

**OBJECTIVE**

These lectures intend to give to the student who knows the basic principles of quantum mechanics, an introduction to semi-classical quantum mechanics and scattering theory.

**CONTENTS**

**Semi-classical quantum mechanics**

Connection between classical and quantum mechanics. Semi-classical quantisation. WKB method. Applications.

**Adiabatic theorem**

Slowly time dependent hamiltonians and the adiabatic theorem. Geometric phases. Applications.

**Introduction to scattering theorem**

Classical scattering theory. Cross-sections. Quantum scattering by a potential. Partial waves, phase shifts. Resonances. S matrix. Perturbation theory.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Cours et exercices	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 3.5
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Fournies au cours	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Automne
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTROLE:</b> Examen oral
<i>Préalable requis:</i> Mécanique quantique	
<i>Préparation pour:</i> Physique matière condensée, physique théorique, chimie physique	

<b>Titre: MÉCANIQUE QUANTIQUE AVANÇÉE II</b>		<b>Titre: ADVANCED QUANTUM MECHANICS II</b>			
<b>Enseignant: Frédéric MILA, Professeur UNIL</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 56</b>
PHYSIQUE.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
PHYSIQUE FACULTÉ.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Introduction à la méthode des intégrales de chemin en développant deux aspects :

- La reformulation de la mécanique quantique et le lien avec la mécanique classique.
- Les applications de ces idées à la physique statistique, au problème à  $N$  corps et à la théorie quantique des champs.

**CONTENU**

**Introduction aux intégrales de chemin**

- L'intégrale de chemin en mécanique quantique**
  - Formule de Trotter et propagateur.
  - Application : méthodes semi-classiques.
- Action euclidienne et temps imaginaire**
  - Mécanique statistique quantique.
  - Mouvement brownien et intégrale de Wiener.
- Intégrale de chemin et transitions de phase**
  - Modèle d'Ising et intégrale de chemin.
  - Modèle de Landau-Ginsburg et fluctuations gaussiennes.
- Intégrale de chemin et problème à  $N$  corps**
  - États cohérents (bosons).
  - Développements perturbatifs.
  - Transformation de Hubbard-Stratonovitch.
- Intégrale de chemin et théorie quantique des champs**
  - Champ scalaire.
  - Théories de jauge.

**OBJECTIVE**

Introduction to the method of path integrals with emphasis on:

- The reformulation of quantum mechanics and the connection with classical mechanics.
- Applications of these ideas to statistical physics, to the many-body problem and to quantum field theory.

**CONTENTS**

**Introduction to path integrals**

- Path integrals in quantum mechanics**
  - Trotter's formula and propagator.
  - Application: semi-classical methods.
- Euclidian action and imaginary time**
  - Statistical quantum mechanics.
  - Brownian motion and Wiener's integral.
- Path integrals and phase transitions**
  - Ising model and path integral.
  - Landau-Ginsburg model and Gaussian fluctuations.
- Path integrals and the many-body problem**
  - Coherent states (bosons).
  - Perturbative developments.
  - Hubbard-Stratonovitch transformation.
- Path integrals and quantum field theory**
  - Scalar field.
  - Gauge theories.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Cours et exercices	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 3.5
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Automne
<b>COORDONNÉES AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTROLE:</b> Examen oral
<b>Pré-requis requis:</b> Mécanique quantique	
<b>Préparation pour:</b> Physique de la matière condensée, physique théorique, chimie-physique	

<b>Titre: MÉTHODES EXPÉRIMENTALES EN PHYSIQUE I, II</b>		<b>Titre: EXPERIMENTAL METHODS IN PHYSICS I, II</b>			
<b>Enseignant: Philippe A. BUFFAT, Professeur titulaire EPFL/CIME, Jean-Marc BONARD, Jean-Daniel GANIERE, Chargés de cours EPFL/DP</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>STS</b>	<b>Heures totales: 56/56</b>
PHYSIQUE .....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
PHYSIQUE .....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Connaître les méthodes expérimentales utilisées actuellement en recherche fondamentale, appliquée et de développement en physique. Etre capable d'entrer en discussion avec un collègue en vue d'une collaboration; quels renseignements peut-on obtenir concernant une technique expérimentale ?, nature des échantillons ?, sensibilité ?, limitations ?, mise en oeuvre...

**OBJECTIVE**

To understand the experimental methods used presently in research and development in physics. Develop a comprehension in other fields in order to be able to start collaborations; what can be gained using an experimental technique ?, nature of the samples ?, sensitivity ?, limitations ?, how to work it out...

**CONTENU**

- **Acoustique et élasticité** : production et détection d'ondes acoustiques, éléments d'acoustique technique.
- **Electricité** : mesures de champ, des propriétés para, dia, ferro.
- **Magnétisme** : mesures de champ, des propriétés de para, dia et ferro, production de champ (bobines supra,...)
- **Thermique** : mesure et régulation de la température, cryostat.
- **Radiométrie et photométrie** : unités, théorème de la brillance, la vision et la mesure des couleurs.
- **Optique** : éléments optiques (modulateurs, polariseurs, lentilles...). Spectromètres, monochromateurs... Les photodétecteurs (PM, photodiodes, CCD, Streak camera...)
- **Les sources de lumière** : lasers, lampes à décharge et à incandescence, synchrotron...
- **Les microscopies** : électronique, à effet tunnel, à force atomique, optique confocale et en champ proche...
- **Le traitement du signal** : le bruit, les amplificateurs lock-in, le comptage de photon, les box cars.
- **Les méthodes de caractérisation structurale** : RX, diffraction des électrons, des neutrons, ...
- **Les méthodes de caractérisation chimique et électronique** : spectroscopie des photoélectrons, spectroscopie en rétrodiffusion Rutherford, spectroscopie de masse d'ions secondaires, spectroscopie Auger, sources et détecteurs...

**CONTENTS**

- **Acoustic and Elasticity**: production and detection of acoustic waves, elements of technical acoustics.
- **Electricity** : measurement of fields and of material properties (para, dia and ferro).
- **Magnetism**: measurement of fields and of material properties (para, dia and ferro). Production of fields
- **Refrigeration** : measurement and regulation of temperature, cryostat.
- **Radiometry and photometry**: units, colour, measurements.
- **Optics**: optical elements (modulators, polarisers, lenses...). Spectrometer, monochromator... Photo detectors (PM, photo diodes, CCD, Streak camera...)
- **Light sources**: lasers, discharge lamps, incandescence lamps, synchrotron...
- **Microscopy**: electronic, scanning tunneling, atomic force, scanning near field optical and confocal techniques...
- **Signal treatment**: noise, lock-in amplifiers, photon counting, box cars.
- **Structural characterization**: RX, neutron and electron diffraction, ...
- **Chemical and electronic characterization** : photoelectron spectroscopy, Rutherford backscattering spectroscopy, secondary ion mass spectroscopy, Auger spectroscopy, sources and detectors...

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Exposés ex cathedra, lecture et discussion de travaux de recherche récents.	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 7
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Polycopiés du cours et de certains travaux de recherche récents.	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Automne
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTROLE:</b> Examen oral
<i>Préalable requis:</i> Cours de base des années précédentes	
<i>Préparation pour:</i> Activité professionnelle	

<b>Titre: MICROSCOPIE ELECTRONIQUE</b>		<b>Title: ELECTRON MICROSCOPY</b>			
<b>Enseignant: Jean-Luc MARTIN, Professeur EPFL/DP, Philippe A. BUFFAT, Professeur titulaire EPFL/CIME</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42</b>
PHYSIQUE.....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 3</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Connaître et savoir utiliser les principales méthodes de diffraction, d'observation et d'analyse que l'on peut mettre en oeuvre avec les microscopes électroniques à transmission et à balayage pour l'étude de divers matériaux.

**CONTENU**

**GÉNÉRALITÉS SUR LE RAYONNEMENT ET LA MATIÈRE :** rayonnements électromagnétiques et corpusculaires, classification des rayonnements, énergie, longueurs d'onde. Interaction rayonnement-matière. Section efficace d'interaction, libre parcours moyen. Interactions élastique et inélastique. Émission de rayonnements secondaires.

**THÉORIE SUCCINCTE DE LA DIFFUSION DES ÉLECTRONS PAR UN CRISTAL :** expression générale de l'amplitude et de l'intensité diffusées. Facteur de diffusion atomique, effet de l'agitation thermique. Diffraction en faisceau parallèle ou convergent, condition de Bragg, réseau réciproque et sphère d'Ewald. Contraste d'absorption, de diffraction, de phase. Application à l'observation de défauts et de microstructures. Images en haute résolution.

**LE MICROSCOPE ÉLECTRONIQUE A TRANSMISSION :** source d'électrons. Lentilles, aberrations et pouvoir de résolution. Enregistrement photographique et caméra CCD. Les divers modes d'observation.

**LE MICROSCOPE ÉLECTRONIQUE A BALAYAGE :** principe, instrumentation. Images par émission d'électrons secondaires et rétrodiffusés. Contrastes topographique, chimique, cristallographique et de courant induit. Microscope à balayage-transmission.

**MICROANALYSE PAR SPECTROMÉTRIE DE RAYONNEMENTS X :** principe, émission X, absorption des rayons X par le cristal, fluorescence X. Volumes d'émission. Détection des rayons X. Spectromètre à dispersion de longueur d'onde, monochromateurs, détecteurs. Spectromètre à dispersion d'énergie, détecteur. Acquisition des données. Pratique de la microanalyse. Microsonde et microscope à balayage.

**MICROANALYSE PAR PERTE D'ÉNERGIE D'ÉLECTRONS TRANSMIS :** principe, spectromètre et détecteur, spectre, analyse qualitative/quantitative, structure fine. On comparera les avantages et limitations de chaque méthode sur diverses applications à l'étude de matériaux métalliques, semi-conducteurs, céramiques.

**OBJECTIVE**

Knowing and being able to use scanning and transmission electron microscope techniques in the field of material research, including diffraction and chemical microanalysis methods.

**CONTENTS**

**INTRODUCTION TO SHORT WAVELENGTH RADIATIONS AND THEIR INTERACTION WITH MATTER:** electromagnetic and corpuscular radiation, radiation classification, energy, wavelength. Radiation/matter interaction. Cross-section, mean free path. Elastic and inelastic interactions. Emission of secondary radiation.

**SHORT THEORY ON THE SCATTERING OF ELECTRONS IN A CRYSTAL:** General expression of the scattered amplitude and intensity. Atomic scattering factor, effect of thermal vibration. Convergent or parallel beam diffraction, Bragg law, reciprocal lattice and Ewald sphere. Absorption, diffraction and phase contrasts. Application to the characterisation of microstructures and defects. High resolution imaging.

**TRANSMISSION ELECTRON MICROSCOPY:** Electron gun. Lenses, aberration and resolving power. Photographic and CCD camera recording. The different observation modes.

**SCANNING ELECTRON MICROSCOPY:** Principle, instrumentation. Images obtained by secondary and backscattered electron emission. Topographic, chemical, crystallographic and absorbed current. Scanning-transmission microscopy.

**X-RAY SPECTROMETRY MICROANALYSIS:** Principle, X-ray emission, absorption and fluorescence in a crystal. Interaction and emission volumes. X-ray detectors. Wavelength dispersive spectrometer, monochromators, detectors. Energy dispersive spectrometer, detector. Data acquisition. Practice of microanalysis in the scanning electron microscope and the electron microprobe.

**ELECTRON ENERGY LOSS SPECTROMETRY:** Principle, spectrometer, detector, spectrum, qualitative and quantitative analysis, fine structure interpretation. Advantages and limitations of each method by comparison on several applications (metallic, semi-conductor and ceramic materials).

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT:** Ex cathedra, exercices et démonstrations concernant des problèmes

**BIBLIOGRAPHIE:** Ouvrages recommandés.

**LIEN AVEC D'AUTRES COURS:**

**Préalable requis:** Physique du solide, structure électronique de l'atome, cristallographie, défauts cristallins.

**Préparation pour:** Caractérisation des microstructures. Analyse des surfaces. Projets de semestre et diplômes.

<b>NOMBRE DE CREDITS</b>	3.5
<b>SESSION D'EXAMEN</b>	Automne
<b>FORME DU CONTROLE:</b>	Examen oral

<b>Titre: OPTIQUE II</b>		<b>Title: OPTICS II</b>			
<b>Enseignant: Eli KAPON, Professeur EPFL/DP</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 56</b>
PHYSIQUE.....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Cette série de trois cours semestriels présente les concepts de base de l'optique classique et moderne. Les étudiants acquièrent des outils pour comprendre et analyser les phénomènes optiques et pour pouvoir concevoir des systèmes optiques divers.

**OBJECTIVE**

This three-semester course series presents the basic concepts of classical and modern optics. It provides the students with tools for understanding and analyzing optical phenomena and designing various optical systems.

**CONTENU**

- 1. Théorie de la cohérence**
  - 1.1 Cohérence spatiale et temporelle
  - 1.2 Cohérence partielle et mutuelle
  - 1.3 Interférométrie à corrélation
- 2. Optique de photons**
  - 2.1 Quantification du champs électromagnétique
  - 2.2 Statistique de photons
  - 2.3 Détection de photons
- 3. Génération de la lumière**
  - 3.1 Transitions optiques
  - 3.2 Emission spontanée et stimulée
  - 3.3 Relations d'Einstein
- 4. Lasers**
  - 4.1 Amplification de la lumière
  - 4.2 Résonateurs optiques
  - 4.3 Caractéristiques des lasers

**CONTENTS**

- 1. Coherence Theory**
  - 1.1 Spatial and temporal coherence
  - 1.2 Partial and mutual coherence
  - 1.3 Correlation interferometry
- 2. Photon Optics**
  - 2.1 Electromagnetic field quantization
  - 2.2 Photon statistics
  - 2.3 Photon detection
- 3. Generation of Light**
  - 3.1 Optical transitions
  - 3.2 Spontaneous and stimulated emission
  - 3.3 Einstein's relations
- 4. Lasers**
  - 4.1 Amplification of light
  - 4.2 Optical resonators
  - 4.3 Laser characteristics

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra, exercices pendant le cours	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b> 3.5
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- J. Hecht, Optics,</li> <li>- A. Yariv "Quantum Electronics" J. Wiley and sons</li> <li>- R. Loudon, "The Quantum Theory of Light", Clarendon Press</li> <li>- J. W. Goodman, "Statistical Optics", J.Wiley and sons</li> </ul>	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Automne
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTRÔLE:</b> Examen oral
<i>Préalable requis:</i> Optique I	
<i>Préparation pour:</i> Optique III	

<b>Titre: OPTIQUE III</b>		<b>Title: OPTICS III</b>			
<b>Enseignant: Eli KAPON, Professeur EPFL/DP</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 56</b>
PHYSIQUE.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Cette série de trois cours semestriels présente les concepts de base de l'optique classique et moderne. Les étudiants acquièrent des outils pour comprendre et analyser les phénomènes optiques et pour pouvoir concevoir des systèmes optiques divers.

**OBJECTIVE**

This three-semester course series presents the basic concepts of classical and modern optics. It provides the students with tools for understanding and analyzing optical phenomena and designing various optical systems.

**CONTENU**

- **Optique de Fourier**
  - 1 Transformation de Fourier
  - 2 Application à la propagation de la lumière
  - 3 Formation des images
- **Guides d'ondes**
  - 1 Guides d'onde planaires et à canaux
  - 2 Fibres optiques
  - 3 Dispositifs à base de guides d'ondes
- **Cristaux photoniques et microcavités**
  - 1 Structures périodiques
  - 2 Microcavités optiques
  - 3 Impact sur l'interaction matière-lumière
- **Optique Nonlinéaire**
  - 1 Susceptibilités optiques nonlinéaires
  - 2 Propagation dans les milieux nonlinéaires
  - 3 Applications d'optique nonlinéaire

**CONTENTS**

- 1. **Fourier Optics**
  - 1.1 Fourier Transforms
  - 1.2 Application to light propagation
  - 1.3 Image formation
- 2. **Optical Waveguiding**
  - 2.1 Slab and channel waveguides
  - 2.2 Optical fibers
  - 2.3 Waveguide devices
- 3. **Photonic Crystals and Microcavities**
  - 3.1 Periodic structures
  - 3.2 Optical microcavities
  - 3.3 Impact on light-matter interaction
- 4. **Nonlinear Optics**
  - 4.1 Nonlinear optical susceptibilities
  - 4.2 Wave propagation in nonlinear media
  - 4.3 Some applications of nonlinear optics

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT:** Ex cathedra, exercices pendant le cours

**BIBLIOGRAPHIE:** - B. Saleh and M Teich, "Fundamentals of Photonics". - J.W. Goodman, "Introduction to Fourier Optics", McGraw Hill  
- Y.R. Shen, "The Principles of Nonlinear Optics", J. Wiley and sons. - A. Yariv, "Quantum Electronics" J. Wiley and sons

**LIEN AVEC D'AUTRES COURS:**

Pré-requis: Optique II

Préparation pour:

**NOMBRE DE CRÉDITS** 3.5

**SESSION D'EXAMEN** Automne

**FORME DU CONTRÔLE:** Examen oral

<b>Titre: OPTIQUE QUANTIQUE</b>		<b>Titre: QUANTUM OPTICS</b>			
<b>Enseignant: Paolo SCHWENDIMANN, Privat-Docent EPFL/DP</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 56</b>
PHYSIQUE.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Donner aux étudiants les connaissances de base concernant l'interaction entre atomes et champ de rayonnement quantifié, le laser et les propriétés statistiques du champ de rayonnement.

**CONTENU**

- 1. Interaction entre champ de rayonnement et atomes**  
Transitions induites et spontanées. Dynamique de l'interaction entre champ et atome. Équations de Bloch optiques. Refroidissement d'atomes par laser.
- 2. Description statistique du champ de rayonnement**  
Caractérisation de la statistique d'un champ de photons. Théorie de la détection des photons. Fonctions de corrélations du champ de rayonnement et cohérence. Photons et cohérence.
- 3. Émission spontanée coopérative**  
États coopératifs des atomes à deux niveaux. Émission superfluorescente : théorie et expériences.
- 4. Le Laser.**  
Description phénoménologique du dispositif laser : propriétés, réalisations expérimentales. Théorie quantique du laser à un seul mode. Propriétés statistiques du champ laser.
- 5. Optique quantique dans une microcavité à semiconducteur**  
Puits quantiques, excitons, interaction entre champ et excitons, spectre de luminescence de polaritons, interaction non-linéaires entre polaritons, statistique de l'émission.
- 6. États comprimés du champ de rayonnement**  
Définition des états comprimés et leurs propriétés statistiques. Méthodes de détection des états comprimés.

**OBJECTIVE**

The goal of the lecture is to make the students acquainted with the basic knowledge concerning the interaction between atoms and the quantized radiation field, the laser and the statistical properties of the radiation field.

**CONTENTS**

- 1. Interaction between radiation field and atoms**  
Stimulated and spontaneous transitions. Dynamics of the interaction between the radiation field and an atom. The optical Bloch equations. Laser cooling of atoms.
- 2. Statistical description of the radiation field**  
Characterization of the statistical properties of the radiation fields in terms of photons and of coherent states amplitudes. Quantum theory of photodetection. Correlation functions of the radiation field and coherence. Photons and coherence.
- 3. Cooperative spontaneous emission**  
Cooperative states of two-level atoms. Superfluorescent emission: theory and experiment.
- 4. The Laser**  
Phenomenological description of the laser: its properties and its different experimental realizations. Quantum theory of the one mode laser. Statistics of laser radiation.
- 5. Quantum optics in a semiconductor microcavity**  
Quantum wells, excitons, field-exciton interaction, polaritons luminescence spectrum, nonlinear interactions between polaritons, statistics of the emission.
- 6. Squeezed states of the radiation field.**  
Definition and statistical properties of squeezed states. Detection of squeezed states.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra avec exercices	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 3.5
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Notes polycopiées.	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Automne
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTROLE:</b> Examen oral
<b>Préalable requis:</b> Introduction à l'électrodynamique et optique quantiques	
<b>Préparation pour:</b>	



<b>Titre: PHÉNOMÈNES NON LINÉAIRES ET CHAOS I</b>		<b>Titre: NON-LINEAR PHENOMENA AND CHAOS I</b>			
<b>Enseignant: Hervé KUNZ, Professeur titulaire EPFL/DP</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42</b>
PHYSIQUE.....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Introduire les concepts de base nécessaires pour comprendre les phénomènes non-linéaires et chaotiques.  
Illustrer ces concepts par de nombreux exemples.

**OBJECTIVE**

Give to the student the necessary tools to understand non-linear and chaotic phenomena. Illustrate the concepts by many examples from mechanics, fluid flows, chemistry, ecological models, electrical and laser systems.

**CONTENU**

1. Exemples de systèmes non-linéaires en : Mécanique, astronomie, dynamique des fluides, réacteurs chimiques, écologie.
2. Équations différentielles et applications. Points d'équilibre et leur stabilité. Solutions périodiques et leur stabilité.
3. Bifurcations, noeud-col, sous-harmonique, de Hopf. Hystérèse.
4. Vers le chaos :
  - ) Route sous-harmonique. Groupe de renormalisation et universalité
  - ) Route quasi-périodique
  - ) Intermittence

**CONTENTS**

1. Examples of non-linear systems : Mechanics, astronomy, fluid dynamics, chemical reactions, ecology, ....
2. Differential equations and mappings. Equilibrium points and their stability. Periodic solutions and their stability.
3. Bifurcations. Saddle-node, sub-harmonic, Hopf bifurcation. Hysteresis.
4. Roads to chaos :
  - a) Period doubling. Renormalisation group and universality
  - b) Quasi-periodic scenario
  - c) Intermittent scenario.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT:** Cours et exercices  
**BIBLIOGRAPHIE:** Polycopié "Chaos et phénomènes non-linéaires"  
**LIEN AVEC D'AUTRES COURS:** Mécanique, dynamique des fluides  
*Pré-requis:* Mathématiques du 1er cycle. Mécanique  
*Préparation pour:* Cours du semestre d'été sur le chaos. Travail interdisciplinaire

**NOMBRE DE CREDITS** 3.5  
**SESSION D'EXAMEN** Automne  
**FORME DU CONTROLE:** Examen oral

<b>Titre: PHÉNOMÈNES NON LINÉAIRES ET CHAOS II</b>		<b>Titre: NON-LINEAR PHENOMENA AND CHAOS II</b>			
<b>Enseignant: Hervé KUNZ, Professeur titulaire EPFL/DP</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42</b>
PHYSIQUE.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Caractériser les systèmes chaotiques, les objets fractals et les systèmes complexes. Illustrer les pr dans des systèmes mécaniques classiques et quantiques, par l'exemple des billards.

**OBJECTIVE**

Characterise chaotic systems, fractal and multifractal objects. Illustrate the problems of complex dynamics in classical and quantum mechanical systems, by the examples of billiards.

**CONTENU**

- 1. Diagnostics de chaos**  
Spectre de puissance, fonctions de corrélations, exposants de Liapunov
- 2. Attracteurs étranges**  
Géométrie des ensembles fractals. Multifractales. Approches expérimentales. Analyse des signaux.
- 3. Théorie ergodique**  
Mesure invariante. Systèmes mélangeants. Entropie.
- 4. Exemples d'application**  
(tente, fer à cheval de Smale)
- 5. Billards classiques et théorie de KAM**
- 6. Chaos quantique**

**CONTENTS**

- 1. Diagnosis of chaos**  
Power spectrum. Correlation functions. Liapunov exponents
- 2. Strange attractors and fractal objects**  
Geometry of fractal sets. Multifractals. Experimental methods to analyse chaotic signals.
- 3. Elements of ergodic theory**  
Invariant measure. Mixing systems. Entropy.
- 4. Examples of chaotic maps**  
The tent map and Smale horseshoe
- 5. Classical billiards and KAM theory**
- 6. The problem of quantum chaos**

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Cours et exercices	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 3.5
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Polycopié "Chaos et phénomènes non-linéaires"	<b>SESSION D'EXAMEN</b>
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b> Mécanique, dynamique des fluides, physique statistique	<b>FORME DU CONTROLE:</b> Examen oral
<b>Préalable requis:</b> Le cours du 7e semestre	
<b>Préparation pour:</b> Travail interdisciplinaire	

<b>Titre: PHYSIQUE DES MATÉRIAUX I, II</b>		<b>Title: THE PHYSICS OF REAL MATERIALS I, II</b>			
<b>Enseignant: Daniele MARI, Nadine BALUC, Chargés de cours EPFL/DP, Michel CARRARD, Privat-Doctent EPFL/DP</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 56/56</b>
PHYSIQUE.....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
PHYSIQUE.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

**OBJECTIVE**

Étude de la structure et des propriétés mécaniques des solides réels (par opposition aux cristaux parfaits). Les défauts et plus généralement le désordre atomique et moléculaire déterminent largement le comportement de ces matériaux.

Structural studies and mechanical properties of real solids (i.e. non-perfect crystals). Defects and more generally atomic and molecular disorder have a great influence on the behaviour of materials.

**CONTENU**

**CONTENTS**

1. - Elaboration des métaux et alliages
  - Déformation plastique.
  - Théorie des dislocations.
  - Dislocations imparfaites et dissociation, maclage.
  - Défauts ponctuels et diffusion.
  - Cinétique des dislocations : glissement, montée.
  - Fracture, propagation des fissures.
2. - Méthodes de caractérisation des matériaux
  - Les métaux de pointe (superalliages, quasicristaux).
  - Les céramiques.
  - Les matériaux composites.
3. - Les matériaux désordonnés (verres, polymères, cristaux liquides)
  - Théorie des fractales, théorie de la percolation.
  - Diffraction des corps amorphes, diffusion aux petits angles.

1. - Elaboration of metals and alloys
  - Plastic deformation.
  - Theory of dislocations.
  - Imperfect dislocations and dissociation, twinning.
  - Point defects and diffusion.
  - Kinetic of dislocations: glide and climb.
  - Fracture, crack propagation.
2. - Characterization of materials
  - Advanced metals (superalloys, quasicrystals).
  - Ceramics.
  - Composite materials.
3. - Disordered materials (glasses, polymers, liquid crystals)
  - Theory of fractals, theory of percolation.
  - Diffraction by amorphous solids, small angle diffusion.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Oral avec exercices en classe.	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 7
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Krieger publ. company (1992) / R. Zallen, The Physics of Amorphous Solids, John Wiley & Sons (1983), New Horizons in Quasicrystals : Research and Applications, World Scientific (1997)	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Automne
<b>LIEN AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTROLE:</b> Examen oral
<i>pré-requis:</i>	
<i>préparation pour:</i>	

<b>Titre: PHYSIQUE DES PLASMAS II</b>			<b>Titre: PLASMA PHYSICS II</b>		
<b>Enseignant: Kurt APPERT, Chargé de cours EPFL/CRPP, Ambrogio FASOLI, Professeur assistant EPFL/CRPP</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42</b>
PHYSIQUE.....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Compléter l'introduction à la physique des plasmas donnée en 3ème année en élaborant les bases de la théorie cinétique, puis en étudiant les phénomènes collectifs à l'aide de la théorie cinétique et de la magnétohydrodynamique (MHD)

**OBJECTIVE**

Introduction to the theory of hot plasmas by presenting the foundations of kinetic and magnetohydrodynamic (MHD) theory and by using them for the description of simple collective phenomena.

**CONTENU**

**I Description cinétique**

- Fonction de distribution
- Fluctuations, corrélations, collisions
- Équations d'évolution (Liouville, Vlasov, Boltzmann)
- Propriétés de l'équation de Vlasov (conservation, éq. fluides)

**CONTENTS**

**I Kinetic description**

- Distribution functions and macroscopic quantities
- Fluctuations, correlations, collisions
- Kinetic equations (Liouville, Vlasov, Boltzmann)
- Properties of the Vlasov equation (conservation, moment equations)

**II Les ondes dans un plasma non-magnétisé**

- Interaction onde-particule, amortissement de Landau
- Milieu diélectrique
- Relation de dispersion
- Tenseur diélectrique et fonction de dispersion
- Ondes et instabilités de Langmuir, acoustique-ioniques
- Ondes électromagnétiques

**II Waves in non-magnetized hot plasma**

- Wave-particle interaction, Landau damping
- Dielectric media
- Dispersion relations
- Dielectric tensor and dispersion function
- Langmuir and ion-acoustic waves and instabilities.
- Electromagnetic waves

**III Les ondes dans un plasma magnétisé chaud**

- Résultats nouveaux par rapport au plasma froid

**III Waves in magnetized plasma**

- Kinetic corrections to the cold plasma theory

**IV Le modèle MHD**

- Équations de la MHD idéale, équilibres, configurations
- Équations linéarisées, principe d'énergie
- Stabilité
- Ondes

**IV The MHD model**

- Basic equations of ideal MHD, equilibria, plasma configurations
- Linearized equations, energy principle
- Stability
- Waves

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra et exercices en classe.	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 3.5
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Notes photocopiées, ouvrages recommandés.	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Automne
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTROLE:</b> Examen oral
<b>Préalable requis:</b> Électrodynamique, Physique des plasmas I.	
<b>Préparation pour:</b> Physique des plasmas III	

<b>Titre: PHYSIQUE DES PLASMAS III</b>		<b>Titre: PLASMA PHYSICS III</b>			
<b>Enseignant: Jonathan B. LISTER, Chargé de cours EPFL/CRPP</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42</b>
PHYSIQUE.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Acquérir une vue globale des problèmes physiques et technologiques de la fusion thermonucléaire contrôlée. Etude approfondie du système Tokamak, actuellement la plus avancée des voies explorées.

**OBJECTIVE**

Develop a global view of the physics and technology problems associated with controlled thermonuclear fusion. Study in depth of the Tokamak, currently the most advanced concept.

**CONTENU**

- I Principe**  
Physique nucléaire, types de confinement, bilan énergétique.
- II Confinement inertiel**  
Temps de confinement, gain d'énergie, compression de la cible.
- III Confinement magnétique**  
Rappel des principes et problèmes du confinement magnétique.
- IV Le tokamak**  
Son fonctionnement, l'ensemble des expériences en opération, les caractéristiques expérimentales types, les techniques de mesure.
- V Performance du tokamak**  
Les limites expérimentales et théoriques de son opération (confinement, courant, densité, pression).
- VI Chauffage additionnel**  
Faisceaux de neutres, cyclotron électronique, résonance hybride inférieure, cyclotronique ionique, ondes Alfvén
- VII Le futur**  
La conception des réacteurs basés sur le tokamak, les problèmes technologiques et scientifiques à résoudre.

**CONTENTS**

- I Principals**  
Underlying nuclear physics, confinement schemes, energy balance.
- II Inertial confinement**  
Confinement time, energy gain, target compression.
- III Magnetic confinement**  
Principles and difficulties of magnetic confinement
- IV The tokamak**  
Construction and operation, present-day experiments, typical properties and measurement techniques.
- V Tokamak performance**  
Experimental and theoretical limits on confinement, plasma current, density and kinetic pressure.
- VI Additional heating**  
Neutral beams, ECRH, ICRH, LHRH, Alfvén waves
- VII The future**  
Tokamak reactor concepts and problems to be solved. ITER

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

**BIBLIOGRAPHIE:** Notes polycopiées, références à la littérature

**LIEN AVEC D'AUTRES COURS:**

*Pré-requis:* Électrodynamique, Physique des Plasmas I et II

*Préparation pour:*

**NOMBRE DE CREDITS** 3.5

**SESSION D'EXAMEN** Automne

**FORME DU CONTROLE:** Examen oral

<b>Titre: PHYSIQUE DES SURFACES, INTERFACES ET CLUSTERS I</b>		<b>Titre: PHYSICS OF SURFACES, INTERFACES AND CLUSTERS I</b>			
<b>Enseignant: Harald P. BRUNE, Professeur EPFL/DP, Wolf-Dieter SCHNEIDER, Professeur UNIL, René MONOT, Professeur titulaire EPFL/DP</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42</b>
PHYSIQUE.....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
PHYSIQUE FACULTÉ.....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

L'intention de ce cours est de donner une idée large des phénomènes ayant lieu à la surface et aux interfaces de systèmes matériels. Les techniques expérimentales les plus modernes utilisées dans ce domaine sont introduites.

**OBJECTIVE**

The lecture provides a comprehensive description of physical and chemical phenomena occurring at surfaces and interfaces of solids. The student will be introduced to the modern experimental techniques of surface science.

**CONTENU**

1. Introduction
2. Méthodes expérimentales
  - vide et ultra haut vide
  - spectroscopie électronique
  - spectroscopie vibrationnelle
  - diffraction : électrons, RX, atomes
  - microscopie à champ proche
3. Structure géométrique et dynamique des surfaces
4. Changements de phase à 2 dim.
5. Propriétés électroniques
6. Chimisorption et catalyse hétérogène
7. Croissance épitaxiale, auto-assemblage

**CONTENTS**

1. Introduction
2. Experimental methods
  - vacuum and ultra high vacuum
  - electron spectroscopy
  - vibrational spectroscopy
  - X-ray, electron, and atom diffraction
  - scanning probe microscopies
3. Structure and dynamics of surfaces
4. Phase transitions in two dimensions
5. Electronic properties
6. Chemisorption and heterogeneous catalysis
7. Epitaxial growth and self-organization

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra avec visites de laboratoires	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 3.5
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> D.P. Woodruff, T.A. Delchar : Modern Techniques of Surface Science, 2 <sup>e</sup> Edition (Cambridge Univ. Press, Cambr. 1994) A. Zangwill : Physics at surfaces; H. Lüth : Surfaces and interfaces of solids; G. Somorjai : Chemistry in two dimensions	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Automne
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>  <i>Préalable requis:</i> Physique du solide <i>Préparation pour:</i>	<b>FORME DU CONTROLE:</b> Examen oral

<b>Titre: PHYSIQUE DES SURFACES, INTERFACES ET CLUSTERS II</b>		<b>Titre: PHYSICS OF SURFACES, INTERFACES AND CLUSTERS II</b>			
<b>Enseignant: Klaus KERN, Professeur EPFL/DP, Johannes BARTH, Privat-docent EPFL/DP</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42</b>
PHYSIQUE.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
PHYSIQUE FACULTÉ.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

I Partie : Concepts de base et méthodes expérimentales en science des agrégats. Propriétés physiques et chimiques des agrégats étant intermédiaire entre atomes isolés et cristallins solides.  
 II Partie : Sujets en science et technologie à l'échelle nanométrique. Phénomènes d'auto-organisation dans deux dimensions. Concepts pour la fabrication de nanostructures et leur emploi potentiel.

**OBJECTIVE**

Part I : Basic concepts and experimental methods in cluster science. Physical and chemical properties of clusters as the intermediates between single atoms and bulk crystals.  
 Part II : Topics in nanoscale science and technology. Self-assembly phenomena in two dimensions. Strategies for the fabrication of nanostructures and their potential use.

**CONTENU**

- Configuration géométrique et électronique de clusters à liaisons van der Waals, métallique et covalente
- Propriétés physiques et chimiques des agrégats
- Etude des agrégats aux surfaces
- Auto-organisation moléculaire et architectures supramoléculaire aux surfaces
- Fullerenes (i.e., C<sub>60</sub> etc) et nanotubes de carbon
- Croissance auto-organisée des nanostructures
- Nanocristaux
- Propriétés fonctionelles des matériaux à l'échelle nanométrique

**CONTENTS**

- Geometric and electronic configuration of van der Waals, metallic and covalently bound clusters
- Physical and chemical properties of clusters
- Study of clusters at surfaces
- Molecular self-assembly and supramolecular architectures at surfaces
- Fullerenes (i.e., C<sub>60</sub> etc) and carbon nanotubes
- Self-organized growth of nanostructures at surfaces
- Nanocrystals
- Functional properties of nanoscale materials

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Ex cathedra et séminaires présentés par les étudiants dans le cadre des exercices	<b>NOMBRE DE CREDITS</b>	3.5
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	H. Haberland, "Clusters of atoms and molecules I et II", <a href="http://www.nanoscience.ch/">http://www.nanoscience.ch/</a>	<b>SESSION D'EXAMEN</b>	Automne
<b>LIEN AVEC D'AUTRES COURS:</b>		<b>FORME DU CONTROLE:</b>	Examen oral
<i>Préalable requis:</i>			
<i>Préparation pour:</i>			

<b>Titre: PHYSIQUE DES SYSTÈMES ÉNERGÉTIQUES I</b>		<b>Titre: ENERGY SYSTEMS PHYSICS I</b>			
<b>Enseignant: Rakesh CHAWLA, Professeur EPFL/DGM</b>		<b>EPFL/DP, Daniel FAVRAT, Professeur</b>			
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42</b>
PHYSIQUE.....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Cette combinaison des cours (I et II) s'adresse aux étudiants ingénieurs physiciens intéressés par les questions énergétiques. Dans le cours I, une place importante est faite aux considérations de thermodynamique énergétique. Sur le plan des technologies, un accent particulier est mis sur les installations thermiques pour la conversion d'énergie primaire en électricité, ainsi que sur les centrales nucléaires.

**CONTENU**

- 1. Introduction générale**  
Besoins élémentaires en énergie de l'être humain et de la société / Demande et offre d'énergie, tendances globales.
- 2. Bases thermodynamiques**  
Définitions / 1<sup>e</sup> et 2<sup>e</sup> principes de la thermodynamique / Bilans énergétiques et exergétiques / Rendements et efficacités / Cycles thermodynamiques
- 3. Installations thermiques**  
Centrales à vapeur / Turbines à gaz / Cycles combinés / Filières de conversion directe (piles à combustible, magnétohydrodynamique) / Cogénération / Pompes à chaleur
- 4. Centrales nucléaires**  
Constitution d'un réacteur nucléaire / Rappels de physique des réacteurs / Thermohydraulique du cœur / Variations et contrôle de réactivité / Filières de réacteurs / Considérations du cycle de combustible et systèmes avancés correspondants (surgénérateur, systèmes couplés avec accélérateurs)

**OBJECTIVE**

This combination of courses (I and II) addresses physics students interested in energy-related issues. In course I, importance is given to thermodynamics considerations. At the technological level, thermal installations for the conversion of primary energy to electricity receive particular attention, as do also nuclear power plants..

**CONTENTS**

- 1. General introduction**  
Basic human and societal energy needs / Energy demand and supply, global trends
- 2. Thermodynamics principles**  
Definitions / 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> laws of thermodynamics / Energy and exergy balances / Yields and efficiencies / Thermodynamic cycles
- 3. Thermal installations**  
Steam power plants / Gas turbines / Combined cycles / Direct energy conversion systems (fuel cells, magneto hydrodynamics) / Cogeneration / Heat pumps
- 4. Nuclear power plants**  
Nuclear reactor components / Brief review of reactor physics / Thermalhydraulics of the core / Reactivity changes and control / Principle types of nuclear power plants / Fuel cycle considerations and corresponding advanced systems (fast breeders, accelerator driven systems).

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra, séminaires, exercices.	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 3.5
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Polycopiés + ouvrages recommandés	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Automne
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTROLE:</b> Examen oral
<i>Préalable requis:</i>	
<i>Préparation pour:</i> Physique des systèmes énergétiques II	



<b>Titre: PHYSIQUE DES SYSTÈMES ÉNERGÉTIQUES II</b>		<b>Titre: ENERGY SYSTEMS PHYSICS II</b>			
<b>Enseignant: Rakesh CHAWLA, Professeur EPFL/DP, Pierre-André HALDI, Chargé de cours EPFL/DGC</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42</b>
PHYSIQUE .....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Ce deuxième cours est complémentaire au premier. L'accent est mis particulièrement aux énergies renouvelables pour la production d'électricité, aux réserves et ressources énergétiques, ainsi que aux impacts environnementaux et risques sanitaires associés à la production d'énergie. Importance est donnée aussi aux aspects de sécurité et à l'analyse comparative des différents systèmes énergétiques.

**CONTENU**

1. **Energies renouvelables**  
Bases d'hydraulique énergétique / Machines hydrauliques et aménagements hydroélectriques / Energie solaire / Centrales héliothermiques et photovoltaïques / Energie éolienne, aérogénérateurs / Biomasse / Autres énergies renouvelables (géothermie, mer, etc.)
2. **Réserves et ressources énergétiques**  
Définitions / Energies fossiles / Energie nucléaire / Energies renouvelables.
3. **Impacts environnementaux et risques sanitaires**  
Caractéristiques de l'environnement naturel / Emissions de polluants (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, métaux lourds, etc.) / Emissions des gaz à effet de serre / Emissions radioactives (effets biologiques des rayonnements, radioprotection, déchets nucléaires).
4. **Aspects de sécurité**  
Considérations génériques (évaluation et gestion des risques) / Sécurité des systèmes de conversion d'énergie (thermique, hydraulique et autres renouvelables) / Sécurité nucléaire (accidents de réactivité et de perte du caloporteur, systèmes à sécurité inhérente).
5. **Analyse comparative des systèmes énergétiques**  
Energie et développement durable, critères et scénarios de production

**OBJECTIVE**

The second course is complementary to the first. It lays particular emphasis on renewable energy resources for electricity generation, on available energy reserves, as well as on the environmental impact and health risks associated with energy production. Importance is also given to safety aspects and the comparative analysis of alternative energy systems.

**CONTENTS**

1. **Renewable energy resources**  
Principles of hydraulic energy conversion /Hydraulic machines and hydroelectric installations / Solar energy / Solar-thermal and photovoltaic power plants / Wind energy, wind turbines / Biomass / Other renewables (geothermic, ocean, etc.).
2. **Energy reserves**  
Definitions / Fossil energies / Nuclear energy / Renewables.
3. **Environmental impact and health risks**  
Natural environmental characteristics / Emission of pollutants (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, heavy metals, etc.) / Emission of greenhouse gases / Radioactive releases (biological effects of radiation, radiation protection, nuclear wastes).
4. **Safety aspects**  
Generic considerations (risk assessment and management) / Safety of energy conversion systems (thermal, hydraulic and other renewables) / Nuclear safety (reactivity initiated accidents and loss of coolant, inherently safe systems).
5. **Comparative analysis of energy systems**  
Energy and sustainable development, criteria and scenarios for production

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

**BIBLIOGRAPHIE:** Polycopié + ouvrages recommandés.

**LIEN AVEC D'AUTRES COURS:**

**Pré-requis:** Physique des systèmes énergétiques I

**Préparation pour:**

**NOMBRE DE CREDITS** 3.5

**SESSION D'EXAMEN** Automne

**FORME DU CONTROLE:** Examen oral

<b>Titre: PHYSIQUE DU SOLIDE AVANCÉE I</b>				<b>Titre: ADVANCED SOLID STATE PHYSICS I</b>	
<b>Enseignant: Frédéric MILA, Professeur UNIL</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 56</b>
PHYSIQUE.....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
PHYSIQUE FACULTÉ.....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Présentation des outils de base (fonctions de réponse, seconde quantification) pour la description des solides, et premières applications (résistivité, constante diélectrique, instabilités électroniques).

**CONTENU**

**1. Introduction**

- Rappels (théorème de Bloch, phonons).
- Particules indiscernables et seconde quantification.

**2. Fonctions de réponse**

- Théorie de la réponse linéaire.
- Exemples : fonction diélectrique, conductivité, susceptibilité magnétique.

**3. Interaction électrons-phonons**

- Résistivité.
- Fonction diélectrique.
- Attraction retardée.

**4. Interaction électron-électron : métaux simples**

- Hartree-Fock, RPA, plasmons.
- Instabilités.

**OBJECTIVE**

Presentation of basic methods for the description of solids (response functions, second quantisation) and initial applications (resistivity, dielectric constant, electronic instabilities).

**CONTENTS**

**1. Introduction**

- Revision (Bloch's theorem, phonons).
- Indistinguishable particles and second quantisation.

**2. Response functions**

- Theory of linear response.
- Examples : dielectric function, conductivity, magnetic susceptibility.

**3. Electron-phonon interaction**

- Resistivity.
- Dielectric function.
- Retarded attraction.

**4. Electron-electron interaction: simple metals**

- Hartree-Fock, RPA, plasmons.
- Instabilities.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra. Exercices (dont une partie est assistée par ordinateur) en salle.	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 3.5
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> N.W. Ashcroft + N.D. Mermin Solid State Physics (Holt + Rinehart + Winston, N.Y. 1976). Notes de cours.	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Automne
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTROLE:</b> Examen oral
<i>Préalable requis:</i> Mécanique quantique de 3e année et Physique des matériaux solides de 3e année	
<i>Préparation pour:</i>	

<b>Titre: PHYSIQUE DU SOLIDE AVANCÉE II</b>		<b>Titre: ADVANCED SOLID STATE PHYSICS II</b>			
<b>Enseignant: Frédéric MILA, Professeur UNIL</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 56</b>
PHYSIQUE.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
PHYSIQUE FACULTÉ.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Application des théories présentées au semestre d'hiver à différents problèmes : magnétisme, supraconductivité, effet Hall quantique, localisation, effet Kondo.

**OBJECTIVE**

Application of the methods and results discussed during the winter term to various problems: magnetism, superconductivity, quantum Hall effect, localisation, Kondo effect.

**CONTENU**

**CONTENTS**

**5. Magnétisme localisé**

- Magnétisme atomique.
- Isolants de Mott.
- Modèle de Heisenberg et ondes de spin.

**5. Introduction**

- Atomic magnetism.
- Mott insulators.
- Heisenberg model and spin waves.

**6. Supraconductivité**

- Phénoménologie.
- Théorie BCS.

**6. Superconductivity**

- Phenomenology.
- BCS theory.

**7. Electrons en champ magnétique**

- Magnéto-résistance.
- Niveaux de Landau et fermiologie.
- Introduction à l'effet Hall quantique.

**7. Electrons in a magnetic field**

- Magneto-resistance.
- Landau levels and fermiology.
- Introduction to the quantum Hall effect.

**8. Impuretés**

- Résistivité.
- Localisation.
- Impuretés magnétiques : introduction à l'effet Kondo.

**8. Impurities**

- Resistivity.
- Localisation.
- Magnetic impurities: introduction to the Kondo effect.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT:** Ex cathedra. Exercices (dont une partie est assistée par ordinateur) en salle.

**NOMBRE DE CREDITS** 3.5

**BIBLIOGRAPHIE:** N.W. Ashcroft + N.D. Mermin Solid State Physics (Holt + Rinehart + Winston, N.Y. 1976). Notes de cours.

**SESSION D'EXAMEN** Automne

**LIEN AVEC D'AUTRES COURS:**

**FORME DU CONTROLE:** Examen oral

**Pré-requis:** Physique du solide avancée I (7e semestre).

**Préparation pour:**

<b>Titre: PHYSIQUE STATISTIQUE AVANCÉE I</b>		<b>Titre: ADVANCED STATISTICAL PHYSICS I</b>			
<b>Enseignant: Philippe-A. MARTIN, Professeur titulaire EPFL/DP</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 56</b>
PHYSIQUE.....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Introduction à la théorie des systèmes hors équilibre. Phénomènes stochastiques, relaxation et fluctuations au cours du temps, corrélation temporelle et réponse linéaire.

**OBJECTIVE**

Introduction to non equilibrium Statistical Mechanics. Stochastic processes, relaxation and fluctuations. Transport and linear response.

**CONTENU**

- I. Présentation de diverses approches à la description des phénomènes irréversibles :
  - marches aléatoires
  - mouvement brownien
  - équations de Langevin
  - processus markovien et gaussien
  - équation de Fokker-Plank
  - équations maîtresses
 Application à des situations physiques diverses.
- II. Théorie de la réponse linéaire :
  - fonctions de réponses
  - théorème de fluctuation - dissipation
  - coefficients de transport et formules de Kubo.

**CONTENTS**

- I. Various approaches to the description of irreversible phenomena:
  - Random walks
  - Brownian motion
  - Langevin equations
  - Markovian and Gaussian processes
  - Fokker-Plank equation
  - Master equations
 Physical applications.
- II. Linear response theory:
  - Response functions
  - Fluctuation - dissipation theorem
  - Transport coefficients and Kubo formula

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra et exercices en classe.	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 3.5
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Automne
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b> Un cours de physique du solide avancé	<b>FORME DU CONTROLE:</b> Examen oral
<b>Préalable requis:</b> Eléments de théorie des probabilités et de mécanique statistique	
<b>Préparation pour:</b> Physique de la matière condensée; Physique théorique; Problèmes interdisciplinaires	

<b>Titre: PHYSIQUE STATISTIQUE AVANCÉE II</b>		<b>Titre: ADVANCED STATISTICAL PHYSICS II</b>			
<b>Enseignant: Nicolas MACRIS, Chargé de cours EPFL/DP</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 56</b>
PHYSIQUE.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Les changements de phases et les phénomènes critiques associés constituent un des phénomènes les plus courants de la matière condensée et jouent un rôle important dans d'autres domaines de la physique, tels que la théorie des champs, etc... Le but de ce cours est de familiariser l'étudiant avec les théories phénoménologiques et microscopiques des transitions de phases.

**OBJECTIVE**

The phase transitions and critical phenomena are ubiquitous in condensed matter and play an important role in other fields such as field theory, etc... The aim of the course is to familiarise the student with phenomenological as well as microscopic theories of phase transitions.

**CONTENU**

- Exemples de changements de phases et phénomènes critiques : magnétisme, cristallisation, alliages, polymères dilués, percolation, superfluidité.
- Notion de paramètres d'ordre, symétrie brisée et ordre à grande distance.
- Modèles d'Ising, d'Heisenberg, X-Y, ...
- Théorie du champ moyen et théorie de Ginzburg-Landau.
- Exposants critiques; résultats expérimentaux.
- Lois d'échelles et groupe de renormalisation.

**CONTENTS**

- Examples of phase transitions and critical phenomena : magnetism, crystallization, alloys, diluted polymers, percolation, superfluidity.
- Concepts of order parameter, symmetry breaking and long range order.
- Ising, Heisenberg, X-Y models, ...
- Meanfield theory and Ginzburg-Landau theory.
- Critical exponents; experimental results.
- Scaling laws and renormalization group.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra et exercices en classe.	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 3.5
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Fournie au cours	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Automne
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b> Un cours de physique du solide avancé	<b>FORME DU CONTROLE:</b> Examen oral
<b>Préalable requis:</b> Physique statistique de 3e année	
<b>Préparation pour:</b> Orientations interdisciplinaires; physique de la matière condensée; physique théorique	

<b>Titre: PHYSIQUE THÉORIQUE AVANCEE I</b>		<b>Titre: ADVANCED THEORETICAL PHYSICS I</b>			
<b>Enseignant: vacat UNIL</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42</b>
PHYSIQUE .....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
PHYSIQUE FACULTÉ .....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

**OBJECTIVE**

Ce cours n'est pas donné durant l'année académique 2001/2002

**CONTENU**

**CONTENTS**

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 3.5
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Automne
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTROLE:</b> Examen oral
<i>Préalable requis:</i>	
<i>Préparation pour:</i>	

<b>Titre: PHYSIQUE THÉORIQUE AVANCEE II</b>		<b>Titre: ADVANCED THEORETICAL PHYSICS II</b>			
<b>Enseignant: vacat UNIL</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 42</i>
PHYSIQUE.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
PHYSIQUE FACULTÉ.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices 1</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

**OBJECTIVE**

Ce cours n'est pas donné durant l'année académique 2001/2002

**CONTENU**

**CONTENTS**

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 3.5
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Automne
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTROLE:</b> Examen oral
<i>Préalable requis:</i>	
<i>Préparation pour:</i>	

<b>Titre: RÉSEAUX DE NEURONES ET MODÉLISATION BIOLOGIQUE</b>		<b>Titre: NEURAL NETWORKS AND BIOLOGICAL MODELING</b>			
<b>Enseignant: Wulfram GERSTNER, Professeur EPFL/DI</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 56</b>
PHYSIQUE.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
MATHÉMATIQUES.....	6/8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Les réseaux de neurones sont une classe de modèles de traitement d'information inspirée par la biologie du cerveau. Ce domaine interdisciplinaire a attiré beaucoup d'intérêt parmi des mathématiciens, physiciens, informaticiens, électriciens et biologistes. Le cours introduit les réseaux de neurones artificiels comme modèle du système nerveux. Il couvre la modélisation d'un neurone isolé, les groupes de neurones ainsi que les phénomènes d'apprentissage et d'adaptation.

**CONTENU**

1. Introduction (le cerveau comparé à l'ordinateur; les neurones; le problème de codage)
- I. Modèles de neurones isolés**
2. Modèles ioniques (modèle de Hodgkin et Huxley, description des courants ioniques)
3. Modèles en 2 dimensions (modèle de Fitzhugh-Nagumo, analyse en espace de phase)
4. Modèles impulsionnels d'un neurone (modèle "integrate-and-fire, spike response model")
5. Bruit et variabilité dans des modèles impulsionnels (processus ponctuel, renewal process, résonance stochast.)
- II. Neurones connectés**
6. Groupes de neurones (activité d'une population, état asynchrone, oscillations)
7. Transmission des signaux par des populations (linéarisation de la dynamique, analyse signal et bruit)
8. La mémoire associative (le modèle de Hopfield, relation au modèle de ferromagnétisme)
- III. Synapses et la base d'apprentissage**
9. La règle de Hebb (Long-term-potential et formul math.)
10. Analyse en composantes principales (apprentissage non-supervisé, règle de Oja)
11. Applications au système visuel et auditif (développement des champs récepteurs, localisation des sources sonores).

**OBJECTIVE**

Neural networks are a fascinating interdisciplinary field where physicists, biologists, and computer scientists work together in order to better understand the information processing in biology (visual system, auditory system, associative memory). In this course, mathematical models of biological neural networks are presented and analyzed.

**CONTENTS**

1. Introduction (brain vs computer; neurons and neuronal connections; the problem of neural coding)
- I. Models of single neurons**
2. Models on the level of ion current (Hodgkin-Huxley model; ionic currents)
3. Two-dimensional models and phase space analysis (Fitzhugh-Nagumo and Morris LeCar model)
4. Spiking neurons (integrate-and-fire and spike response model)
5. Noise and variability (point processes, renewal process, stochastic resonance)
- II. Networks**
6. Population dynamics (cortical organisation, population activity, asynchronous states)
7. Signal transmission by populations of neurons (linearized equations, signal transfer function)
8. Associative memory (Hopfield model; relation to ferromagnetic systems)
- III. Synapses and learning**
9. The Hebb rule and correlation based learning (long-term potentiation, spike-based and rate-based learning)
10. Principal Component Analysis (unsupervised learning, Oja's rule, normalization)
11. Applications: Visual and Auditory System (development of receptive fields, sound source localization).

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra et exercices	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b> 3.5
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Cours photocopié et Koch : Biophysics of computation Oxford Univ. Press (1999)	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Automne
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTRÔLE:</b> Examen oral
<i>Préalable requis:</i>	
<i>Préparation pour:</i>	



<b>Titre: RELATIVITÉ ET COSMOLOGIE I, II</b>		<b>Titre: RELATIVITY AND COSMOLOGY I, II</b>			
<b>Enseignant: Christian GRUBER, Professeur EPFL/DP</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42/42</b>
PHYSIQUE.....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
PHYSIQUE FACULTÉ.....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours</b> 2
PHYSIQUE.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices</b> 1
PHYSIQUE FACULTE.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Exposer la théorie de la relativité générale d'Einstein et ses applications.

**OBJECTIVE**

To introduce the students to Einstein's theory of general relativity and to discuss some applications.

**CONTENU**

**Relativité restreinte :**

Transformations de Lorentz; tenseur énergie-impulsion; thermodynamique; systèmes de particules; électrodynamique; fluide parfait.

**Relativité générale :**

Principe d'équivalence; effet gravito-optique. Analyse tensorielle. Effets de la gravitation. Equations d'Einstein; solution extérieure et intérieure de Schwarzschild; tests classiques de la théorie d'Einstein; trous noirs; ondes gravitationnelles. Champ de gravitation dépendant du temps.

**Cosmologie :**

Modèles statiques et évolutifs. Modèle standard.

**CONTENTS**

**Special relativity:**

Lorentz transformations; energy-momentum tensor; thermodynamics; particle dynamics; electrodynamics; perfect fluid.

**General relativity:**

Equivalence principle; gravitational redshift. Tensor analysis. Physics in curved space-time. Einstein's equations and Schwarzschild solution; the classical tests of Einstein's theory; black holes; gravitational collapse; gravitational radiations.

**Cosmology:**

Steady state cosmology; evolutive cosmology; the standard model.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT:** Cours et exercices.

**BIBLIOGRAPHIE:** Weinberg : Gravitation and Cosmology  
D'Iverno : Introducing Einstein's relativity  
Polycopiés

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:** Physique générale

**Préalable requis:** Formation correspondant au 2e propédeutique de physique

**Préparation pour:**

**NOMBRE DE CREDITS** 7

**SESSION D'EXAMEN** Automne

**FORME DU CONTROLE:** Examen oral

<b>Titre: SCIENCES DU VIVANT I</b>			<b>Titre: LIFE SCIENCES I</b>		
<b>Enseignant: Horst VOGEL, Professeur EPFL/DC</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42</b>
PHYSIQUE.....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Comprendre et savoir interpréter les principales actions biochimiques et le fonctionnement des cellules comme conséquence des propriétés des molécules.

**OBJECTIVE**

Understanding the principles of biochemical reactions and cellular functions.

**CONTENU**

- 1. Biochimie des systèmes vivants**
  - Briques moléculaires : hydrates de carbone, lipides, protéines, acides nucléiques.
  - Rappel de chimie et physico-chimie avec application particulière à la biochimie : représentation de structures, réactivité.
- 2. Structure et fonction des molécules biologiques**
  - Élucidation de la structure des protéines, des membranes et des ADN.
  - Structure des protéines : stabilité, dénaturation, renaturation.
  - Relation structure - fonction : méthodes théoriques et expérimentales utilisées en recherche.
  - Désigner de nouvelles protéines.
- 3. Les protéines comme machines moléculaires**
  - Nature fondamentale des catalyseurs biologiques : exemples des fonctions des enzymes.
  - Anticorps catalytiques.
  - Transducteurs d'énergie et des signaux (capteurs, pompes, photosynthèse, moteurs).
- 4. Gènes : réplication et expression**
  - Structure et morphologie de la cellule.
  - Stockage, transcription et traduction de l'information biologique : ADN, ARN, ribosomes.
  - Régulation du flux d'information dans la cellule : induction, répression, régulateur, promoteur, opérateur.
  - Expression des protéines. Transcription, traduction, modification post-traductionnelles et sécrétion.

**CONTENTS**

- 1. Essential biochemistry**
  - Molecular building blocks: Carbohydrates, lipids, proteins, nucleic acids.
  - Physico-chemical principles in relation of structure and activity of biological systems.
- 2. Structure and function of biological molecules**
  - Exploring the structure of proteins, membranes and DNA.
  - Principles of protein structure and folding.
  - Structure - function relationship: theoretical and experimental procedures.
  - Designing new proteins.
- 3. Proteins as molecular machines**
  - NBiological catalysts: Basic concepts and catalytic strategies of enzymes.
  - Catalytic antibodies.
  - Energy and signal transduction.
- 4. Genes: Replication and expression**
  - Structure and morphology of a biological cell.
  - Storage, transcription and transduction of biological information: DNA and RNA.
  - Regulation of information flux.
  - Protein expression. Transcription, translation, post-translational modifications and secretion.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra.	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 3.5
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> L. Styer : "Biochemistry", Freeman 1995	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Automne
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTROLE:</b> Examen oral
<i>Préalable requis:</i>	
<i>Préparation pour:</i> Science du vivant, cours avancés : "Energie + matière, biomécanique" ou "Biologie de l'information"	

<b>Titre: SCIENCES DU VIVANT II</b>		<b>Title: LIFE SCIENCES II</b>			
<b>Enseignant: Jean-Jacques MEISTER, Professeur EPFL/DP</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42</b>
PHYSIQUE.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
GÉNIE MÉCANIQUE.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Présenter quelques propriétés physiques des cellules vivantes et les modèles utiles à leur interprétation.

**CONTENU**

- **Introduction :**  
Description biophysique de la cellule, aspects dimensionnels et thermodynamiques
- **Cytosquelette cellulaire :**  
Filaments d'actine : rhéologie et réseaux  
Microtubules : instabilité, comportement mécanique  
Moteurs moléculaires
- **Membranes biologiques :**  
Liposomes : morphologie et propriétés mécaniques  
Globules rouges : morphologie et propriétés mécaniques  
Transport transmembranaire
- **Mécanique cellulaire :**  
Rhéologie cellulaire  
Adhésion cellulaire  
Motilité cellulaire
- **Éléments d'électrophysiologie :**  
Potentiel transmembranaire  
Potentiel d'action, modèle de Hodgkin – Huxley  
Activité électrique du cœur : l'électrocardiogramme
- **Contraction musculaire :**  
Modèle moléculaire de Huxley  
Contractions isométriques et isotonique  
Énergétique de la contraction

**OBJECTIVE**

To present the physical properties of living cells, together with some models to interpret them.

**CONTENTS**

- **Introduction :**  
Biophysical description of the living cell, dimensional analysis and thermodynamical aspects
- **Cytoskeleton:**  
Actin filaments : rheology and networks  
Microtubules : dynamical instability, mechanical behavior  
Molecular motors
- **Biological membranes:**  
Liposomes : morphology and mechanical properties  
Red blood cells : morphology and mechanics  
Membrane mass transport
- **Cell mechanics:**  
Cell rheology  
Cell adhesion  
Cell motility
- **Bioelectricity:**  
Transmembrane potential  
Action potential, Hodgkin – Huxley membrane model  
Electric activity of the heart: the electrocardiogram
- **Muscle contraction:**  
Huxley molecular model  
Analysis of isometric and isotonic contraction  
Energy and muscle contraction

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra et exercices dirigés en classe	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 3.5
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Liste d'ouvrages et articles scientifiques recommandés, corrigés d'exercices	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Automne
<b>LIEN AVEC D'AUTRES COURS:</b> Sciences du vivant I	<b>FORME DU CONTROLE:</b> Examen oral
<b>Pré-requis:</b> Physique et mathématiques du premier cycle	
<b>Préparation pour:</b>	

<b>Titre: SIMULATION NUMÉRIQUE DE SYSTÈMES PHYSIQUES I</b>		<b>Titre: COMPUTER SIMULATION OF PHYSICAL SYSTEMS I</b>			
<b>Enseignant: Alfredo PASQUARELLO, Professeur assistant EPFL/DP</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 42</i>
PHYSIQUE .....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
PHYSIQUE FACULTÉ.....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices 1</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Introduire l'étudiant aux méthodes de la simulation numérique en physique.

**CONTENU**

- **Variables aléatoires** : définitions et propriétés, générateurs et fonctions de distribution, théorème de la limite centrale
- **Marche au hasard** : distributions binomiale et normale, diffusion de particules, mouvement brownien
- **Agrégation limitée par diffusion** : description du modèle, dimension fractale, rupture diélectrique
- **Intégration par la méthode de Monte Carlo** : méthode élémentaire, échantillonnage suivant l'importance, algorithme de Metropolis
- **Minimisation de fonctions multivariées** : méthode du gradient à descente maximum, méthode du gradient conjugué
- **Simulations Monte Carlo** : expérimentations utilisant la méthode variationnelle, transformation en un problème de diffusion, application à des systèmes quantiques simples
- **Exemples d'expérimentation numérique en mécanique statistique**

**OBJECTIVE**

To provide the student with basic methods of the computer simulation of physical systems.

**CONTENTS**

- **Random variables**: definitions and properties, generators and distribution functions, central-limit theorem.
- **Random walks**: binomial and gaussian distributions, particle diffusion, Brownian motion
- **Diffusion-limited aggregation**: description of the model, fractal dimension, dielectric breakdown
- **Monte Carlo integration**: direct sampling, importance sampling, Metropolis algorithm
- **Minimization in multidimensions**: steepest-descent and conjugate-gradient methods
- **Monte Carlo simulations**: variational and diffusion Monte Carlo methods, application to simple quantum systems
- **Examples of computer simulations in statistical mechanics**

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra.	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 3.5
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Polycopié	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Automne
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTROLE:</b> Examen oral
<i>Préalable requis:</i> Physique quantique, Physique statistique.	
<i>Préparation pour:</i>	

<b>Titre: SIMULATION NUMÉRIQUE DE SYSTÈMES PHYSIQUES II</b>		<b>Titre: COMPUTER SIMULATION OF PHYSICAL SYSTEMS II</b>			
<b>Enseignant: Alfredo PASQUARELLO, Professeur assistant EPFL/DP</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42</b>
PHYSIQUE.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
PHYSIQUE FACULTÉ.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Introduire l'étudiant aux méthodes de la simulation numérique en physique de la matière condensée.

**CONTENU**

- **Théorie de la fonctionnelle de densité** : théorèmes de Hohenberg-Kohn, équations de Kohn-Sham, approximation de la densité locale.
- **Solutions autocohérentes pour atomes isolés** : approximation sphérique, méthode d'intégration de Numerov, solution de l'équation de Poisson radiale, applications.
- **Solutions autocohérentes pour molécules et agrégats atomiques** : choix de la base de représentation, problème aux valeurs propres, méthodes itératives, solutions de l'équation de Poisson en trois dimensions, applications.
- **Solutions autocohérentes pour les solides** : calcul des bandes d'énergie, méthodes linéaires en énergie, pseudopotentiels, intégrations dans la zone de Brillouin, applications.
- **Dynamique moléculaire classique** : algorithme de Verlet, procédés prédicteur-correcteur, détermination des quantités macroscopiques, méthode du recuit simulé, applications.
- **Dynamique moléculaire ab-initio** : méthode de Car-Parrinello et applications.

**OBJECTIVE**

To provide the student with basic methods of computational condensed-matter physics.

**CONTENTS**

- **Density-functional theory**: Hohenberg-Kohn theorems, Kohn-Sham equations, local-density approximation.
- **Self-consistent solutions for atoms**: spherical approximation, Numerov method, solution of the radial Poisson equation, applications.
- **Self-consistent solutions for molecules and clusters**: alternatives for the basis functions, eigenvalue problems, iterative methods, solution of the Poisson equation in three dimensions, applications.
- **Self-consistent solutions for solids**: energy-band methods, linearized methods, pseudopotentials, Brillouin-zone integration, applications.
- **Classical molecular dynamics**: Verlet algorithm, predictor-corrector methods, determination of macroscopic parameters, simulated annealing, applications.
- **Ab-initio molecular dynamics**: Car-Parrinello method and applications.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra.	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 3.5
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Polycopié	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Automne
<b>LIEN AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTROLE:</b> Examen oral
<b>Préalable requis:</b> Physique quantique	
<b>Préparation pour:</b>	

<b>Titre: ACCELERATION DES PARTICULES ET OPTIQUES DES FAISCEAUX</b>		<b>Titre: PARTICLES ACCELERATORS</b>			
<b>Enseignant: Jean-Pierre PERROUD, Maître Enseignement et Recherche UNIL</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42</b>
PHYSIQUE.....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
PHYSIQUE FACULTÉ.....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Le domaine des accélérateurs de particules s'est développé depuis plus de 60 ans. Il met en oeuvre un bon nombre de technologies de pointe. Au début les développements étaient motivés essentiellement par la recherche fondamentale en physique nucléaire et en physique des particules. Aujourd'hui des applications en physique du solide en médecine et industrielles sont en plein développement. Le cours peut être considéré comme une introduction à ce vaste domaine.

**CONTENU**

**Introduction :**

Evolution depuis la réalisation du premier accélérateur électrostatique de 700 KV en 1932 jusqu'aux collisionneurs actuels. Classification des différents types d'accélérateurs.

**Guides d'ondes et cavités :**

Résumé de leurs caractéristiques et de leurs propriétés. Ondes lentes.

**Accélérateurs à tension continue :**

Accélérateurs de Cockroft-Walton et de Van de Graaff.

**Accélérateurs linéaires :**

Les différentes structures accélératrices. Le problème de la stabilité longitudinale ou de phase.

**Accélérateurs circulaires :**

La stabilité transversale, les focalisations faible et forte. Le transport des faisceaux. Le calcul de l'enveloppe des trajectoires. Les collisionneurs.

**Quelques applications :**

Discussion d'une ou deux applications choisies d'après l'intérêt des étudiants.

**OBJECTIVE**

The field of particles accelerators has now developed for more than 60 years. It involves a large number of advanced technologies. At the beginning the developments were essentially driven by fundamental research in nuclear and particles physics. Today numerous applications in solid state physics, medicine and industry are rapidly developing. The course can be considered as an introduction to this large domain

**CONTENTS**

**Introduction:**

Evolution since the realisation of the first electrostatic accelerator of 700 KV in 1932 until present large energy colliders. Classification of the various types of accelerators.

**Wave guides and cavities:**

Their characteristics and properties. Slow waves.

**Electrostatic accelerators**

Cockroft-Walton and Van de Graaff accelerators.

**Linear accelerators:**

Accelerating structures. The problem of the longitudinal or phase stability.

**Circular accelerators:**

Transverse stability, strong and weak focussing. Beam transport. Beam envelope. Colliders.

**Some applications:**

One or two applications chosen in agreement with the students will be discussed.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 3.5
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Notes polycopiées	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Automne
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTROLE:</b> Examen oral
<b>Préalable requis:</b> Notions de relativité restreinte et d'électrodynamique	
<b>Préparation pour:</b>	

<b>Titre: DES PETITES MOLÉCULES AUX BIOMACROMOLÉCULES</b>		<b>Titre: FROM SMALL MOLECULES TO BIOMACROMOLECULES</b>			
<b>Enseignant: Stefan HAACKE, Giovanni DIETLER, Majed CHERGUI, Professeurs UNIL</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42/42</b>
PHYSIQUE.....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
PHYSIQUE FACULTÉ.....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2 / 2</b>
PHYSIQUE.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 1 / 1</b>
PHYSIQUE FACULTÉ.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Introduction à la structure des molécules et à la spectroscopie moléculaire vibrationnelle et électronique.

**CONTENU**

**Partie I :**

- Structure des molécules (courbes et surfaces du potentiel)
- Spectres vibrationnels des molécules diatomiques et polyatomiques (spectres infrarouge, Raman). Règles de sélection
- Spectroscopie électronique des molécules. Approximation de Born-Oppenheimer, principe de Franck-Condon.
- Propriétés de symétrie des molécules
- Les molécules dans les champs électriques et magnétiques.

**Partie II :**

- Les Forces en Physique
- Aspects thermodynamiques
- Forces Intermoléculaires.
- Interactions entre corps macroscopiques.
- Forces de van der Waals.
- « Double-layer » forces.
- Interactions dans les protéines et ADN.

**OBJECTIVE**

Introduction to molecular structure and spectroscopy.

**CONTENTS**

**Part I:**

- Molecular structure (potential curves and potential surfaces)
- Vibrational spectroscopy of diatomic and polyatomic molecules (IR, Raman). Selection rules
- Electronic spectroscopy of molecules. Born-Oppenheimer approximation, the Franck-Condon principle
- Symmetry properties of molecules
- Molecules in electric and magnetic fields.

**Part II:**

- Forces in physics.
- Thermodynamics.
- Intermolecular Forces
- Interactions between macroscopic bodies.
- van der Waals Forces.
- Double layer forces.
- Interactions in proteins and DNA.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Cours ex cathedra, exercices	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 7
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Polycopiés	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Automne
<b>LIEN AVEC D'AUTRES COURS:</b> Phénomènes ultrarapides	<b>FORME DU CONTROLE:</b> Examen oral
<i>pré-requis:</i> Mécanique quantique	
<i>pré-requis:</i> Diplôme, thèse de doctorat	

<b>Titre: DÉTECTION DES PARTICULES IONISANTES</b>		<b>Titre: DETECTION OF IONIZING PARTICLES</b>			
<b>Enseignant: Jean-François LOUDE, Professeur associé UNIL</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42</b>
PHYSIQUE.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
PHYSIQUE FACULTÉ.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Compréhension du fonctionnement et des caractéristiques des détecteurs de particules ionisantes.

**OBJECTIVE**

To understand operational characteristics of detectors for ionizing particles.

**CONTENU**

Survol des divers types de détecteurs.

Interaction des particules avec la matière.

Etude détaillée du fonctionnement des chambres d'ionisation à gaz, des compteurs proportionnels et des détecteurs semiconducteurs.

Calcul de la forme du signal (théorème de Ramo) et de la résolution en énergie.

Autres questions selon l'intérêt de l'auditoire.

**CONTENTS**

Overview of detector types.

Interaction of particles with matter.

Detailed study of gas ionization chambers, proportional counters and semiconductor detectors.

Calculation of signal shape (Ramo's Theorem) and of energy resolution.

Other issues according to students interest.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra et exercices en salle	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 3.5
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Notes de cours; Glenn F. Knoll, Radiation Detection and Measurement, Third Edition	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Automne
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTROLE:</b> Examen oral
<b>Préalable requis:</b> Connaissances élémentaires en physique nucléaire et corpusculaire. Notions en électronique.	
<b>Préparation pour:</b> Diplôme en physique nucléaire et corpusculaire.	



<b>Titre: LES ASTROPARTICULES EN ASTROPHYSIQUE ET COSMOLOGIE</b>		<b>Titre: ASTROPARTICLES IN ASTROPHYSICS AND COSMOLOGY</b>			
<b>Enseignant: Aurélio BAY, Mikhail E. CHAPOCHNIKOV, Professeurs UNIL</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42</b>
PHYSIQUE.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
PHYSIQUE FACULTÉ.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

**OBJECTIVE**

**CONTENU**

**CONTENTS**

**Les rayons cosmiques :** Spectre et composition, moyen de détection. Les cosmiques d'énergie ultra élevée, détection, leur interaction avec le fond à 2.7 °K. Les modèles d'accélération de Fermi, de premier et deuxième ordres. L'accélération dans la magnétosphère des Pulsars. L'accélération dans le Soleil. Les sources exotiques.

**Cosmic radiation:** Spectrum and composition, means of detection. Cosmic rays with ultra-high energy; detection; their interaction with the background at 2.7 °K. Fermi acceleration of first and second order. Acceleration of pulsars in the magnetosphere. Acceleration in the sun. Exotic sources.

**La radiation électromagnétique :** Mécanismes de production, lignes spectrales et continuum. Mécanismes d'absorption. Les détecteurs embarqués et au sol. Le projet GLAST. L'imagerie Cherenkov. Les sources gamma avec E>100 GeV, Geminga, les « Gamma Ray Burst ». Exemples de simulation de gerbes gamma et hadroniques.

**Electromagnetic radiation:** Production mechanism; spectral lines and the continuum. Absorption mechanisms. One-board and ground-level detectors. The GLAST project. Cherenkov imaging. Sources of gamma rays with E>100 GeV, Geminga, gamma ray bursts. Examples of simulations of gamma and hadronic showers.

**Les neutrinos :** Mécanismes de production. Interaction avec la matière. Neutrinos stellaires. L'oscillation des neutrinos solaires. Les neutrinos des Supernovae. L'oscillation des neutrinos atmosphériques. Les détecteurs.

**Neutrinos:** Production mechanisms. Interaction with matter. Stellar neutrinos. Oscillation of solar neutrinos. Neutrinos in supernovae. The oscillation of atmospheric neutrinos. Detectors.

**Physique des astroparticules (théorie) :**

**Astroparticle physics (theory):**

*1. Introduction générale :* Le système des unités dans la physique des hautes énergies. Les propriétés fondamentales de l'univers. Le diagramme de Hubble. Le rayonnement fossile.

*1. General Introduction:* System of units of high-energy physics. Basic facts about our universe. The Hubble diagram. Cosmic microwave background radiation.

*2. La cosmologie standard (théorie du Big Bang) :* L'âge de l'univers. L'univers dominé par la radiation et par la matière. La métrique de FRW. Les effets de la courbure : l'univers ouvert et fermé. La constante cosmologique.

*2. Standard cosmology:* Age of the Universe. Radiation-dominated and matter-dominated Universe. FRW metric. Effects of curvature: open and closed Universe. Cosmological constant.

*3. Les processus physiques dans l'univers primitif :* L'équilibre thermique et la brisure de l'équilibre. L'équation de Saha. Les neutrinos dans l'univers. La brisure des symétries C et CP. La baryogénèse. La nucléosynthèse primordiale.

*3. Physical processes in the early Universe:* Thermal equilibrium and deviations from it. Saha equation. Neutrinos in the Universe. C and CP non-conservation. Baryogenesis Nucleosynthesis.

*4. L'univers inflationnaire :* Les problèmes d'isotropie, d'horizon et de causalité. La dynamique des champs scalaires dans l'univers. Une solution du problème des données initiales.

*4. Inflationary Universe:* Horizon, isotropy and causality problems. Scalar field dynamics in the Universe. A solution to the initial data problem.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT:**

**NOMBRE DE CRÉDITS** 3.5

**BIBLIOGRAPHIE:** Ouvrages recommandés

**SESSION D'EXAMEN** Automne

**LIEN AVEC D'AUTRES COURS:**

**FORME DU CONTRÔLE:** Examen oral

*Préalable requis:* Introduction aux Particules 3ème

*Préparation pour:*

<b>Titre: MODÈLES NUCLÉAIRES</b>			<b>Title: NUCLEAR MODELS</b>			
<b>Enseignant: Olivier SCHNEIDER, Professeur associé UNIL</b>						
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i>	<b>42</b>
PHYSIQUE.....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>	
PHYSIQUE FACULTÉ.....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i>	<b>2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>	<b>1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>	

**OBJECTIFS**

Présenter les notions de base nécessaires à l'élaboration d'une description du noyau atomique. Introduire les modèles de structure couramment utilisés.

**OBJECTIVE**

Present the basic notions needed for the elaboration of a description of the atomic nucleus. Introduce the main nuclear models.

**CONTENU**

Rappel des propriétés générales du noyau atomique.  
 Mouvement d'une particule dans un champ central. Etats liés.  
 Le moment cinétique et les rotations. Spin 1/2. Théorèmes de Wigner-Eckart.  
 Le système de deux nucléons, états liés, le deuton, la force tensorielle. Système de A nucléons. Modèles de structure : modèle en couches et modèles collectifs.

**CONTENTS**

General properties of the atomic nucleus.  
 Movement of a particle in a central potential. Bound states.  
 Rotations and angular momentum. Spin 1/2. Wigner-Eckart theorem.  
 Two nucleons system, bound states, the deuteron, the tensor force. The A nucleons system. Shell model and collective models.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra et exercices en classe	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b> 3.5
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Polycopié	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Automne
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b> Réactions nucléaires et plasma de quarks et gluons	<b>FORME DU CONTRÔLE:</b> Examen oral
<i>Préalable requis:</i> Physique nucléaire et corpusculaire I Physique quantique I et II	
<i>Préparation pour:</i> Méthodes et concepts sont à large spectre d'utilisation. Introduction au cours de 3ème cycle.	

<b>Titre: PARTICULES ÉLÉMENTAIRES I, II</b>		<b>Title: ELEMENTARY PARTICLE PHYSICS PHYSICS I, II</b>			
<b>Enseignant: Aurelio BAY, Professeur UNIL</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42/42</b>
PHYSIQUE.....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
PHYSIQUE FACULTÉ.....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2 / 2</b>
PHYSIQUE.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 1 / 1</b>
PHYSIQUE FACULTÉ.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Introduction à l'aspect expérimental et à la description phénoménologique de la physique des particules.

**CONTENU**

**Introduction :**  
 Le Modèle Standard, une étape vers la Grande Unification.  
 Détecteurs, accélérateurs, radioactivité, rayonnement cosmique.  
 Les particules en astrophysique et cosmologie.  
 Relativité restreinte, équations de Klein-Gordon et de Dirac.  
**Propriétés des particules :**  
 Masse, charge, temps de vie, spin, moment magnétique...  
**Symétries et lois de conservation :**  
 Invariance par translation et rotation, parité, conjugaison de charge, inversion temporelle, violation de P et de CP, théorème CPT, l'isospin.  
**QED :**  
 Introduction. Les règles de Feynman. Les facteurs de forme.  
**Partons et quarks :**  
 Diffusion électron-nucléon, annihilation électron-positron au LEP, jets et cordes.  
**L'interaction faible :**  
 La théorie de Fermi, théorie V-A. Désintégration du pion et du muon. La théorie de Cabibbo. Les bosons W et Z et leur observation aux collisionneurs.  
**Modèle des quarks et QCD :**  
 SU(3) saveur, structure des mesons et des baryons, SU(N) couleur. Quarkonium. La couleur.  
**Théories de jauge et le Modèle Standard :**  
 Invariance de jauge globale et locale. Théories de Yang et Mills. La brisure spontanée de symétrie. La théorie Electro-Faible: SU(2)xU(1). Le Higgs. Les GUTs, la grande unification.

**OBJECTIVE**

Introduction to experimental and phenomenological aspects of Particle Physics.

**CONTENTS**

**Introduction:**  
 The Standard Model, a step toward the Grand unification.  
 Particle detection, accelerators, natural radioactivity, cosmic rays. Particle physics and Astrophysics and Cosmology.  
 Relativity, equations of Klein-Gordon and Dirac.  
**Properties of particles:**  
 Mass, charge, lifetime, spin, magnetic moment...  
**Symmetries and conservation laws:**  
 Invariance under space translation and rotation, time translation, parity, time reversal and charge conjugation. Violation of parity and CP, CPT Theorem. Isospin.  
**QED:**  
 Introduction to QED. The Feynman rules. The form factors.  
**Partons and quarks:**  
 Deep inelastic scattering. Annihilation  $e^+e^-$  at LEP, jets and strings.  
**Weak Interaction:**  
 Fermi's and V-A theories. Pion and muon decays. Cabibbo's theory. The W and Z bosons and their observation at the CERN collider.  
**Model of quarks and QCD:**  
 SU(3) flavour, mesonic and baryonic structure. SU(N). Quarkonium. The Colour.  
**Gauge Theories and the Standard Model.**  
 Global and local gauge invariance. Yang and Mills theories. Spontaneous symmetry breaking. Electro-weak theory SU(2)xU(1), the Higgs mechanism. GUTs, the Grand unification.

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

**BIBLIOGRAPHIE:** Polycopié

**LIEN AVEC D'AUTRES COURS:**

**Pré-requis:** Cours de physique nucléaire et corpusculaire I et II  
 Physique quantique I et II  
**Préparation pour:** Méthodes et concepts sont à large spectre d'utilisation ; Introduction au cours de 3ème cycle

**NOMBRE DE CREDITS** 7

**SESSION D'EXAMEN** Automne

**FORME DU CONTROLE:** Examen oral

<b>Titre: PHÉNOMÈNES ULTRARAPIDES</b>		<b>Titre: ULTRAFAST PHENOMENA</b>			
<b>Enseignant: Majed CHERGUI, Professeur UNIL</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42/42</b>
PHYSIQUE.....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
PHYSIQUE FACULTÉ.....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2 / 2</b>
PHYSIQUE.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 1 / 1</b>
PHYSIQUE FACULTÉ.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Introduction aux concepts de base en mécanique quantique servant à la compréhension des phénomènes ultrarapides en physique, chimie et biologie.  
 Visualisation à travers des exemples tirés d'expériences.

**OBJECTIVE**

Introduction to the basic quantum concepts that help understand ultrafast phenomena in Physics, Chemistry and Biology.  
 Visualisation through examples taken from experiments.

**CONTENU**

- Méthodes expérimentales.
- Rappels de la mécanique quantique dépendante du temps. Théorie des perturbations dépendantes du temps.
- Interaction rayonnement – matière. Approche statistique quantique.
- La cohérence.
- Paquets d'onde vibrationnels, rotationnels électronique de Rydberg.
- Exemples de dynamiques de paquets d'onde dans les atomes, molécules, protéines et solides.
- Dynamique des porteurs de charges dans les semi-conducteurs.
- Projet sur articles

**CONTENTS**

- Experimental Techniques.
- Review of time-dependent quantum mechanics and of time-dependent perturbation theory.
- Light-matter interaction. Quantum statistical approach.
- Concept of coherence.
- Vibrational, rotational and Rydberg wavepackets.
- Examples of wavepackets dynamics in atoms, molecules, proteins and solids.
- Example of charge carrier dynamics in solids.
- Project based on articles.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Cours ex cathedra, exercices et projet sur articles scientifiques	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 7
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Polycopiés	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Automne
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b> Physique moléculaire, mécanique quantique avancée	<b>FORME DU CONTROLE:</b> Examen oral
<b>Préalable requis:</b> Mécanique quantique	
<b>Préparation pour:</b> Diplôme, thèse de doctorat	

<b>Titre: RÉACTION NUCLÉAIRES ET PLASMA DE QUARKS ET GLUONS</b>		<b>Titre: NUCLEAR REACTIONS AND PLASMA OF QUARKS AND GLUONS</b>			
<b>Enseignant: Christian MOREL, MER rempl. UNIL (réactions), Aurélio BAY, Professeur UNIL (plasma)</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42</b>
PHYSIQUE.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
PHYSIQUE FACULTÉ.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

**OBJECTIVE**

Présenter les notions de base nécessaires à l'élaboration d'une description des réactions nucléaires. Introduire les modèles de réaction couramment utilisés. Introduire le concept d'un nouveau état de la matière : le plasma de quarks et gluons. Permettre à l'étudiant d'accéder à la littérature actuelle concernant ce domaine.

Introduction of the notions for the description of nuclear reactions.

Introduction to the concept of a new matter state: the quark and gluon plasma.

**CONTENU**

**CONTENTS**

Modèle des réactions. La polarisation. La capture pionique. Résonances et noyau composé, le modèle optique, les réactions directes.

Nuclear reactions models. The polarisation. Pionic capture. Resonances and the compound nucleus, the optical model, the direct reactions.

Le plasma de quarks et gluons. Implications en Astrophysique et Cosmologie.

Plasma of quark and gluons. Implication in Astrophysics and Cosmology.

Production par collision d'ions. Signatures du plasma.

Production by heavy ions collisions. Signatures of the plasma.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra et exercices en classe	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b> 3.5
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Polycopié	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Automne
<b>LIEN AVEC D'AUTRES COURS:</b> Modèles nucléaires	<b>FORME DU CONTRÔLE:</b> Examen oral
<b>Pré-requis:</b> Physique nucléaire et corpusculaire I Physique quantique I, II	
<b>Préparation pour:</b> Méthodes et concepts sont à large spectre d'utilisation. Introduction au cours de 3ème cycle	

**ENSEIGNEMENTS DE SERVICE**  
**LISTE ALPHABÉTIQUE DES ENSEIGNANTS**

<i>Nom de l'enseignant</i>	<i>Cours</i>	<i>Sem.</i>	<i>Section(s)</i>	<i>Page(s)</i>
Ansermet Jean-Philippe	Physique I, II	1 <sup>er</sup> , 2 <sup>e</sup>	E+GM	173, 174
Baldereschi Alfonso	Physique I, II	1 <sup>er</sup> , 2 <sup>e</sup>	GC+GR	175, 176
Barès Pierre-Antoine	Physique III, IV	3 <sup>e</sup> , 4 <sup>e</sup>	E + GM	177, 178
Brune Harald	Physique I, II	1 <sup>er</sup> , 2 <sup>e</sup>	MT	179, 180
Buttet Jean	Physique III	3 <sup>e</sup>	SC	181
Deveaud-Plédran Benoît	Physique III, IV Optoélectronique	3 <sup>e</sup> , 4 <sup>e</sup> 7 <sup>e</sup>	IN MT	182, 183 184
Gotthardt Rolf	Physique I, II [cours en allemand]	1 <sup>er</sup> , 2 <sup>e</sup>	GC+GR+E+ GM+MT+MX+ MA+ IN+SC	185, 186
Griani Marco	Physique I, II	1 <sup>er</sup> , 2 <sup>e</sup>	IN	187, 188
Harbich Wolfgang	Physique III, IV [cours en allemand]	3 <sup>e</sup> , 4 <sup>e</sup>	Toutes les sections	189, 190
Kapon Eli	Physique I, II	1 <sup>er</sup> , 2 <sup>e</sup>	MA+MX	191, 192
Lévy Francis	Physique du solide Physique et technologie des semi-conducteurs	5 <sup>e</sup> 6 <sup>e</sup>	MX MX	193 194
Margaritondo Giorgio	Physique I, II Physique III	1 <sup>er</sup> , 2 <sup>e</sup> 3 <sup>e</sup>	CH CH	195, 196 197
Meister Jean-Jacques	Physique III, IV	3 <sup>e</sup> , 4 <sup>e</sup>	GC, GR	198, 199
Monot René	Physique III, IV	3 <sup>e</sup> , 4 <sup>e</sup>	MA, MX	200, 201
Pasquarello Alfredo	Physique IV	4 <sup>e</sup>	SC	202
Schaller Robert	TP physique TP physique	2 <sup>e</sup> 4 <sup>e</sup>	MA MX	203 204
Tran Minh Quang/ Villard Laurent	Physique I, II	1 <sup>er</sup> , 2 <sup>e</sup>	SC	205, 206
Zuppiroli Libero	Physique III	3 <sup>e</sup>	MT	207
Zuppiroli Libero/ Marquis Weible Fabienne	Physique IV	4 <sup>e</sup>	MT	208

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

**OBJECTIFS**

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

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

**CONTENU**

**Introduction**

Notions élémentaires de mécanique pour les systèmes à une dimension

**Oscillateur harmonique**

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

**Cinématique**

Description des rotations, formules de Poisson, vitesse angulaire

**Changement de référentiel**

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

**Forces**

Friction, gravitation, électromagnétisme, collisions, systèmes ouverts

**Lois de Newton**

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

<p><b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra et exercices dirigés en classe</p> <p><b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Eb185, E289, D429, dd399, Dg349, E242, Eb157, E250, E284, Eb197, E303, E178, 753809, A11039, Dg28</p> <p><b>LIEN AVEC D'AUTRES COURS:</b></p> <p><i>Pré-requis:</i> Bonne formation au niveau maturité</p> <p><i>Préparation pour:</i> Physique II</p>	<p><b>FORME DU CONTROLE:</b></p> <p>Examen écrit et contrôle continu</p>
---	--

<b>Titre : PHYSIQUE II</b>					
<b>Enseignant: Jean-Philippe ANSERMET, Professeur EPFL/DP</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 84</i>
ÉLECTRICITÉ.....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
GÉNIE MÉCANIQUE.....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 4</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices 2</i>
RACCORDEMENT ETS.....		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

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

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

**CONTENU**

**Cinématique et cinétique du corps solide indéformable**

Centre de masse, tenseur d'inertie, moment cinétique

**Dynamique du corps solide indéformable**

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

**Mécanique analytique**

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

**Introduction aux corps déformables**

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

**Thermodynamique**

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

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



<b>Titre :           PHYSIQUE I</b>					
<b>Enseignant:   Alfonso BALDERESCHI, Professeur EPFL/DP</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i>
GÉNIE CIVL.....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
GÉNIE RURAL.....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours           2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices       2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Connaître les phénomènes physiques fondamentaux et comprendre les lois qui les décrivent. Apprendre à utiliser l'outil mathématique pour décrire les systèmes physiques ainsi que leur évolution. Connaître les applications en science et technique.

**CONTENU**

- **Cinématique du point matériel :**  
Éléments de calcul vectoriel. Description de la position et du mouvement d'un système matériel. Trajectoire, vitesse, accélération. Etude de mouvements simples.
- **Mouvement relatif :**  
Translation et rotation.
- **Dynamique du point matériel :**  
Masse. Quantité de mouvement. Forces. Lois de Newton. Moment cinétique. Moment de forces. Forces centrales. Gravitation. Forces de frottement.
- **Travail et énergie :**  
Travail. Puissance. Energie cinétique et énergie potentielle. Lois de conservation.
- **Mouvements oscillants :**  
Mouvement harmonique. Oscillateurs amortis et forcés. Oscillateurs couplés.

<p><b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra et exercices dirigés en classe</p> <p><b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Marcelo Alonso et Edward J. Finn, Physique Générale (Vol. 1), 2<sup>me</sup> édition, InterEditions, Paris, 1998</p> <p><b>LIEN AVEC D'AUTRES COURS:</b>  <i>préalable requis:</i> Progressivement Analyse  <i>préparation pour:</i> Physique II, III et IV</p>	<p><b>FORME DU CONTROLE:</b></p> <p>Contrôle continu avec système de bonus : exercices rendus et tests en cours de semestre,          Examen écrit au propédeutique I</p>
--	---

<b>Titre : PHYSIQUE II</b>					
<b>Enseignant: Alfonso BALDERESCHI, Professeur EPFL/DP</b>					
Section (s)	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 84
GÉNIE CIVIL.....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Par semaine:
GÉNIE RURAL.....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Cours 4
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Exercices 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Pratique

**OBJECTIFS**

Connaître les phénomènes physiques fondamentaux et comprendre les lois qui les décrivent. Apprendre à utiliser l'outil mathématique pour décrire les systèmes physiques ainsi que leur évolution. Connaître les applications en science et technique.

**CONTENU**

- **Dynamique des systèmes :**  
Centre de masse. Moment cinétique. Travail et énergie. Collisions. Solide indéformable. Moment d'inertie.
- **Equilibre thermodynamique :**  
Pression, température et énergie interne. Equation d'état. Gaz parfait. Gaz réel. Théorie cinétique des gaz.
- **Echange d'énergie :**  
Travail et chaleur. Premier principe de la thermodynamique.
- **Entropie :**  
Deuxième principe de la thermodynamique. Cycles. Machines thermiques. Rendement.
- **Phénomènes de transport :**  
Diffusion de matière. Conduction de la chaleur.

<p><b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra et exercices dirigés en classe</p> <p><b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Marcelo Alonso et Edward J. Finn, Physique Générale (Vol. 1), 2<sup>ème</sup> édition, InterEditions, Paris, 1998 Notes polycopiées</p> <p><b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b> Préalable requis: Analyse et progressivement Analyse II Préparation pour: Physique III et IV</p>	<p><b>FORME DU CONTROLE:</b></p> <p>Contrôle continu avec systèmes de bonus : exercices rendus et tests en cours de semestre.</p> <p>Examen écrit au propédeutique I</p>
--	--

<b>Titre :           PHYSIQUE III</b>					
<b>Enseignant:   Pierre-Antoine BARÈS, Professeur assistant EPFL/DP</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 84</i>
ÉLECTRICITÉ	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine :</i>
GÉNIE MÉCANIQUE	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours           4</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices       2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

- Eveiller la curiosité pour les phénomènes naturels et stimuler l'imagination.
- Formuler les lois de l'électrodynamique classique et de l'hydrodynamique (mécaniques des fluides).
- Décrire les phénomènes physiques pertinents à ces théories et illustrer celles-ci par des expériences. Citer un nombre d'applications dans la technologie et de phénomènes observés dans la vie de tous les jours.

**CONTENU**

**- Electromagnétisme**

- Electrostatique : charge et champ électriques ; théorèmes de Gauss ; potentiel électrique ; capacité de condensation électrique (loi d'Ohm) ; diélectriques.
- Magnétisme : force et champ magnétiques ; théorème d'Ampère ; loi de Biot-Savart ; aimantation ; induction magnétique (loi de Faraday) et applications, inductance ; équations de Maxwell ; ondes électromagnétiques, guide d'ondes.

**- Mécanique des fluides**

- Hydrostatique : pression et équation fondamentale ; applications, principe de Pascal ; principe d'Archimède ; tension superficielle, bulles de savon.
- Hydrodynamique : dynamique des fluides ; lois de conservation (équation de continuité, etc.) ; équations d'Euler ; équations de Bernoulli, viscosité, nombre de Reynolds, turbulence ; portance ; applications (vent solaire, etc.).

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra avec démonstrations, exercices en salle	<b>FORME DU CONTROLE:</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Polycopiés, Alonso Finn Vol. II, Feynman Lectures, Vol. II, Giancoli	Contrôle continu Examens écrits
<b>LIEN AVEC D'AUTRES COURS:</b>	
<i>pré-requis:</i> Calcul différentiel et intégral, Physique I et II	
<i>préparation pour:</i> Cours 2 <sup>ème</sup> cycle	

<b>Titre : PHYSIQUE IV</b>					
<b>Enseignant: Pierre-Antoine BARÈS, Professeur assistant EPFL/DP</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i>
ÉLECTRICITÉ	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine :</i>
GÉNIE MÉCANIQUE	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

- Eveiller la curiosité par les phénomènes naturels et stimuler l'imagination.
- Décrire les phénomènes physique associés à la théorie des ondes et la mécanique quantique. Illustrer ces théories par des expériences. Citer des applications. Evoquer des phénomènes concrets de la vie de tous les jours qui illustrent ces théories.

**CONTENU**

- **Théorie des ondes**  
Ondes planes et sphériques, ondes élastiques, relation de dispersion ; effets Doppler ; principe d'Hygens ; interférences ; diffraction ; ondes de choc.
- **Mécanique quantique**  
Faillite de la physique classique (Boltzmann, Planck, Debye, Drude,...)  
Ondes électromagnétiques classiques et photons ; modèle de Bohr-Sommerfeld de l'atome ; (effet photo-électrique, polarisation) ; principe d'incertitudes de Heisenberg ; effet compton.  
Fonctions d'onde et équation de Schrödinger ; puits et barrières de potentiels ; expériences de Stern-Gerbach (quantification du spin) ; atome dans un champ magnétique et quantification du moment angulaire (Zeemann, etc.) ; l'atome d'hydrogène ; atomes à plusieurs électrons et molécules (qualitatif).

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra avec démonstrations, exercices en salle	<b>FORME DU CONTROLE:</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Polycopiés, Alonso Finn Vol. II, III, Feynman Lectures Vol. II, III, Giancoli	Contrôle continu Examens écrits
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	
<i>Préalable requis:</i> Calcul différentiel et intégral, Physique I et II, Electromagnétisme	
<i>Préparation pour:</i> Cours 2 <sup>ème</sup> cycle	

<b>Titre :</b> <b>PHYSIQUE I</b>					
<b>Enseignant:</b> <b>Harald P. BRUNE, Professeur EPFL/DP</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i>
MICROTECHNIQUE.....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Connaître les lois générales de la cinématique et de la dynamique du point matériel. 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 élémentaires de mécanique pour les systèmes à une dimension : vitesse, accélération, trajectoire, coordonnées cartésiennes polaires et sphériques, distinction entre repère et référentiel.

**Oscillateur harmonique**

Oscillateur libre, forcé, amorti, phénomène de résonance et facteur de qualité.

**Lois de Newton**

d'un point matériel, lois de conservation, énergie, puissance, travail.

**Cinématique**

Vitesse angulaire, mouvements centraux, corps solide indéformable.

<p><b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra et exercices dirigés en classe</p> <p><b>BIBLIOGRAPHIE:</b> <i>Mécanique générale</i>, C. Gruber, W. Benoit  <i>University Physics</i>, A. Hudson &amp; R. Nelson  <i>Physique générale I</i>, Tome I, Mécanique, Alonso &amp; Finn</p> <p><b>LIEN AVEC D'AUTRES COURS:</b></p> <p><i>Pré-requis:</i> Bonne formation au niveau maturité</p> <p><i>Préparation pour:</i> Physique II</p>	<p><b>FORME DU CONTROLE:</b></p> <p>Examen écrit et contrôle continu</p>
---	--

<b>Titre :           PHYSIQUE II</b>					
<b>Enseignant:   Harald P. BRUNE, Professeur EPFL/DP</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 84</i>
MICROTECHNIQUE.....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours           4</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices       2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

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

**CONTENU**

**Changement de référentiel**

Référentiels en rotation - accélérations d'entraînement et de Coriolis, relativité restreinte

**Forces**

Friction, gravitation (lois de Kepler, loi de Newton, principe d'équivalence)

**Mécanique analytique**

Equations de Lagrange

**II THERMODYNAMIQUE**

**Introduction**

**Définition d'un système, différentielles**

**Equilibre, gaz parfait**

Pression, température, énergie interne, équipartition, facteur de Boltzmann, phénomènes de transport

**Echanges d'énergie**

Travail et chaleur, premier principe de la thermodynamique, calorimétrie

**Entropie**

Deuxième principe de la thermodynamique, cycles, potentiels thermodynamiques

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra et exercices dirigés en classe	<b>FORME DU CONTROLE:</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> <i>Mécanique générale</i> , C. Gruber, W. Benoit <i>University Physics</i> , A. Hudson & R. Nelson Introduction à la thermodynamique, J.-P. Pérez & P. Laffont	Examen écrit et contrôle continu
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	
<i>Préalable requis:</i> Physique I, Analyse I	
<i>Préparation pour:</i>	

<b>Titre : PHYSIQUE III</b>					
<b>Enseignant: Jean BUTTET, Professeur EPFL/DP</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 84</i>
SYSTEMES DE COMMUN.	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
RACCORD. HES.....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 4</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Connaissances et compréhension des phénomènes physiques et des lois qui les gouvernent. Savoir utiliser l'outil mathématique pour établir un lien entre le phénomène et sa formulation. Mettre en évidence les applications en science et technique.

**CONTENU**

**Déformation des solides**

**Phénomènes ondulatoires**

- Notions générales sur la propagation d'une onde, y.c. aspects énergétiques.
- Célérité et description de diverses ondes se propageant dans un milieu matériel.
- Composition d'ondes : réflexion, ondes stationnaires, modulation, phénomènes d'interférence.

**Electromagnétisme**

- Electrostatique : la loi de Coulomb et le champ électrique, la loi de Gauss, le potentiel électrique, capacité et énergie, les champs électriques dans la matière diélectrique.
- Courant électrique et circuits RC.
- Magnétostatique : les courants comme source du champ d'induction magnétique, les lois fondamentales, les propriétés magnétiques de la matière.
- L'induction électromagnétique : la force électromotrice, la loi d'induction, inductances, l'énergie magnétique.
- Les équations de Maxwell : le courant de déplacement et les équations dans le vide, les ondes électromagnétiques, vecteur de Poynting et énergie EM.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Oral avec présentation d'expériences et exercices dirigés en classe	<b>FORME DU CONTROLE:</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Notes de cours University Physics, A. Hudson et R. Nelson, Saunders College publish (1990)	Contrôle continu : exercices rendus, tests payants facultatifs en cours de semestre
<b>LIEN AVEC D'AUTRES COURS:</b>	
<i>Pré-requis:</i> Cours de math. et phys. de 1ère année	
<i>Préparation pour:</i> Physique IV et Electromagnétisme II	

<b>Titre : PHYSIQUE III</b>					
<b>Enseignant: Benoît DEVEAUD-PLÉDRAN, Professeur EPFL/DP</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 84</b>
INFORMATIQUE.....	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 4</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

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

**CONTENU**

**Électricité et magnétisme :**

Électrostatique, champ électrique, potentiel, Théorème de Gauss, conducteurs, capacités. Courant électriques stationnaires, loi d'Ohm, lois de Kirchhoff. Magnétostatique, induction, courants de Foucault, self induction, induction mutuelle, transformateurs. Circuits électriques simples : RC, LC, RL, RLC. Équations de Maxwell, ondes électromagnétiques

**Phénomènes ondulatoires :**

Étude phénoménologique de diverses ondes (acoustiques, élastiques, électromagnétiques). Modélisation de l'onde acoustique. Équation de d'Alembert. Superposition d'ondes, interférences battements, diffraction, réflexion.

**Mécanique des fluides :**

Fluides incompressibles, conservation de masse, Équations d'Euler et loi de Bernoulli, Théorèmes de circulation. Phénomènes capillaires.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra avec nombreuses expériences de cours et exercices dirigés	<b>FORME DU CONTROLE:</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Polycopié Giancoli, Physique générale, Ed. de Boeck	Contrôle continu partiel Propédeutique en fin d'année
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	
<i>Préalable requis:</i> Physique I, II	
<i>Préparation pour:</i> Physique IV	



<b>Titre :</b> <b>PHYSIQUE IV</b>					
<b>Enseignant:</b> <b>Benoît DEVEAUD-PLÉDRAN, Professeur EPFL/DP</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i>
INFORMATIQUE.....	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours        2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices   2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Donner à l'étudiant les notions de base nécessaires à la compréhension des phénomènes physiques qu'il rencontrera dans sa vie professionnelle. Il sera capable de prévoir quantitativement les conséquences de ces phénomènes avec les outils théoriques appropriés. Il possédera en physique une culture générale indispensable à un ingénieur de bon niveau. Ce cours correspond à la dernière série de Physique de base.

**CONTENU**

**Optique :**

Dualité corpusculaire et ondulatoire. Réflexion, réfraction, lentilles, instruments d'optique. Principes de Fermat et de Huygens, interférences, Michelson, diffraction, polarisation. Holographie, biréfringence, introduction au laser.

**Physique quantique et physique atomique :**

Nécessité d'une description quantique, effet photoélectrique, dualité onde particule, spectres atomiques. Mécanique quantique, principe de Heisenberg. Equation de Schrödinger, particule libre, puits quantique, effet tunnel. Vision quantique des atomes. Molécules et solides. Introduction aux semiconducteurs.

**Introduction à la physique nucléaire :**

Stabilité des atomes, phénomènes de fission et de fusion, réaction en chaîne, mécanismes de récupération de l'énergie, Produits de fission, sécurité des installations.

**Relativité restreinte – Astrophysique :**

Relativité Galiléenne, expérience de Michelson et Morley, Postulats de la relativité restreinte, Simultanéité, espace à 4 dimensions, Transformations de Lorenz,  $E=mc^2$  Introduction aux descriptions actuelles de l'astrophysique, théorie du big Bang.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra avec nombreuses expériences de cours et exercices dirigés	<b>FORME DU CONTROLE:</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Polycopié Giancoli, Physique générale, Ed. de Boeck	Propé en fin d'année
<b>LIEN AVEC D'AUTRES COURS:</b>	Contrôle continu partiel
<i>Préalable requis:</i> Physique I, II et III	
<i>Préparation pour:</i>	

<b>Titre: OPTOÉLECTRONIQUE</b>			<b>Titre: OPTOELECTRONICS</b>		
<b>Enseignant: Benoît DEVEAUD-PLÉDRAN, Professeur EPFL/DP</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 28</b>
MICROTECHNIQUE.....	7	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Présenter les principes de fonctionnement et les principales applications des dispositifs optoélectroniques à base de matériaux semiconducteurs.

**CONTENU**

- Notions de base, Rappels :**  
A la fois en optique et en physique des semiconducteurs. Avec des rappels de mécanique quantique.
- Principes de base de l'effet laser :**  
Relations d'Einstein, gain, émission stimulée, Oscillation laser, blocage de modes...
- Lasers à semiconducteurs et diodes électroluminescentes :**  
DEL, spectre d'émission, puissance, rendement- Laser à hétérojonction, à puits quantique...
- Photodétecteurs :**  
Photoconducteur, photodiode p-n, p-i-n-, à avalanche, fréquence de coupure, bruit...
- Modulateurs de lumière :**  
Biréfringence, Électro-absorption, effets Pockels, Kerr, acousto-optique, Stark confiné...
- Guides optiques - Fibres optiques :**  
Guides d'onde plans, diélectriques, modes, couplage de la lumière -Fibres à saut d'indice, à gradient d'indice, modes, dispersion.
- Systèmes de télécommunication optique :**  
Fibres optiques, sources, détecteurs- Modulation, multiplexage, systèmes, bilan de liaison.
- Ecrans et modulateurs de lumière :**  
Ecrans à cristaux liquides, polarization, biréfringence, écrans actifs.

**OBJECTIVE**

Get to know and understand the basics and main applications of optoelectronic devices based on semiconductor materials.

**CONTENTS**

- Basics:**  
Both in optics and semiconductor physics, some selected topics in quantum mechanics.
- Basics of laser effect:**  
Einstein's relations, gain, stimulated emission, laser oscillations, modelocking...
- Light emitting diodes, semiconductor lasers:**  
  
LEDs, emission spectrum, output power, Lasers, DHS, quantum well, GRINSCH...
- Photodetectors:**  
Photoconductor, photodiode : p-n, p-i-n-, avalanche, frequency, noise...
- Light Modulators:**  
Birefringence, Electro-absorption, Pockels, Kerr, acousto-optic, quantum confined Stark effects...
- Waveguides, optical fibers:**  
Planar waveguides, dielectrics, modes, light coupling, Optical fibers, step-gradient index, dispersion...
- Optical telecommunication systems:**  
Sources, optical fibers, detectors, modulation, multiplexing, systems, links...
- Displays and light modulators:**  
LCDs, Polarization, birefringence, active displays.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Cours Ex cathedra avec exercices	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Polycopié, Photonics, Saleh & Teich, J. Wiley	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Automne
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTRÔLE:</b> Examen oral
<i>Préalable requis:</i> Physique des dispositifs à semiconducteurs, conseillé	
<i>Préparation pour:</i>	

<b>Titre :</b> <b>PHYSIK I [in deutscher Sprache] / PHYSIQUE I [cours en allemand]</b>					
<b>Enseignant:</b> <b>Rolf GOTTHARDT, Chargé de cours EPFL/DP</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i>
MICROT., MATH., SC.....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
INFORM., GÉNIE MÉCANIQUE	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours            2</i>
ÉLECTRICITÉ, MATÉRIAUX...	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices       2</i>
GÉNIE CIVIL, GÉNIE RURAL...	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**ZIELSETZUNG / OBJECTIFS**

- 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.

**INHAKT / CONTENU**

- **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>FORME DU CONTROLE:</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Empfohlene Bücher, korrigierte Uebungen	Uebungen, Klausuren, Schlussexamen
<b>VERBAND MIT ANDEREN COURS:</b>	
<i>préalable requis:</i> Gute Arbeitskenntnisse in Mathematik und Physik	
<i>préparation pour:</i> Physik II	

<b>Titre :</b> <b>PHYSIK II [in deutscher Sprache] / PHYSIQUE I [cours en allemand]</b>					
<b>Enseignant:</b> <b>Rolf GOTTHARDT, Chargé de cours EPFL/DP</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 84</b>
MICROT., MATHEM., SC.....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
GÉNIE MÉCAN., INFORM.....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours</b> 4
ÉLECTRICITÉ, MATÉRIAUX...	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices</b> 2
GÉNIE CIVIL, GÉNIE RURAL...	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**ZIELSETZUNG / OBJECTIFS**

- 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 / CONTENU**

**Mechanik, 2. Teil**

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

**Thermodynamik**

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

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

<b>Titre :</b> <b>PHYSIQUE I</b>					
<b>Enseignant:</b> <b>Marco GRIONI, Chargé de cours EPFL/DP</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i>
INFORMATIQUE.....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Connaître les phénomènes physiques fondamentaux. Comprendre et savoir utiliser les lois, formulées en termes mathématiques, qui permettent de décrire et de prédire ces phénomènes. Applications aux phénomènes naturels et aux domaines techniques.

**CONTENU**

**MÉCANIQUE**

**Introduction**

Ordres de grandeur. Analyse dimensionnelle. Vecteurs.

**Statique**

Forces et moments. Systèmes de forces. Conditions d'équilibre.

**Cinématique**

Trajectoire. Vitesse. Accélération.

**Changement de Référentiels**

Observateurs d'inertie et accélérés.

**Dynamique**

Quantité de mouvement. Moment cinétique. Lois de conservation.

Lois de Newton. Exemples.

Observateurs non d'inertie d'équilibre

**Travail et énergie**

Energie cinétique. Forces conservatives. Energie potentielle. Le gradient.

Conservation de l'énergie mécanique. Courbes d'énergie potentielle.

Oscillations autour d'une position d'équilibre.

Forces centrales. Gravitation. Le concept de champ.

<p><b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra, avec expériences en classe</p> <p><b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Marcelo Alonso, Edward J. Finn, Physique Générale, InterEditions, Paris 1986 Alvin Hudson and Rex Nelson, University Physics - Saunders College Publishing</p> <p><b>LIEN AVEC D'AUTRES COURS:</b> Pré-requis:           Progressivement Analyse I Préparation pour:   Physique II, III, IV</p>	<p><b>FORME DU CONTROLE:</b></p> <p>Test payant facultatif</p> <p>Branche d'examen écrit</p>
---	--

<b>Titre :</b> <b>PHYSIQUE II</b>					
<b>Enseignant:</b> <b>Marco GRIONI, Chargé de cours EPFL/DP</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 84</b>
INFORMATIQUE.....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours           4</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices       2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Connaître les phénomènes physiques fondamentaux. Comprendre et savoir utiliser les lois, formulées en termes mathématiques, qui permettent de décrire et de prédire ces phénomènes. Applications aux phénomènes naturels et aux domaines techniques.

**CONTENU**

Suite du cours de Physique I

**MÉCANIQUE (suite)**

**Dynamique des Systèmes**

Lois de conservation. Dynamique « globale » et « interne ».  
 Fluides idéaux. Théorème de Bernoulli.  
 Dynamique d'un solide.

**Relativité restreinte**

Principe de relativité. Transformation de Lorentz.

**Thermodynamique**

Variables microscopiques et macroscopiques.  
 Approche statistique : température et entropie. Conditions d'équilibre.  
 Fonctions d'état. Equation d'état. Le gaz parfait.  
 Le gaz de van der Waals.  
 Transformations.  
 Premier principe. Travail et chaleur. Chaleur spécifique.  
 Deuxième principe. Cycles. Rendement d'une machine thermique.  
 Entropie et irréversibilité.

<p><b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra, avec expériences en classe</p> <p><b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Marcelo Alonso, Edward J. Finn, Physique Générale, InterEditions, Paris 1986                  Alvin Hudson and Rex Nelson, University Physics - Saunders College Publishing</p> <p><b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>  <i>Préalable requis:</i> Analyse I et progressivement Analyse II, Physique I  <i>Préparation pour:</i> Physique III, IV</p>	<p><b>FORME DU CONTROLE:</b></p> <p>Test payant facultatif</p> <p>Branche d'examen écrit</p>
---	--

<b>Titre :</b> <b>PHYSIQUE III (COURS EN ALLEMAND)</b>					
<b>Enseignant:</b> <b>Wolfgang HARBICH, Chargé de cours EPFL/DP</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> <b>84</b>
TOUTES LES SECTIONS	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> <b>4</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> <b>2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Erkennen und Verstehen physikalischer Phänomene und der sie bestimmenden Gesetzmässigkeiten

**CONTENU**

**Mechanik deformierbarer Körper**

- Prinzip des Archimedes
- Bernoulli-Gleichung
- Viskose Strömung

**Schwingungen und Wellen**

- Schwingungen
- Mechanische Wellen
- Akustik

**Elektrizität und Magnetismus**

- Das elektrische Feld
- Elektrisches Potential
- Elektrischer Strom
- Das magnetische Feld
- Induktion
- Wechselstromkreise
- Elektromagnetische Wellen (Maxwellsche Gleichungen)

<p><b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Vorlesung mit Experimenten und Uebungen</p> <p><b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Demtröder, Experimentalphysik, Alonso Finn</p> <p><b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b></p> <p><i>Préalable requis:</i>       Physique I,II sowie Mathematik 1. und 2. Semester</p> <p><i>Préparation pour:</i>       Vorlesungen im 2 Zyklus</p>	<p><b>FORME DU CONTROLE:</b></p>          <p>Klausur und Uebungen</p>
---	---

<b>Titre :</b> <b>PHYSIQUE III (COURS EN ALLEMAND)</b>					
<b>Enseignant:</b> <b>Wolfgang HARBICH, Chargé de cours EPFL/DP</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> <b>84</b>
TOUTES LES SECTIONS	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> <b>4</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> <b>2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Erkennen und Verstehen physikalischer Phänomene und der sie bestimmenden Gesetzmässigkeiten.

**CONTENU**

**Optik**

- Licht
- Geometrische Optik
- Interferenz und Beugung
- Elemente der modernen Optik

**Moderne Physik**

- Grenzen der klassischen Physik
- Schwarzkörperstrahlung
- Photoelektrischer Effekt
- Tunneleffekt
- Heisenbergsche Unschärferelation
- Atome
- Moleküle
- Festkörper

<p><b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Vorlesung mit Experimenten und Uebungen</p> <p><b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Demtröder, Experimentalphysik, Alonso Finn</p> <p><b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b></p> <p><i>Préalable requis:</i>       Physique I,II,III sowie Mathematik 1. bis 3. Semester</p> <p><i>Préparation pour:</i>       Vorlesungen im 2 Zyklus</p>	<p><b>FORME DU CONTROLE:</b></p>          <p>Klausur und uebungen</p>
---	---



<b>Titre :           PHYSIQUE I</b>					
<b>Enseignant:   Eli KAPON, Professeur EPFL/DP</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 70</i>
MATHÉMATIQUES.....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
MATÉRIAUX.....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours           3</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices      2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Formuler les principes de la mécanique et connaître les phénomènes physiques gouvernant les fonctionnements des systèmes mécaniques. Montrer les expériences par lesquelles les phénomènes physiques pertinents sont mis en évidence et illustrer les applications de la théorie de la mécanique.

**CONTENU**

**MÉCANIQUE :**

- Calcul vertical
- Cinématique du point
- Mouvements relatifs non-relativistes
- Travail et énergie
- Gravitation
- Systèmes de particules
- Dynamique du solide

<p><b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra avec démonstration, exercices en salle</p> <p><b>BIBLIOGRAPHIE:</b>    Polycopiés</p> <p><b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b></p> <p><i>Préalable requis:</i></p> <p><i>Préparation pour:</i>        Physique II</p>	<p><b>FORME DU CONTROLE:</b></p> <p>Exercices en classe</p> <p>Tests écrits</p> <p>Examen écrit au propédeutique I</p>
--	--

<b>Titre :           PHYSIQUE II</b>					
<b>Enseignant:   Eli KAPON, Professeur EPFL/DP</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 84</i>
MATHÉMATIQUES.....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
MATÉRIAUX.....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours           4</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices       2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Formuler les principes de la mécanique et de la thermodynamique et connaître les phénomènes physiques gouvernant les fonctionnements des systèmes mécaniques et thermodynamiques. Montrer les expériences par lesquelles les phénomènes physiques pertinents sont mis en évidence et illustrer les applications de la théorie de la mécanique et de la thermodynamique

**CONTENU**

**Mécanique (cont.) :**

- Mouvements oscillatoires
- Mécanique des systèmes ouverts
- Introduction à la relativité restreinte
- Introduction à la mécanique analytique

**Thermodynamique :**

- Théorie cinétique des gaz
- Loi de Boltzmann
- Phénomènes de transport
- Premier principe : travail et chaleur
- Deuxième principe : entropie
- Gaz réels et transitions de phase
- Machines thermiques

<p><b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra avec démonstration, exercices en salle</p> <p><b>BIBLIOGRAPHIE:</b>        Polycopiés</p> <p><b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b></p> <p><i>Préalable requis:</i>           Physique I, Analyse I</p> <p><i>Préparation pour:</i></p>	<p><b>FORME DU CONTROLE:</b></p> <p>Exercices en classe</p> <p>Tests écrits</p> <p>Examen écrit au propédeutique</p>
---	--

<b>Titre: PHYSIQUE DU SOLIDE (INTRODUCTION)</b>		<b>Titre: SOLID STATE PHYSICS (INTRODUCTION)</b>			
<b>Enseignant: Francis LÉVY, Professeur titulaire EPFL/DP</b>					
<b>Section (s)</b> MATERIAUX.	<b>Semestre</b> 5	<b>Obl.</b> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<b>Option</b> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<b>Facult.</b> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<b>Heures totales: 42</b> <b>Par semaine:</b> <b>Cours 3</b> <b>Exercices</b> <b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

- Phénoménologie des propriétés physiques des corps solides
- Modèles essentiels pour l'interprétation des propriétés fondamentales
- Nature, origine et importance des phénomènes
- Méthodes principales de mesures et d'analyses

**OBJECTIVE**

- Phenomenology of the physical properties of the solid state
- Basic models of the interpretation of the fundamental properties
- Nature, origin and importance of solid state phenomena
- Main techniques of measurements and analysis

**CONTENU**

- L'état solide cristallin
- Dynamique des réseaux et phonons
- Modèle de l'électron libre
- Bandes d'énergie électroniques
- Phénomènes de transport électronique
- Propriétés diélectriques
- Magnétisme

**CONTENTS**

- Crystalline solid state
- Lattice dynamics and phonons
- Free electron model
- Band structure for the electrons
- Electronic transport phenomena
- Dielectric properties
- Magnetic properties

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra et exercices	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b> 3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Traité des matériaux, Vol. 8 et 18	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Printemps
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTRÔLE:</b> Examen oral
<b>Préalable requis:</b> Physique générale, cristallographie, chimie	
<b>Préparation pour:</b>	

<b>Titre: PHYSIQUE ET TECHNOLOGIE DES SEMICONDUCTEURS</b>		<b>Titre: SEMICONDUCTOR PHYSICS AND TECHNOLOGY</b>			
<b>Enseignant: Francis LÉVY, Professeur titulaire EPFL/DP</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Obl.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 28</b>
<b>MATERIAUX</b>	6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices</b>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

### OBJECTIFS

- Propriétés physiques des semiconducteurs
- Principes et fonctionnement des dispositifs à semiconducteurs
- Solutions à des problèmes techniques à l'aide de systèmes à semiconducteurs
- Technologie des matériaux semiconducteurs et de la microélectronique

### OBJECTIVE

- Physical properties of semiconductors
- Principles and behaviour of semiconductors devices
- Technical solutions based on semiconductors system
- Semiconductors technology and microelectronics

### CONTENU

- Semiconducteurs classiques
- Statistique des porteurs de charge
- Semiconducteurs à l'équilibre
- Semiconducteurs hors-équilibre
- Dispositifs et structures de base
- Technologie du silicium
- Technologies des circuits intégrés

### CONTENTS

- Classical semiconductors
- Charge carriers statistics in semiconductors
- Uniform electronic semiconductors in equilibrium
- Excess carriers in semiconductors
- Basic semiconductor devices
- Silicon technology
- Integrated circuits technology

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra et exercices	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b> 2
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Traité d'électricité, Vol. 18	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Eté
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTRÔLE:</b> Examen oral
<i>Préalable requis:</i> Physique du solide	
<i>Préparation pour:</i> Microelectronics and technology	

<b>Titre :           PHYSIQUE I</b>					
<b>Enseignant:   Giorgio MARGARITONDO, Professeur EPFL/DP</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 70</i>
CHIMIE.....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
CHIMIE FACULTÉ.....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours           3</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices       2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

A la fin du cours, l'étudiant/e possédera les notions de base nécessaires à la compréhension de la méthode de la physique et des phénomènes dans toutes les branches de la physique de base. Plus spécifiquement, il/elle sera capable d'appliquer les outils mathématiques appropriés à la prévision et la compréhension des phénomènes. Le cours est axé sur les notions les plus intéressantes pour le domaine de la chimie.

**CONTENU**

**MECANIQUE :**

- 1) Mécanique des particules: cinématique, loi de Newton et dynamique, énergie.
- 2) Mécanique des ensembles de particules: loi de conservation.
- 3) Mécanique des corps solides.
- 4) Questions de référentiel et éléments de relativité.

**PHYSIQUE DES FLUIDES :**

- 1) Hydrostatique.
- 2) Dynamique sans viscosité: théorèmes d'Euler et de Bernouilli.
- 3) Viscosité.

**THERMODYNAMIQUE ÉLÉMENTAIRE (début) :**

- 1) Méthodes statistiques.
- 2) Théorie cinétique du gaz parfait.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Oral avec présentation d'expériences et exercices dirigés en classe	<b>FORME DU CONTROLE:</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Liste d'ouvrages recommandés (Alonso-Finn: PHYSIQUE GENERALE) et notes de cours	Examen écrit au propédeutique I
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	
<i>Préalable requis:</i> Utilisation progressive d'Analyse I	
<i>Préparation pour:</i> Physique générale II	

<b>Titre : PHYSIQUE II</b>					
<b>Enseignant: Giorgio MARGARITONDO, Professeur EPFL/DP</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 70</i>
CHIMIE.....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
CHIMIE FACULTÉ.....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 4</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices 1</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

A la fin du cours, l'étudiant/e possédera les notions de base nécessaires à la compréhension de la méthode de la physique et des phénomènes dans toutes les branches de la physique de base. Plus spécifiquement, il/elle sera capable d'appliquer les outils mathématiques appropriés à la prévision et la compréhension des phénomènes. Le cours est axé sur les notions les plus intéressantes pour le domaine de la chimie.

**CONTENU**

**THERMODYNAMIQUE ÉLÉMENTAIRE (suite)**

- 1) Équation de van der Waals et transition de phase.
- 2) 1er et 2e principes: énergie interne et entropie.
- 3) Transfert de chaleur: conduction, convection, rayonnement.

**ÉLECTROMAGNÉTISME (début)**

- 1) Électrostatique: champ électrique, potentiel, théorème de Gauss, capacité.
- 2) Courant stationnaire: résistivité, loi d'Ohm.
- 3) Magnétostatique: champ B, lois générales.
- 4) Induction, circuits électriques
- 5) Equation de Maxwell
- 6) Eléments de théorie des ondes

<p><b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Oral avec présentation d'expériences et exercices dirigés en classe</p> <p><b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Polycopiés</p> <p><b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b></p> <p><i>Préalable requis:</i> Physique générale I, Analyse I. Utilisation progressive d'Analyse II</p> <p><i>Préparation pour:</i></p>	<p><b>FORME DU CONTROLE:</b></p> <p>Examen écrit au propédeutique I</p>
--	---

<b>Titre :           PHYSIQUE III</b>					
<b>Enseignant:   Giorgio MARGARITONDO, Professeur EPFL/DP</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 42</i>
CHIMIE.....	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
CHIMIE FACULTÉ.....	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

A la fin du cours, l'étudiant/e possédera les notions de base nécessaires à la compréhension de la méthode de la physique et des phénomènes dans toutes les branches de la physique de base. Plus spécifiquement, il/elle sera capable d'appliquer les outils mathématiques appropriés à la prévision et la compréhension des phénomènes. Le cours est axé sur les notions les plus intéressantes pour le domaine de la chimie.

**CONTENU**

**OPTIQUE**

- 1) Phénomènes d'interférence et de diffraction.
- 2) Effet Doppler, vitesse de phase, vitesse de groupe.
- 3) Principe de Fermat.
- 4) Phénomènes de polarisation.
- 5) Eléments d'optique géométrique.

**INTRODUCTION ÉLÉMENTAIRE À LA PHYSIQUE MODERNE**

- 1) Effet photoélectrique: le photon.
- 2) Les électrons comme des ondes, atome de Bohr.
- 3) Principes de Heisenberg et de correspondance.
- 4) Discussion élémentaire de l'équation d'onde.
- 5) Principe de Pauli, table périodique.
- 6) Applications aux liaisons chimiques.
- 7) Eléments de physique des particules.

<p><b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Oral avec présentation d'expériences et exercices dirigés en classe</p> <p><b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Polycopiés</p> <p><b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b></p> <p><i>Préalable requis:</i> Physique générale I et II, Analyse I. Utilisation progressive d'Analyse II</p> <p><i>Préparation pour:</i></p>	<p><b>FORME DU CONTROLE:</b></p> <p>Examen écrit Propédeutique II</p>
--	---

<b>Titre :           PHYSIQUE III</b>					
<b>Enseignant:   Jean-Jacques MEISTER, Professeur EPFL/DP</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 84</i>
GÉNIE CIVIL	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
GÉNIE RURAL	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours           4</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices      2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Comprendre les phénomènes physiques fondamentaux et les modèles qui les décrivent.  
 Appliquer les lois de la physique à la résolution de problèmes techniques.

**CONTENU**

**Physique des milieux continus**

Cinématique et dynamique des fluides parfaits  
 Dynamique des fluides visqueux incompressibles  
 Introduction aux solides déformables

**Electromagnétisme**

Electrostatique, champ et potentiel électriques; courants électriques stationnaires; magnétostatique; champs électrique et magnétique dans la matière, polarisation et aimantation; champ électromagnétique dépendant du temps, induction et loi de Faraday; circuits électriques en régime non-stationnaire; équations de Maxwell

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra et exercices en classe	<b>FORME DU CONTROLE:</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Liste d'ouvrages recommandés, résumés polycopiés et corrigés d'exercices	Examen écrit, combiné avec physique IV
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	
<i>Préalable requis:</i> Physique I et II	
<i>Préparation pour:</i> Physique IV	



<b>Titre :           PHYSIQUE IV</b>					
<b>Enseignant:   Jean-Jacques MEISTER, Professeur EPFL/DP</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i>
GÉNIE CIVIL	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
GÉNIE RURAL	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours           2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices       2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Comprendre les phénomènes physiques fondamentaux et les modèles qui les décrivent.

Appliquer les lois de la physique à la résolution de problèmes techniques.

**CONTENU**

**Phénomènes de propagation ondulatoire**

Ondes dans un milieu matériel et ondes électromagnétiques: propagation, effet Doppler, phénomènes d'interférences, interactions ondes-milieu de propagation

**Optique géométrique**

Lentilles; instruments d'optique; aberrations; holographie; lasers

**Introduction à la mécanique quantique**

Limites de la physique classique  
Equation de Schrödinger

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra et exercices en classe	<b>FORME DU CONTROLE:</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Liste d'ouvrages recommandés, résumés polycopiés et corrigés d'exercices	Examen écrit, combiné avec physique III
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	
<i>Préalable requis:</i> Physique I, II et III	
<i>Préparation pour:</i>	

<b>Titre :           PHYSIQUE III</b>					
<b>Enseignant:   René MONOT, Professeur titulaire EPFL/DP</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i>
MATHEMATIQUES	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
MATERIAUX	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours           2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices      2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Connaître les phénomènes physiques fondamentaux d'un point de vue macroscopique. Comprendre et savoir utiliser les « lois », formulées en termes mathématiques, qui permettent de décrire et de prédire ces phénomènes. Applications aux phénomènes naturels et aux domaines techniques.

**CONTENU**

- Introduction à la physique des fluides : statique, cinématique, dynamique ; équations d'Euler, de Bernouilli, de Navier-Stokes.
- Phénomènes ondulatoires : l'équation de d'Alembert et quelques solutions. Ondes stationnaires, interférences, diffraction, effet Doppler. Ondes sonores, ondes de surface, ondes élastiques.
- Electromagnétisme : électrostatique et magnétostatique. Induction, force électromotrice, loi de Faraday. Equations de Maxwell, énergie électromagnétique, ondes électromagnétiques, rayonnement d'une charge accélérée et d'un dipôle.

<p><b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Oral avec présentation d'expériences et exercices dirigés en classe.</p> <p><b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Notes polycopiées</p> <p><b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b></p> <p><i>Préalable requis:</i> Cours de mathématiques et de physique de 1<sup>ère</sup> année</p> <p><i>Préparation pour:</i> 2<sup>ème</sup> cycle</p>	<p><b>FORME DU CONTROLE:</b></p>
--	----------------------------------

<b>Titre :           PHYSIQUE IV</b>					
<b>Enseignant:   René MONOT, Professeur titulaire EPFL/DP</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 84</i>
MATHEMATIQUES	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
MATERIAUX	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours           4</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices       2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Introduire à une description quantique des systèmes de la physique microscopique utiles en sciences des matériaux : atome, molécule, solide. Structures électroniques et spectroscopies. Donner les bases de l'outil mathématique permettant de décrire l'état d'un système par l'algèbre en espace de Hilbert.

**CONTENU**

- Les limites de la physique classique.
- Formalisme de la physique quantique : état d'un système, mesure d'une observable, fonction d'onde, équation de Schrödinger. Relations de Heisenberg.
- Puits et barrières de potentiel : états liés, effet tunnel, structure de bandes des électrons dans un cristal.
- Vibrations atomiques, rotations.
- Atomes d'hydrogène, atome à plusieurs électrons, le tableau périodique des éléments.
- Liaisons moléculaires

<p><b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Oral avec présentation d'expériences et exercices dirigés en classe</p> <p><b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Notes polycopiées</p> <p><b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b></p> <p><i>Préalable requis:</i> Cours de mathématiques et de physique de 1<sup>ère</sup> année</p> <p><i>Préparation pour:</i> 2<sup>ème</sup> cycle</p>	<p><b>FORME DU CONTROLE:</b></p>
---	----------------------------------

<b>Titre :</b> <b>PHYSIQUE IV</b>					
<b>Enseignant:</b> <b>Alfredo PASQUARELLO, Professeur assistant EPFL/DP</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i>
SYSTEMES DE COMMUN.	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
RACCORD. HES.....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours           2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices      2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Connaissances et compréhension des phénomènes physiques et des lois qui les gouvernent. Savoir utiliser l'outil mathématique pour établir un lien entre le phénomène et sa formulation. Mettre en évidence les applications en science et technique.

**CONTENU**

**Optique Physique**

- Les phénomènes d'interférence en optique
- Diffraction par une fente, un réseau, pouvoir de résolution, holographie
- La lumière polarisée et la biréfringence

**Introduction à la physique quantique**

- Limites de la physique classique : corps noir, effet photo-électrique, la nature quantique des radiations
- Equations de Schrödinger : fonction d'onde, états propres, puits et barrière de potentiel, effet tunnel

**Eléments de physique moderne**

- Structure atomique
- Structure électronique des solides

<p><b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra avec présentation d'expériences et exercices en classe</p> <p><b>BIBLIOGRAPHIE:</b>    Notes de cours University Physics, A. Hudson et R. Nelson, Saunders College publish (1990)</p> <p><b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b></p> <p><i>Préalable requis:</i>       Cours de math. et phys. de 1ère année et 3ème semestre</p> <p><i>Préparation pour:</i></p>	<p><b>FORME DU CONTROLE:</b></p> <p>Contrôle continu Examen écrit Propédeutique II</p>
--	--

<b>Titre :</b> TRAVAUX PRATIQUES DE PHYSIQUE GÉNÉRALE					
<b>Enseignant :</b> Robert SCHALLER, Chargé de cours EPFL/DP					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 28
MATHÉMATIQUES.....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i> 2

**OBJECTIFS**

L'étudiant sera capable de mesurer les paramètres caractéristiques d'un système physique simple, vérifier les lois de comportement de ce système et discuter l'exploitation des résultats dans les développements modernes du monde technique et socio-économique.

**CONTENU**

Introduction aux techniques de mesures du monde physique avec mise en pratique de ces techniques lors de travaux de groupe en laboratoire.

*Chapitres :*

- 1) systèmes d'unités, ordre de grandeur, calcul des incertitudes de mesures
- 2) optique géométrique, instruments d'optique, interférométrie
- 3) systèmes oscillants, résonances, facteur de qualité, amortissement
- 4) machines thermodynamiques, cycle de Stirling, pompe à chaleur
- 5) propagation d'ondes, vitesse du son, ultrasons, spectroscopie optique
- 6) convertisseurs d'énergie, moteurs électriques, énergie solaire

<p><b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> En laboratoire à raison de 4 h toutes les deux semaines</p> <p><b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Notes polycopiées</p> <p><b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b></p> <p><i>Préalable requis:</i> Cours de Mathématiques, Mécanique générale et Physique générale</p> <p><i>Préparation pour:</i> Projets en mathématiques appliquées</p>	<p><b>FORME DU CONTROLE:</b></p> <p>Contrôle continu + examen en fin de semestre</p>
--	--

<b>Titre :</b> TRAVAUX PRATIQUES					
<b>Enseignant:</b> Robert SCHALLER, Chargé de cours EPFL/DP					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 28</i>
MATÉRIAUX.....	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique 2</i>

**OBJECTIFS**

L'étudiant sera capable de mesurer les paramètres caractéristiques d'un système physique simple, de vérifier les lois de comportement de ce système et d'exploiter les résultats pour développer des petits projets de caractères industriels ou socio-économiques. Il devra faire preuve d'esprit d'initiative et de créativité.

**CONTENU**

Expériences de laboratoire en rapport avec le contenu des cours de mécanique générale et de physique générale, ainsi qu'avec certains enseignements de base dispensés par les départements concernés.

*Exemples :*

- a) élasticité, anélasticité, viscosité, tension superficielle
- b) cycle thermodynamique de Stirling, pompe à chaleur, pouvoir calorifique des combustibles, transmission de chaleur, mesures de la température
- c) oscillations libres et forcées, résonances, cordes vibrantes, vitesse du son, ultrasons, spectroscopie optique
- d) optique géométrique, instruments d'optique, interférométrie
- e) moteurs électriques
- f) énergie solaire, énergie nucléaire, rayons X, technique du vide

<p><b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> En laboratoire à raison de 4 h par semaine</p> <p><b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Notes polycopiées</p> <p><b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b> Cours de Mathématiques, Mécanique générale et Physique générale</p> <p><i>Préalable requis:</i></p> <p><i>Préparation pour:</i> Travail de laboratoire</p>	<p><b>FORME DU CONTROLE:</b></p> <p>Contrôle continu</p>
--	--

<b>Titre :           PHYSIQUE I</b>					
<b>Enseignant:   Minh Quang TRAN, Professeur EPFL/CRPP                   Laurent VILLARD, MER EPFL/CRPP</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i>
SYSTÈMES DE COMMUN.	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours           2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices       2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Connaître les phénomènes physiques fondamentaux. Connaître, comprendre et savoir utiliser les « lois », formulées en termes mathématiques, qui permettent de décrire et de prédire ces phénomènes. Applications aux phénomènes naturels et aux domaines techniques.

**CONTENU**

**I   MÉCANIQUE**

- 1    Introduction
- 2    Cinématique du Point Matériel. Trajectoire, vitesse, accélération
- 3    Dynamique du Point Matériel. Quantité de mouvement. Moment cinétique. Forces. Moments de forces. Lois de Newton. Gravitation. Forces centrales. Mouvement vibratoire. Forces de frottement
- 4    Travail, Puissance et Energie. Energie cinétique, énergie potentielle, énergie mécanique. Lois de conservation.

(suite : cf. Physique II)

<p><b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra, avec expériences en classe, exercices en classe</p> <p><b>BIBLIOGRAPHIE:</b>    Marcelo Alonso, Edward J. Finn, Physique Générale &gt;(Vol. 1), InterEditions, Paris 1986                           C. Gruber, Mécanique Générale, PPUR)</p> <p><b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b></p> <p><i>Préalable requis:</i>        Progressivement Analyse I</p> <p><i>Préparation pour:</i>       Physique II, III, IV</p>	<p><b>FORME DU CONTROLE:</b></p> <p>Contrôle continu facultatif</p>
---	---

<b>Titre :           PHYSIQUE II</b>					
<b>Enseignant:   Minh Quang TRAN, Professeur EPFL/CRPP                   Laurent VILLARD, MER EPFL/CRPP</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 84</i>
SYTÈMES DE COMMUN. ...	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours           4</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices       2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Connaître les phénomènes physiques fondamentaux. Connaître, comprendre et savoir utiliser les "lois", formulées en termes mathématiques, qui permettent de décrire et de prédire ces phénomènes. Applications aux phénomènes naturels et aux domaines techniques.

**CONTENU**

Suite du cours de Physique I

**I   MECANIQUE (suite)**

- 5    Dynamique des Systèmes. Centre de masse. Moment cinétique. Energie. Solide indéformable.
- 6    Changements de Référentiels.
- 7    Relativité restreinte. Transformation de Lorentz. Quantité de mouvement et énergie relativistes.

**II  THERMODYNAMIQUE**

- 1    Equilibre thermodynamique. Pression, température et énergie interne. Equation d'état.
- 2    Echanges d'énergie. Travail et chaleur. Premier principe thermodynamique.
- 3    Entropie. Deuxième principe thermodynamique. Cycles. Rendement.

<p><b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra, avec expériences en classe, exercices en classe</p> <p><b>BIBLIOGRAPHIE:</b>    Marcelo Alonso, Edward J. Finn, Physique Générale (Vol. 1), InterEditions, Paris 1986                           C. Gruber, Mécanique Générale, PPUR</p> <p><b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b></p> <p><i>Préalable requis:</i>       Analyse I et progressivement Analyse II</p> <p><i>Préparation pour:</i>       Physique III, IV</p>	<p><b>FORME DU CONTROLE:</b></p> <p>Contrôle continu facultatif</p>
---	---



<b>Titre :           PHYSIQUE III</b>					
<b>Enseignant:   Libero ZUPPIROLI, Professeur EPFL/DP</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 84</i>
MICROTECHNIQUE	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours           4</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices       2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<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

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> oral avec exercices	<b>FORME DU CONTROLE:</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> University Physics de Hudson et Nelson	écrit
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	
<i>Préalable requis:</i> Physique II	
<i>Préparation pour:</i> Physique IV, Optique	

<b>Titre :           PHYSIQUE IV</b>					
<b>Enseignant:   Libero ZUPPIROLI, Professeur EPFL/DP Fabienne MARQUIS WEIBLE, MER EPFL/MT</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i>
MICROTECHNIQUE	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours           2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices       2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<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

<p><b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Cours ex cathedra + exercices</p> <p><b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Saleh/Teich, Feynman</p> <p><b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b></p> <p><i>Préalable requis:</i></p> <p><i>Préparation pour:</i>           Optique</p>	<p><b>FORME DU CONTROLE:</b></p> <p>écrit</p>
---	---