

ECOLE POLYTECHNIQUE FEDERALE DE LAUSANNE

LIVRET DES COURS

DU DEPARTEMENT DE GENIE CIVIL

SEMESTRE D'HIVER 1974 - 1975

## PREAMBULE

Ce livret s'adresse

- aux étudiants du département
- aux personnes extérieures à l'Ecole, désirant savoir quel est le contenu de chaque cours et quel est le programme de la formation des ingénieurs civils à l'EPFL.

Le livret est mis au point au début du semestre. Pour avoir des renseignements concernant l'année académique entière, il faut consulter également le livret du semestre d'été.

Ce document comprend les principales têtes de chapitres de chaque cours.

Les connaissances préalables nécessaires pour chaque cours sont celles des cours antérieurs des cycles normaux d'étude. Toutefois, dans certains cas, des connaissances spéciales sont mentionnées; ce sont celles qui, bien que très importantes, ne sont souvent pas ou mal assimilées par les étudiants.

LISTE DES COURS

<u>No</u>	<u>Cours</u>	<u>Professeur</u>	<u>Semestre</u>
1	Analyse I	Coray	1
2	Analyse III	Rapin	3
3	Algèbre linéaire	Nüesch	1
4	Géométrie descriptive	Nüesch/Wohlhauser	1
5	Probabilité et statistique	Nüesch	3
9	Simulation	Bobillier	5 et 7) à
10	Equations aux dérivées partielles	Blanc	5 et 7) } op- tion
11	Mécanique et physique I	Fivaz	1
12	Mécanique et physique III	Vacat	3
13	Mécanique et physique T.P.	Mooser	3
14	Physique spéciale	Vittoz/Buttet	7
15	Statique et résistance des matériaux	M. Derron	1 et 3
16	Statique	Pflug	5
16bis	Photoélasticité et analyse expérimentale des contrain- tes par voie optique	Pflug	7
17	Technologie des bétons et mortiers	Delisle	3, 5 et 7
18	Connaissance des métaux	Paschoud/Steinhauer	3 et 5
19	Chimie technique	Ponter	1
20	Géologie et pétrographie	H. Badoux	3
21	Géologie technique	Norbert	7
23	Mécanique des sols	Recordon	3
24	Fondations	Sinniger	5
25	Mécanique des roches	Descoeudres	7
26	Calcul hydraulique	Graf	3
27	Aménagements de chutes d'eau et Irrigations	Stucky	5 et 7

LISTE DES COURS (suite)

<u>No</u>	<u>Cours</u>	<u>Professeur</u>	<u>Semestre</u>
28	Aménagements de production d'énergie	Gardel	7
29	Travaux hydrauliques	Gardel/Lafitte	7
31	Béton armé et béton préc.	R.Favre/Cuendoz/Koprna	5 et 7
32	Construction métallique	J.C. Badoux/J.P. Favre	5 et 7
33	Construction en bois	Cosandey/Marmier	5
34	Projets à option	J.C. Badoux/Cosandey/ R. Favre	7
35	Tracé et infrastructure	Peitrequin	3
36	Superstructures	Peitrequin	5
37	Tunnels et galeries	Peitrequin	7
38	Transports et planification	Genton	7
41	Introd. au génie civil et langage graph.	Peitrequin/Kuffer	1
44	Topographie	Howald	5
45	Machines et install.électr.	Bühler	5
46	Génie de l'environnement	Maystre	5 et 7
48	Droit	G. Derron	3
49	Sciences humaines	Divers	1-3-5-7

Cours No 1

ANALYSE I

Professeur: G. Coray

1er semestre (Cours: 60 h - Exercices: 45 h)

Calcul différentiel et intégral des fonctions d'une variable réelle. Notions d'équations différentielles.

Les heures d'exercices sont consacrées à l'application du cours.

2ème semestre (Cours: 40 h - Exercices: 30 h)

Calcul différentiel et intégral des fonctions de plusieurs variables réelles.

Séries.

Equations différentielles.

Nombres complexes.

Les heures d'exercices sont consacrées à l'application du cours.

Professeur: C. Rapin

Connaissances préalables : ---

3ème semestre (Cours: 30 h - Exercices: 30 h)

1. Analyse vectorielle

Rappels d'algèbre vectorielle. Fonctions vectorielles. Arcs de courbes. Intégrales curvilignes. Longueurs. Abscisse curviligne. Morceaux de surfaces. Intégrales de surfaces. Aires. Intégrales de volume. Volumes. Champs scalaires. Champs vectoriels. Opérateurs différentiels : gradient, divergence, rotationnel, laplaciens. Transformation d'intégrales. Changement de coordonnées.

4ème semestre (Cours: 20 h - Exercices: 10 h)

2. Approximation au sens des moindres carrés

Résolution de systèmes surdéterminés par moindres carrés. Espaces fonctionnels. Produit scalaire et normes de fonctions. Fonctions orthogonales. Polynômes orthogonaux. Polynômes trigonométriques. Approximation d'une fonction au sens des moindres carrés. Séries de Fourier.

3. Analyse complexe

Rappels d'algèbre complexe. Fonctions complexes. Dérivées. Fonctions holomorphes. Fonctions analytiques. Séries entières. Exponentielle et logarithme complexes. Intégration de fonctions complexes. Résidus.

Professeur: P. Nüesch

Connaissances préalables spéciales : ---

1er semestre (Cours: 30 h - Exercices: 30 h)

Géométrie vectorielle : opérations vectorielles, combinaison linéaire, bases, droite, plan, produit scalaire, produit vectoriel, produit mixte, forces et moments.

Matrices : opérations, déterminants, matrices spéciales, applications linéaires, valeurs et vecteurs propres, analyse spectrale, réduction aux axes principaux, formes quadratiques, courbes et surfaces du second degré.

2ème semestre (Cours 20 h - Exercices: 20 h)

Equations linéaires : systèmes d'équations linéaires, élimination de Gauss, le rang d'une matrice, systèmes non-homogènes, systèmes homogènes, rang et indépendance linéaire, interprétation géométrique ( $n=2$  et  $n=3$ ).

Géométrie différentielle : fonctions à valeurs vectorielles, courbes planes et gauches (courbure, torsion, trièdre de Frenet), surfaces dans l'espace, courbes sur une surface, première forme fondamentale (longueur d'arc, angle entre deux courbes, aire), deuxième forme fondamentale (paraboloïde osculateur, classification des points), courbure normale, courbure géodésique.

Chargé de cours: A. Wohlhauser

Connaissances préalables : ---

1er semestre (Cours: 30 h - Exercices: 30 h)

Méthode de Monge

- généralités
- points, droites, plans
- méthodes de transformation des projections : changements de plans de projection, rotation, rabattement
- polyèdres
- lignes courbes
- surfaces courbes
- plans tangents aux surfaces courbes
- intersection des surfaces courbes
- développements.

2ème semestre (Cours 20 h - Exercices: 10 h)

Projection cotée

Axonométrie

- généralités
- axonométrie générale
- axonométrie orthogonale
- axonométrie cavalière.

Ombres

- généralités
- ombres en projection de Monge
- ombres en axonométrie.



Professeur: P. Nüesch

Connaissances préalables spéciales : ---

3ème semestre (Cours: 15 h - Exercices: 15 h)

Echantillons : non-ordonnés, ordonnés (avec et sans répétitions).

Probabilités : événements, probabilité et modèle probabiliste, équiprobabilités, probabilités conditionnelles.

Variables aléatoires : définitions, moyenne, variance, covariance et corrélation.

Lois discrètes : rectangulaire, de Bernoulli, binomiale, hypergéométrique, de Pascal, de Poisson.

Lois continues : normale, d'Erlang, théorème central limite, approximation de la loi binomiale par la loi normale, table de la fonction de répartition de la loi normale.

Cours No 9

SIMULATION

Professeur: P.A. Bobillier

Cours à option avec "Equations aux dérivées partielles";  
se donne tous les 2 ans (20 h au 5ème ou au 7ème semestre  
et 20 h au 6ème ou au 8ème semestre).

Concepts fondamentaux, simulation continue, discrète.  
La méthode de Monte-Carlo. Quelques langages de simulation:  
MIMIC, CSMP (simulation continue), SIMSCRIPT, GPSS, SIMULA,  
SIMPL/I (simulation discrète).

Exemples concrets tirés de divers domaines traités sur  
ordinateur.

Professeur: C. Blanc

Connaissances préalables spéciales : Analyse I - IV.

Cours à option avec "Simulation"; se donne tous les 2 ans (20 h au 5ème ou au 7ème semestre et 20 h au 6ème ou au 8ème semestre).

Rappels sur les problèmes avec conditions initiales ou avec conditions aux limites pour des équations différentielles ordinaires; valeurs propres.

Problème de Cauchy pour l'équation d'onde.

Problèmes de type elliptique: membrane, plaque; valeurs propres. Formulations faibles ou semi-faibles, méthodes variationnelles; leurs applications à la détermination effective des solutions (méthode des éléments finis). Exemples concrets.

Professeur: R. Fivaz

Connaissances préalables: Maturité fédérale ou équivalent

1er semestre (Cours 45 h - Exercices: 15 h)

Introduction - Vecteurs: produits scalaires et vectoriels. - Forces: moments, composition de forces, statique. - Cinématique de la particule, mouvements relatifs, cinématique terrestre. - Dynamique de la particule: Lois de Newton, référentiels, forces fictives, forces d'interaction, forces de frottement, forces centrales, systèmes à masse variable, moment cinétique. - Travail et énergie: puissance, énergie cinétique et potentielle, conservation de l'énergie d'une particule, forces non conservatives. - Théorème du viriel. - Dynamique des systèmes de particules: mouvement du centre de gravité, moment cinétique, énergie cinétique, conservation de l'énergie, chocs. - Ensemble de particules: température, chaleur, théorème du viriel, équation d'état d'un gaz. - Interaction de gravitation: orbites planétaires, théorème du viriel, condensation des galaxies.

2ème semestre (Cours 30 h - Exercices: 10 h)

Champs de gravitation: théorème de Gauss. - Relativité restreinte: transformation de Lorentz, équivalence masse-énergie. - Dynamique du solide: moment cinétique, moments d'inertie, énergie cinétique, pendule physique, réactions aux axes, toupies et gyroscopes. - Mouvements vibratoires libres, amortis, forcés et couplés. - Mécanique lagrangienne.

Contrôle des études au niveau du diplôme

1er propédeutique.

Professeur: J. Buttet

3ème semestre (Cours: 45 h - Exercices: 15 h)

Chaleur : Introduction - Théorie cinétique des gaz, définition microscopique des grandeurs thermodynamiques, température - Mesure de la température, gaz réels, changements de phase - Le premier principe de la thermodynamique, chaleur spécifique - Le second principe, cycle de Carnot, entropie, réversibilité, machines thermiques. Solides et liquides : Etat liquide, tension superficielle, capillarité - Etat solide, structure, élasticité, plasticité. Electrodynamique : Electrostatique, lois générales, conducteurs, capacités, champ électrique dans la matière - Le courant continu, puissance, circuits simples, ponts de mesure - Magnétostatique, le champ d'induction magnétique, lois générales, appareils à courant continu, champ magnétique dans la matière, ferromagnétisme - L'induction, lois de l'induction, selfs induites et mutuelles, le transformateur - Circuits électriques et électroniques, régime sinusoidal, tubes à vide, transistors, oscillateurs, amplificateurs.

4ème semestre (Cours: 40 h - Exercices: 20 h)

Les ondes : Equation d'onde, ondes dans la matière, atténuation, composition d'ondes, ondes de choc - Acoustique, analyse de Fourier, intensité, sensibilité de l'oreille - Ondes électromagnétiques, équations de Maxwell, lignes de transmission, ondes E.M. dans le vide - Optique géométrique, optique ondulatoire, diffraction, polarisation des ondes E.M., réflexion, réfraction - Dualité onde corpuscule, nature corpusculaire, effet Compton, etc., nature ondulatoire, diffraction d'électrons, etc., principe d'incertitude, rayonnement du corps noir. Phénomènes de transport : Diffusion moléculaire, libre parcours moyen - Transport de chaleur, convection, rayonnement, conduction, équation de la chaleur, résolution dans cas simples - Conductibilité électrique, gaz, liquides, solides, supraconducteurs. Mécanique des fluides : Statique des fluides, Archimède, forces de poussée - Dynamique des fluides, fluides parfaits en régime stationnaire, viscosité, Poiseuille, Stokes - Ecoulement turbulent - Effet Magnus. Physique atomique et moléculaire : Physique atomique, l'atome, spectres, R.X., lasers - Physique nucléaire, structure du noyau, radioactivité, absorption du rayonnement, fission, fusion.

Contrôle des études au niveau du diplôme

2ème propédeutique.

Professeur: E. Mooser  
1er assistant: P. Kocian

But

Acquérir les connaissances concernant les méthodes d'observation et de mesure, la manipulation d'appareils et d'instruments; apprendre à analyser et critiquer les méthodes et l'appareillage utilisés.

2ème semestre (T.P. - 2 h)

Estimation et calcul des erreurs. Mouvement rectiligne non uniforme; les phénomènes ondulatoires (réflexion, réfraction, dispersion, interférence, diffraction); mesure de la vitesse du son dans les gaz; étude des ondes stationnaires transversales sur la corde; détermination de la tension superficielle de liquide; étude des propriétés élastiques des solides; thermodynamique; étude des processus isothermiques; P-V diagramme et la chaleur latente de vaporisation; les lois fondamentales de l'optique géométrique; spectroscopie - spectromètre à prisme, spectromètre à réseau.

3ème semestre (T.P. - 2 h)

Mouvement de rotation; étude des oscillations forcées et de la résonance mécanique; étude des propriétés ondulatoires des ondes électromagnétiques centimétriques; mesure de la viscosité des liquides et des gaz; thermodynamique - mesure de chaleur spécifique des gaz; déterminer le point triple de l'azote; mesures électriques fondamentales; constantes caractéristiques du galvanomètre; étude des circuits R-L-C, résonance; décharge électrique dans le gaz; étude des systèmes dioptriques; étude des caractéristiques du téléobjectif et de l'appareil de projection; étude du rayonnement; étude de la radioactivité et de la désintégration nucléaire.

Contrôle des études

Durant les séances, on contrôle la préparation et l'activité des étudiants; élaboration et classification des rapports.

Professeurs: B. Vittoz (1, 4.1, 5.1, 6)  
J. Buttet (4.2, 5.2)  
R. Monot, chargé de cours (2,3)

Connaissances préalables :

Physique générale: mécanique (dynamique de la particule et du solide), thermodynamique, élasticité, électromagnétisme, constitution de la matière.

Résistance des matériaux: déformation, contrainte, loi de Hooke.

7ème semestre (Cours: 30 h - Exercices: 15 h)

1. Grandeurs fondamentales, lois, unités, analyse dimensionnelle.
2. Thermodynamique: rappel des concepts et des principes fondamentaux, systèmes à deux phases (air humide, diagramme de Mollier, point de rosée), transmission de la chaleur (applications, matériaux).
3. Mécanique des fluides: fluide dans des matériaux poreux.
4. Physique du solide :
  - 4.1 définition du champ de déformation et de contrainte, comportements des matériaux (loi de Hooke généralisée, visco-élasticité, fluage, rupture).
  - 4.2 interaction rayonnement-matière (absorption des verres, détermination de l'humidité par ondes ultra-courtes).
5. Ondes acoustiques :
  - 5.1 ondes acoustiques: ondes de volume (longitudinales, transversales), ondes de surface (Rayleigh), application à l'étude des matériaux.
  - 5.2 acoustique: physique et physiologie, sources de bruit, transmission-réflexion-absorption.
6. Vibrations dans les structures: système à 1 degré de liberté, à plusieurs degrés de liberté, amortissement.

Cours No 15     STATIQUE ET RESISTANCE DES MATERIAUX

Professeur: M. Derron

1er semestre (Cours: 45 h - Exercices: 30 h)

Forces et moments: rappel des définitions et principes généraux, composition analytique et graphique des forces, funiculaires. Centre de gravité des surfaces planes. Définition et calcul des efforts intérieurs dans les poutres isostatiques et les arcs à trois articulations, lignes d'influence. Systèmes réticules plans, calcul analytique et graphique des efforts dans les barres, calcul des déformations par la méthode de Williot. Moments d'inertie des surfaces planes.

Les exercices sont consacrés à l'application des méthodes exposées dans le cours.

2ème semestre Cours: 20 h - Exercices: 20 h)

Propriétés mécaniques de la matière, élasticité et plasticité. Contraintes et déformations dans les cas de sollicitations simples ou composées, traction, compression, cisaillement pur, état de contrainte à deux dimensions. Cercle de Mohr. Enveloppes minces cylindriques et sphériques. Torsion des profils circulaires. Flexion.

Les exercices sont consacrés à l'application des méthodes exposées dans le cours.

3ème semestre (Cours: 30 h - Exercices: 30 h)

Etude détaillée de la poutre fléchie. Flexion composée. Flambage. Etats de contrainte à trois dimensions (représentation et propriétés). Théories de la rupture. Systèmes hyperstatiques, méthode des forces et méthode des déformations. Energie de déformation, théorèmes de Castigliano et de Menabrea, travaux virtuels, application au flambage.

Les exercices sont consacrés à l'application des méthodes exposées dans le cours.

6ème semestre Cours: 10 h - Exercices: 20 h)

Etude des surfaces porteuses planes ou cylindriques. Chapitres choisis de statique et de résistance des matériaux: pièces à forte courbure, torsion des profils non circulaires, fonction d'Airy, poutres sur sol élastique, vibrations, etc.

Les exercices sont consacrés à l'application des méthodes exposées au cours.



Cours No 16

STATIQUE

Professeur: L. Pflug

Connaissances préalables spéciales:

Statique et résistance des matériaux jusqu'au 3ème semestre.

4ème semestre (Cours: 30 h - Exercices: 25 h)

Rappel des hypothèses de base. Travaux virtuels. Etat de charge. Etat de déformation. Relation force - déformation pour un élément. Principes généraux de résolution. Choix des inconnues. Systèmes fondamentaux. Stabilité.

Connaissances préalables spéciales:

Statique et résistance des matériaux jusqu'au 4ème semestre.

5ème semestre (Cours: 45 h - Exercices: 30 h)

Résolution par itération. Formulation matricielle. Le calcul par ordinateur. Lignes d'influence. Arcs. Introduction à l'analyse des coques.

Cours No 16 bis      PHOTOELASTICITE ET ANALYSE EXPERIMENTALE

DES CONTRAINTES PAR VOIE OPTIQUE

Professeur: L. Pflug

Connaissances préalables spéciales: néant.

7ème semestre (facultatif) - Photoélasticité (Cours, exercices  
et TP : 15 h)

Rappel des notions fondamentales d'élasticité bi-dimensionnelle. Les réseaux caractéristiques. Points singuliers d'ordre I. Les bases optiques de la photoélasticité.

Exercices pratiques par groupes de deux ou trois étudiants.

Connaissances préalables spéciales: néant.

8ème semestre (facultatif) - Moirés (Cours, exercices et  
TP : 15 h)

Principes communs aux différentes méthodes. Moiré de contact.  
Moiré de réflexion.

Exercices pratiques.

Professeur: J.-P. Delisle

3ème semestre (Cours: 45 h)

Introduction : l'ingénieur et les matériaux. Quelques matériaux de construction. Classification des matériaux et de leurs propriétés. Qu'est-ce que le béton ? - Comportement mécanique et déformation du béton : comportement sous charge de courte durée, sous charge de longue durée, sous diverses actions, hygrométrie, température. - Quelques définitions : unités, volume occupé par la matière, l'air et l'eau, courbes granulométriques, modèles rhéologiques. - Les constituants du ciment : les liants historique, ciments Portland, propriétés et essais, ciments spéciaux. Les granulats, nature, forme, dimensions, propriétés et essais. L'eau. Les adjuvants. - Etude de la composition des bétons : principaux facteurs, quelques théories, propriétés et essais du béton frais. - Propriétés du béton durci : essais normalisés destructifs et non destructifs, durabilité.

5ème semestre (Cours: 5 h Laboratoire: 20 h + 5 h cours combiné avec Labo)

Mise en oeuvre du béton : malaxage, transport, mise en place, compactage, cure, bétons et procédés spéciaux.

Exercices de laboratoire par groupes de 2 étudiants :

Essais sur les granulats

Composition d'un béton et essai de gâchage à la main

Fabrication d'une poutre en béton armé

Essais sur éprouvettes de béton

Essai d'une poutre en béton armé

Essais et examen des liants

7ème semestre (Cours: 20 h)

Comportement et déformation du béton sous diverses actions. Composition des bétons. Action du fluage et du retrait sur les ouvrages en béton, description des phénomènes, théorie du module fictif, de la courbe unique de fluage de Dischinger, de Rüsck et Jungwirth. Maçonneries en terre cuite. Quelques cas d'accidents et dégâts survenus à des constructions.

Chargé de cours: E. Steinhauer

Connaissances préalables spéciales : -

3ème semestre (Cours: 30 h)

Lectures : Elaboration de l'acier  
Mise en forme de l'acier brut

1ère partie : Les éléments chimiques. Propriétés chimiques et physiques des métaux. Phénomènes de diffusion. Théorie des alliages. Diagrammes d'équilibre des aciers et fontes. Diagrammes T.T.T. des aciers. Essai Jominy. Applications des diagrammes T.T.T. continus (soudage).

2ème partie : Comportement mécanique des métaux sous charges statique et dynamique. Influence de la température, de la géométrie, de la présence de défauts. Essais conventionnels des matériaux métalliques. Essais mécaniques : résistance, déformation, fragilité, fatigue, relaxation. Essais chimiques : analyses, corrosion.

5ème semestre (T.P. : 20 h)

Lectures : Introduction au soudage  
Détection de défauts dans les constructions soudées  
Contrôle tensométrique (éventuel)

Démonstration : Procédés de soudage et de découpage

Travaux pratiques

- I. Soudage : Réalisation d'une soudure bout à bout. Contrôles non destructifs : examen visuel, U.S., RX. Essais destructifs : traction, duretés HB et HV, pliages, macrographie, micrographie.
- II. Comportement mécanique des métaux : Essais de traction d'aciers d'armature. Détermination de la transition ductile-fragile en résilience de diverses nuances d'acier. Ecrouissage (laminage) et recristallisation.

Observations

Ce cours constitue un complément au cours de construction métallique No 32. Il a en outre pour objectif de préparer l'étudiant à l'utilisation des normes et projets de normes SIA 161 et 162.

Contrôle des études au niveau du diplôme

Epreuve générale de diplôme.

Professeur: A.B. Ponter

Connaissances préalables spéciales:

Connaissances de base de chimie générale, minérale et organique, ainsi que de physique expérimentale et de mathématiques.

1er semestre (Cours: 38 h - Exercices: 8 h)

Eléments de chimie minérale. Electrochimie et corrosion.  
Revêtements protecteurs pour métaux. Eléments de chimie organique. Chimie nucléaire et réacteurs nucléaires. Métallurgie et sidérurgie. Matières plastiques. Etude de la production industrielle de certains corps. Combustibles liquides et solides. Problèmes de stoïchiométrie, bilans de masse, bilans de matière, etc.

Professeur: H. Badoux

Il n'y a pas de connaissances préalables spéciales à avoir, mais une bonne connaissance de la chimie minérale est nécessaire.

3ème semestre (Cours et TP: 45 h)

La méthode géologique. Structure du globe. Les corps cristallisés et les principaux minéraux. Pétrographie: volcanisme et roches ignées; limnologie, océanographie et roches sédimentaires; diagenèse et roches métamorphiques. Principes de stratigraphie. Tectonique: les diaclases et les failles; les plissements. L'altération et les sols. L'érosion et les dépôts par les cours d'eau, les glaciers et le vent. Hydrologie souterraine.

Chargé de cours: J. Norbert

Connaissances préalables

Géologie générale:

Les roches endogènes ou éruptives, sédimentaires et métamorphiques. Tectonique: déformations discontinues des roches (fractures) ou continues (plissements). La désagrégation des roches: altération, érosion. Les terrains meubles: alluvions, moraine, etc. Les eaux souterraines.

7ème semestre (Cours: 30 h)

Présentation d'un ouvrage souterrain dans des conditions géologiques et hydrologiques très difficiles. Géologie et géotechnique: différences entre les méthodes, les applications et les interventions aux différents stades de l'étude et de l'exécution d'un projet. Géologie générale vue sous l'angle des problèmes de construction. La roche comparée au béton: différence de comportement sous l'effet de contraintes. Classification technique des roches. Terrains meubles selon origine géologique et caractéristiques géotechniques. Les glissements en terrain meuble et en rocher; mécanisme schématique d'un glissement, le rôle des argiles dans les glissements. Classification des glissements; en terrain meuble: reptation, coulée, basculement; en rocher: décollement, mouvement sur une surface de discontinuité défavorable, fauchage, "tassement", éboulement, écroulement. Mesures à prendre pour lutter contre un risque de glissement naturel ou provoqué par des travaux: cas des versants stables, apparemment stables ou instables. Problèmes géologiques posés par la construction de routes, tunnels et barrages. Tunnels en terrain meuble ou en roche en place, comportement technique des différents types de roche en souterrain; cas particulier du gonflement de l'anhydrite. Barrages: étanchéité de la retenue, stabilité naturelle des terrains de fondation et d'appui. Comportement des massifs rocheux après mise en eau: importance de la fissuration, de la perméabilité, problème de la pression hydrostatique.

Ce cours est en relation avec les cours suivants:

Mécanique des sols. Fondations. Mécanique des roches. Aménagement des chutes d'eau et irrigation. Aménagement de production d'énergie. Tunnels et galeries.

Contrôle des études:

Examen semestriel.

Professeur: E. Recordon

Connaissances préalables spéciales:

Résistance des matériaux: équilibre en un point d'un solide sollicité par des efforts extérieurs. Représentation de l'état de contraintes et de déformations par la méthode de Mohr.

Hydraulique: lois fondamentales de l'hydrostatique. Loi de conservation de l'énergie et équation de continuité.

Géologie générale: pétrographie. Origine et formation des roches du quaternaire. Hydrogéologie. Glissements.

2ème semestre (Cours: 10 h - Exercices: 10 h - T.P. 10 h)

Programmes et méthodes de prospection. Identification et classification des sols. Etat de compacité et d'humidité d'un sol non remanié. Perméabilité, capillarité. Contraintes totales, neutres et effectives. Essais normaux de laboratoire.

3ème semestre (Cours: 10 h - Exercices: 10 h - T.P. 10 h)

Etat de contrainte et de déformation dans un massif de sol élastique soumis à des charges extérieures. Déformations par consolidation primaire et secondaire. Poussée et butée des terres; états d'équilibre limites de Rankine, méthodes de Coulomb, méthodes graphiques et empiriques. Poussée sur les écrans étayés ou ancrés. Essais de laboratoire permettant la détermination de la compressibilité et de la résistance au cisaillement des sols.

4ème semestre (Cours: 10 h - Exercices: 10 h)

Capacité portante des fondations superficielles. Stabilité des pentes: méthodes globales et méthodes des tranches. Surface de roulement des routes et aéroports: problèmes géotechniques ayant trait au dimensionnement des superstructures, compactage et stabilisation des sols.

Ce cours prépare surtout les cours suivants:

Fondations - Mécanique des roches - Travaux hydrauliques - Aménagement des chutes d'eau et irrigation - Construction des voies de circulation.

Contrôle des études au niveau du diplôme

2e propédeutique.



Professeur: R. Sinniger

Connaissances préalables spéciales:

Technologie et mécanique des sols: classification et caractéristiques des sols. Poussée et butée des terres ainsi que la consolidation. Capacité portante des sols de fondation et stabilité des pentes.

Géologie générale: pétrographie. Origine et formation des roches et des sols. Identification et classification des roches et des sols. Influence de la tectonique sur les propriétés des roches. Hydrogéologie.

Hydraulique: lois fondamentales de l'hydrostatique.

Statique et résistance des matériaux / Technologie des bétons.

5ème semestre (Cours: 30 h - Exercices: 15 h)

Considérations générales et phases principales dans la réalisation d'une fondation. Principaux facteurs influençant le type de fondation. Fondations profondes, en particulier le pieu isolé et le groupe de pieux: méthodes d'exécution, dimensionnement et essais de charge. Fouilles profondes non étayées et étayées: stabilité des pentes et du fond de fouille. Méthodes d'exécution et de calculs des enceintes. Rabattement de nappe et assèchement des fouilles par différentes méthodes. But et types d'ancrages y compris leur dimensionnement, l'exécution et le contrôle. Amélioration des sols par compactage, injections, vibroflottation. Procédés spéciaux comme l'électro-osmose et la congélation.

6ème semestre (Travaux pratiques: 25 h)

Elaboration d'un projet de fondation avec étude des variantes et dimensionnement de la fondation. Elaboration des plans, du programme d'exécution et d'un rapport technique.

Contrôle des études au niveau du diplôme

Examen oral en commun avec la Mécanique des roches et la Géologie technique.

Professeur: F. Descoeurdes

Connaissances préalables spéciales:

Géologie générale: pétrographie. Formation et classification des roches. Tectonique, direction et pendage des couches, failles et diaclases, plissements.

Cours de mécanique des sols et de fondations.

7ème semestre (Cours: 20 h - Exercices: 10 h)

Classification technique des roches intactes et des massifs rocheux, éléments de géologie structurale; état naturel des contraintes dans les massifs et sa mesure. Mécanisme de rupture des roches intactes, relations contrainte-déformation; frottement sur une discontinuité. Stabilité des versants rocheux, modes et causes de rupture; étude à 2 et 3 dimensions par l'équilibre limite et par les contraintes de rupture. Stabilité des cavités, pression des roches; courbe caractéristique; dimensionnement des revêtements de tunnels en roche élasto-plastique.

Ce cours fait suite à ceux de mécanique des sols et de fondations; il complète en particulier ceux de géologie technique et de tunnels et galeries.

Contrôle des études au niveau du diplôme

Examen oral en commun avec Fondations et Géologie technique.

Professeur: W. Graf

Connaissances préalables: premier propédeutique.3ème semestre (Cours: 30 h - Exercices et T.P.: 30 h)

COURS : Généralités, Définitions, Principes de conservation; Hydrostatique, Pression en un point d'un fluide, Equations fondamentales de l'hydrostatique, Calcul des forces de pression, Principe d'Archimède, Hydrostatique dans d'autres champs de force; Cinématique des fluides, Définitions, Trois mouvements fondamentaux, Equation de continuité, Ecoulements irrotationnels ou potentiels; Hydrodynamique, Equations d'Euler, Equation de Bernoulli, Théorème des quantités de mouvement; Viscosité, Définition, Coefficient de viscosité, Unités de viscosité, Variations de la viscosité :  $p$ ,  $T_0$ , Mesure de la viscosité; Hydrodynamique d'un fluide visqueux, Equations de Navier-Stokes, Conservation de la masse, Conservation de l'énergie, Ecoulement laminaire et turbulent, Ecoulement laminaire; Ecoulement turbulent, Généralités, Conservation de la masse, Conservation de l'énergie, Equations de Reynolds, Distribution de la vitesse, RMS et intensité de turbulence, Mesure de la turbulence; La Couche limite-plaque plane, Généralités, Epaisseur :  $\delta$ , Couche limite laminaire, Couche limite turbulente.

E + TP : Résolution de problèmes et expériences relevant des matières traitées dans le cours d'Hydraulique I.

4ème semestre (Cours: 20 h - Exercices et T.P.: 20 h)

COURS : Hydraulique des canalisations, Généralités, Pertes de charge - Formules empiriques, Pertes de charge - Théorie moderne, Pertes de charge singulières, Pertes de charge de l'ensemble d'un circuit; Théorie des maquettes, Généralités, Les Similitudes, Les Forces, Les Nombres sans dimension, Nombre de Reynolds, Nombre de Froude, Utilisation pratique; Force hydrodynamique, Généralités, La Théorie, Coefficient de traînée, Vitesse de chute; Hydraulique des canaux, Généralités, Ecoulements permanents et uniformes, Ecoulements graduellement variés, Ecoulements rapidement variés.

E + T.P. : Résolution de problèmes et expériences relevant des matières traitées dans le cours d'Hydraulique II.

Ce cours prépare surtout les cours suivants :

Travaux hydrauliques - Aménagement des chutes d'eau et irrigation - Mécanique des sols et des roches - Aménagements de production d'énergie - Génie de l'environnement.

Contrôle des études au niveau du diplôme

2ème propédeutique.

Professeur: J.-P. Stucky

Connaissances préalables spéciales :

Mécanique et physique. Statique et résistance des matériaux. Géologie et pétrographie. Mécanique des sols et des roches. Technologie des bétons et mortiers. Calcul hydraulique.

5ème semestre (Cours: 45 h)

Généralités. Divers types d'usines, de chutes et d'adductions. Ouvrages à accumulation et au fil de l'eau. Aménagements d'irrigation. Hydrologie. Lacs naturels et artificiels. Effet de rétention du lac sur les crues. Ouvrages annexes des barrages, galeries de dérivation, prises d'eau, ouvrages de vidange, évacuateurs de crues. Barrages de prise d'eau sur torrents et rivières. Prises d'eau, dessableurs, bassins de compensation. Vannes. Canaux et galeries d'amenée à écoulement libre, galeries en charge, dispositions constructives. Ouvrages d'irrigation. Eléments de pédologie. Méthodes d'irrigation. Equipements.

6ème semestre (Exercices: 20 h)

Matières étudiées au semestre précédent.

7ème semestre (Cours: 20 h - Exercices: 15 h)

Barrages de prise d'eau sur torrents et rivières. Prises d'eau, dessableurs, bassins de compensation. Vannes. Canaux et galeries d'amenée à écoulement libre, galeries en charge, dispositions constructives.

Contrôle des études au niveau du diplôme

Epreuves théoriques et pratiques du diplôme.

Professeur: A. Gardel

7ème semestre (Cours: 60 h)A. Economie de l'énergie

- Généralités, définitions.
- Consommation et sources.
- Electricité (Europe, Suisse, variations dans le temps, interconnexion).
- Distribution (approvisionnement, stockage, réseaux, pertes).
- Modes de production.

B. Centrales hydro-électriques

- Généralités (dispositions générales, fonctionnement de principe).
- Adduction libre - Ondes de translation (phénomène qualitatif, cas général) - Chambre de mise en charge, réglage.
- Adduction en charge - Chambre d'équilibre (intérêt et conséquences, analyse qualitative, formes de chambre, oscillation en masse, stabilité du réglage, construction).
- Conduites forcées - Coup de bélier (généralités sur le coup de bélier, manœuvres diverses, introduction des pertes de charge, oscillation en masse et coup de bélier, disposition générale et construction).
- Centrale haute et moyenne chute (principaux types).
- Centrale basse chute (principaux types).
- Energie produite (haute chute, basse chute au fil de l'eau, pompage).

C. Centrales thermiques

- Généralités.
- Equipement (groupes évaporatoire, turbine, poste d'eau, refroidissement du condenseur, équipement électrique).
- Combustibles (solides, liquides, gazeux, manutention, stockage).
- Disposition générale (circuits principaux, organisation d'une tranche).
- Site (choix, aménagement).
- Construction (chaufferie, bâtiment des machines, fondations, prise d'eau, tour de réfrigération, cheminée).
- Exploitation.

## Cours No 28 (suite)

8ème semestre (Cours: 30 h - Projet: 40 h)

### D. Centrales nucléaires

- Généralités (rappels de base, fission, principe d'un réacteur).
- Combustibles (matières fissile et fertile, enrichissement, conditionnement, énergie utile, cycle d'utilisation).
- Equipement (types de réacteurs, tendances de développement, circuits, déchets radioactifs).
- Sécurité nucléaire (sécurité de l'équipement, irradiation, protection).
- Disposition générale (principes, tendances d'évolution).
- Construction (choix du site, confinement, caisson, blindages).
- Exploitation.

### E. Rentabilité

- Généralités.
- Investissements.
- Charges annuelles.
- Coût de l'énergie.

Le projet d'un aménagement de production d'énergie comporte en principe:

1. Implantation et esquisse générale d'une centrale électrique (hydraulique, thermique ou nucléaire, mise en place de l'équipement).
2. Projet d'un ouvrage particulier (p.ex. : chambre d'équilibre, conduite forcée, centrale, cheminée, prise d'eau, tour de réfrigération, fondation de machine, confinement nucléaire, caisson de réacteur); calculs correspondants.
3. Détail d'exécution.
4. Mémoire, note de calculs, étude économique.

Des épreuves écrites d'application, précédées d'exercices, servent au contrôle des connaissances.

Professeur : A. Gardel  
Chargé de cours : R. Lafitte

6ème semestre (Cours: 30 h)

Travaux maritimes et lacustres.

1. Théorie de la houle (au large ou à faible profondeur, réflexion, réfraction, diffraction).
2. Ports (disposition, tranquillité, usagers, ensablement).
3. Protection des côtes et ports.
4. Quais (lourds et légers) et ouvrages spéciaux (appontements, slips, formes de radoub).
5. Procédés et matériels (matériaux utilisés à la mer, enrochements, blocs, dragages).

Navigation intérieure.

1. Généralités (rôle, bateaux, profils en travers et en long).
2. Ouvrages (écluses, ports, ouvrages spéciaux).

7ème semestre (Cours: 15 h - Projet: 30 h)

Ecoulements souterrains.

1. Généralités (problèmes, buts, caractéristiques du sol, champ d'écoulement, sol anisotrope).
2. Ecoulements permanents bidimensionnels (calculs simples, transformations conformes, méthodes graphiques ou numériques, digue en terre).
3. Ecoulements tridimensionnels (puits, régime transitoire, groupe de puits).
4. Assèchement de fouilles (drainage, enceinte étanche, rabattements, consolidations).

Le projet consiste en l'étude d'un aménagement hydraulique, portuaire ou de voie navigable. Il comprend :

1. Implantation, esquisse générale, étude de variantes.
2. Projet d'un ouvrage (jetée ou digue, quai ou appontement, écluse ou forme de radoub).
3. Détail d'exécution.
4. Mémoire, note de calculs.

Des épreuves écrites d'application, précédées d'exercices, servent au contrôle des connaissances.

Professeur : R. Favre

Chargés de cours : Dr M. Koprna, G. Coendoz

Connaissances parallèles indispensables

- Statique et résistance des matériaux
- Technologie des bétons

4ème semestre (Cours: 40 h - Exercices: --)

Théorie du Béton Armé

Définition, principes de résistance, les éléments de structures.  
Propriétés du béton, propriétés des aciers d'armature.  
Stades de résistance - Adhérence - Sécurité des constructions.  
Flexion : résistance à l'état de service et à la rupture.  
Résistance à l'effort tranchant : analogie du treillis, rupture.  
Flexion avec effort normal : état de service, rupture.  
Résistance des colonnes, stabilité. Colonnes frettées.  
Résistance à la torsion.

5ème semestre (Cours: 30 h - Exercices: 30 h)

Théorie du Béton Précontraint

Principes de la précontrainte, modes d'application.  
Comportement, précontrainte totale, précontrainte partielle.  
Pertes instantanées. Pertes différées.  
Résistance à la flexion : état de service, rupture.  
Résistance à l'effort tranchant. Efforts locaux.  
Précontrainte des systèmes hyperstatiques.

6ème semestre (Cours: 20 h - Exercices: 30 h)

Calcul des structures en béton précontraint par la méthode de la charge de balancement

1. La méthode de la charge équivalente  
(Théorie exacte et calcul simplifié des efforts tranchants et moments de flexion dus aux forces de déviation)
2. La charge de balancement  
(Poutres simples, poutres continues, cadres rigides, balancement à deux dimensions)



Cours No 31 (suite)

7ème semestre (Cours: 40 h)

Les ponts

- 1.+ 2. Introduction et bases du projet
3. Recherche d'une solution
4. Ponts-dalles
5. Ponts-poutres

Les dalles en béton

1. Théorie d'élasticité (comparaison dalle-poutre, équations différentielles, charges concentrées, critique)
2. Théorie des lignes de rupture
3. Poinçonnement

8ème semestre (Cours à option: 20 h)

Les recommandations du CEB pour le calcul du béton armé et précontraint

1. Principes généraux
2. Définition des structures
3. Valeurs caractéristiques et valeurs de calcul
4. Vérification de la sécurité
5. Vérification des sections

Professeur: J.C. Badoux

Introduction à la construction métallique

4ème semestre (Cours: 40 h)

Aperçu général et historique. Les aciers: modes d'élaboration - Calmage - Traitement thermique - Choix de l'acier en C. M. : production. Avantages et inconvénients des constructions en acier. Sécurité et contraintes admissibles: normes SIA 161 - Considération sur la notion de la sécurité. Les moyens d'assemblages en C. M. Principes généraux - Conception - Dimensionnement et réalisation des C. M. : pièces principalement sollicitées en flexion - Les poutres droites à âme pleine - Flexion des pièces à âme pleine à forte courbure - Poutres en I à âme pleine à hauteur variable - Les poutres triangulées, fléchies - Pièces principalement sollicitées en traction - Pièces principalement sollicitées en compression. Le flambage des colonnes: calcul du flambage des colonnes - Les normes SIA 161.

5ème semestre (Cours: 30 h - Exercices: 30 h)

Exercices et laboratoires: calcul et dimensionnement de joints, attaches, pieds de colonnes - Calcul et dimensionnement des points essentiels d'un cadre - Calcul et dimensionnement des noeuds d'une ferme triangulée - Dimensionnement et vérification des contraintes pour une poutre à âme pleine, soudée à inertie variable - Dimensionnement d'une voie de roulement - Problème de flambage.

Construction métallique

5ème semestre (suite)

Conception générale de la construction métallique. Ponts et halles. Bâtiments-tours. Stabilité d'un ensemble: contreventements, système dans l'espace. Détails constructifs.

6ème semestre (Cours: 10 h - Exercices: 30 h)

Etude générale des structures métalliques. Construction mixte. Construction orthotrope. Torsion. Résolution des problèmes de torsion pour des poutres à sections minces ouvertes et fermées. Problèmes d'instabilité et de grande déformation. Instabilité par divergence et instabilité par bifurcation. Flambage.

Exercices: conception générale des halles. Etude des structures. Etude des détails de construction. Avants-projets et notes de calcul. Plans d'ensemble et de détail. Esquisses constructives.

Cours No 32 (suite)

7ème semestre (Cours: 40 h)

La stabilité. Le voilement. Le déversement. L'instabilité à la torsion. L'instabilité élastique et élastoplastique des ensembles de barres et des cadres. Les structures plissées. Introduction au calcul plastique.

Les ponts: ponts-mixtes, ponts-rails, ponts-routes, ponts-biais, ponts orthotropes, ponts à une ou plusieurs travées, ponts à deux ou plusieurs poutres maîtresses.

8ème semestre (Cours à option: 20 h)

Programme: chapitres choisis: dimensionnement plastique - Structures plissées - Problèmes généraux de conception.

Ponts: conception. Bâtiment: conception. Bâtiments-calculs. Ponts-biais-calculs. Calcul plastique. Chapitres choisis. Constructions métalliques particulières. Bâtiments-tours, halles, émetteurs, hangars.

Professeur: M. Cosandey  
Chargé de cours: J.P. Marmier

Connaissances préalables: ---

5ème semestre (Cours: 20 h)

Connaissance de la forêt - L'arbre - Les essences - Constitution du bois - Qualités, anomalies, défauts du bois - Protection du bois - Champignons et parasites - Ignifugation et hydrofugation - Teneur eau, retrait - Module d'élasticité - Résistances mécaniques - Contraintes admissibles - Flambage - Assemblages traditionnels et modernes - Eléments de construction - Poutre Gerber - Chevilles - Clouée - Collée - Colonne diaphragmée - Charpentes traditionnelles - Charpentes clouées - Charpentes collées - Colles - Calcul des charpentes traditionnelles et modernes - Exemples de réalisations - Construction mixte bois-métal.

Cours No 34

PROJETS A OPTION

Professeurs: J.C. Badoux - M. Cosandey - R. Favre

Connaissances préalables:

- Béton armé et béton précontraint: cours No 31
- Construction métallique : cours No 32
- Construction en bois : cours No 33

7ème semestre (Exercices: 45 h)

Projets relatifs aux cours mentionnés ci-dessus.

8ème semestre (Exercices: 60 h)

Idem.

Cours No 35 et 36    TRACE ET CONSTRUCTION DES ROUTES

(voies de communications)

Professeur: P. Peitrequin

Connaissances préalables spéciales :

Mécanique : statique, dynamique.

Notions d'hydraulique, d'hydrologie, de géologie et de pétrographie.

Technologie et mécanique des sols.

3ème semestre (Cours: 24 h - Exercices: 6 h)

Classification des routes, caractéristiques géométriques et dynamiques des véhicules, la vitesse base de l'étude des projets, mouvement des véhicules, problèmes de visibilité, dépassements, tracé des routes, en situation, en profil en long, dans l'espace, profils en travers, élaboration des projets; des exercices complètent et illustrent ce cours.

4ème semestre (Cours: 15 h - Exercices: 5 h)

Mouvement des terres, les terrassements et leur protection, problème d'exécution des travaux, ouvrages annexes liés à la route, murs de soutènement, évacuation des eaux; des exercices illustrent et complètent le cours.

5ème semestre (Cours: 24 h - Exercices: 6 h - Projet: 30 h)

Cours: conception de la superstructure, efforts dûs au trafic, méthodes de dimensionnement des superstructures, essai AASHO, dimensionnement selon les normes VSS, matériaux utilisés dans la construction des superstructures, liants hydrocarbonés, les revêtements hydrocarbonés et en béton de ciment; des exercices complètent et illustrent ce cours.

Projet: étude d'un projet routier, avant-projet, étude des variantes sur la base des contraintes, rapport technique, projet général: étude complète de la (des) variante(s) retenue(s), calcul de l'axe, du profil en long, mouvement des terres, dimensionnement de la superstructure, évacuation des eaux de chaussée, problèmes géotechniques, devis, rapport.

Contrôle des études au niveau du diplôme

Diplôme.

Professeur: P. Peitrequin

Connaissances préalables spéciales :

Géologie, pétrographie, mécanique des sols

7ème semestre (Cours: 30 h)

Terminologie : classifications, bases d'un projet, étude géologique et géotechnique, stades de l'étude, tracé en plan et en élévation, profil en travers type, charges provenant du terrain, revêtement, étanchéité, type de ventilation de tunnels en service, éclairage, aménagements intérieurs, implantation, éléments constructifs d'exécution, travaux élémentaires, excavation connaissance des explosifs, techniques du minage, excavation en rocher sans explosifs, machines foreuses modernes, blindage, boulonnage, marouflage, mise en oeuvre du revêtement, ventilation durant l'exécution, méthodes d'exécution par section entière ou divisée, méthodes traditionnelles, spéciales, bouclier, immersion de tronçons préfabriqués, fonçage vertical de tronçon, injections congélation, exécution en fouille ouverte, perspectives, performances, coûts.

Contrôle des études au niveau du diplôme :

Diplôme.

Professeur: D. Genton

6ème semestre (Cours: 20 h)

Ière partie: LA PLANIFICATION

- 1.1 Introduction - Buts et objectifs, programme d'enseignement. Les transports et l'aménagement du territoire, l'urbanisme, l'économie, les finances, le droit, la politique... la qualité de vie.
- 1.2 La planification - La planification, ses caractéristiques et ses limites. Méthodes et instruments de planification; statistique mathématique, analyse et dynamique de systèmes, recherche opérationnelle et informatique.
- 1.3 Planification d'un système de transports - Analyse et dynamique du système. Processus général d'étude, de réalisation et d'exploitation du système ou de l'un de ses éléments. Processus général de planification. Caractéristiques générales de la demande, de l'offre et de l'évaluation de stratégies ou de solutions. Etude de cas.

7ème semestre (Cours: 30 h - Exercices: 30 h)

IIe partie: LA DEMANDE DE TRANSPORTS

- 2.1 Etats de fait, diagnostic, tendances - Etude de temps et d'opérations. Demande des usagers, des exploitants et des collectivités. Analyse du trafic et des circulations, tendances. Données de base et contraintes.
- 2.2 Pronostics - Pronostics élaborés à partir de tendances, extrapolations. Modèles intégrés.

IIIe partie: L'OFFRE, COMPOSANTS

- 3.1 L'homme - Données anthropométriques, actions externes exerçant des influences physiologiques et psychologiques, limites physiologiques. Enseignements à tirer pour la planification, l'aménagement et l'exploitation de systèmes de transport et de leurs éléments.
- 3.2 Le véhicule et sa dynamique - Caractéristiques des véhicules et de leurs relations avec la voie de circulation. Rappel des lois de la mécanique du mouvement. Analyse des paramètres. Etablissement des graphiques de marche, calcul de la consommation d'énergie.



Cours No 38 (suite)

- 3.3 La voie de circulation - Géométrie de détail (partiel).  
Tracé général des voies de circulation, bilan comparatif des solutions. Eléments constitutifs de la voie de circulation proprement dite. Equipements pour l'énergie et la régulation des circulations.
- 3.4 Cinématique des circulations - Théorie de la régulation.  
Cinématique des convois guidés en site propre. Flot des véhicules routiers. Régulation des circulations aériennes.

8ème semestre (Cours: 20 h - Exercices: 20 h)

IVe partie: L'OFFRE, AMENAGEMENTS ET EXPLOITATION

- 4.1 Lignes - Transports collectifs en site banal et site propre: aménagement général, programmes d'exploitation, relations entre débits, vitesses, capacité...  
Transports individuels: aménagement général, relations entre débits, intensité, vitesses, capacité...
- 4.2 Noeuds - Processus d'étude d'aménagement de noeuds et de terminaux. Aménagement et exploitation de noeuds routiers et ferroviaires.
- 4.3 Réseaux unimodaux - Structure de réseaux, conception générale. Hiérarchie et fonction des éléments. Aménagement et exploitation.
- 4.4 Systèmes - Structure générale de systèmes de transport. Interconnexions et terminaux, planification, aménagement et exploitation. Communautés d'exploitation.

Ve partie: EVALUATION DE SYSTEMES DE TRANSPORT ET DE LEURS ELEMENTS

- 5.1 Choix économiques - Choix du point de vue de l'entreprise et de la collectivité. Etudes multicritères, coûts-avantages, coût impact. Financement.
- 5.2 Nuisances - Bruit, pollution, intrusion visuelle...
- 5.3 Sécurité

Cours No 41    INTRODUCTION AU GENIE CIVIL ET LANGAGE GRAPHIQUE

Professeur: P. Peitrequin

Connaissances préalables spéciales : néant.

1er semestre (Cours: 20 h - Exercices: 40 h)

Domaines du génie civil, l'ingénieur civil, sa formation, ses activités: entreprise, bureau d'ingénieur, recherche; les projets, contenu et présentation. Ces points sont illustrés par de courts exercices de dessin portant sur la conception et la représentation de quelques ouvrages simples du génie civil.

But du dessin technique, formats utilisés, mise en page, écriture normalisée, les instruments de dessin et leur utilisation, traits conventionnels, cotations, échelles, présentation des notes de calcul et des rapports.

Professeur: P. Howald

5ème semestre (Cours: 20 h)

1. Définitions et bases géodésiques
2. Cartes et plans - Triangulations - Travaux topographiques
3. Déterminations planimétriques de points
4. Altimétrie : nivellements géométrique et trigonométrique
5. Erreurs et calculs de compensation
6. Mesures des angles - Théodolites
7. Mesures des distances
8. Photogrammétrie
9. Opérations et travaux topographiques pour le génie civil.

Cours No 45    MACHINES ET INSTALLATIONS ELECTRIQUES

Professeur: H. Bühler

Connaissances préalables spéciales:

Physique: lois fondamentales de l'électricité. Courant continu, courant alternatif, résistance ohmique, inductance, capacité.

5ème semestre (Cours: 20 h)

Les centrales électriques, alternateurs, machines synchrones, transformateurs, appareillage de haute et moyenne tension, réseau de transmission et de distribution, installations électriques intérieures, machines asynchrones, machines à courant continu, traction électrique.

Professeur: Y. Maystre

Connaissances préalables spéciales:

Probabilité et statistiques: représentativité d'un échantillon. Corrélations. Indices de dispersion.

Droit: l'édifice législatif. Responsabilité causale. Droit réel.

Hydraulique: lois fondamentales de l'hydrostatique. Calcul des pertes de charge. Calcul des courbes de remous.

5ème semestre: Génie environnement I (Cours: 6 h - Séminaires: 6 h - Exercices: 8 h)

Notions d'écologie en relation avec la dégradation de l'environnement. Evaluation des contraintes politiques, économiques et sociales de la gestion des déchets. Principes et notions techniques générales de la génération, la manipulation, le transport, le traitement, la réutilisation ou l'élimination des déchets solides, liquides et gazeux. Travail d'équipe sur les bases d'un programme régional de protection de l'environnement associé à un programme de développement socio-économique. Travail d'équipe d'élaboration d'un plan directeur d'assainissement régional.

7ème semestre: Génie environnement II (Cours: 6 h - Séminaires: 8 h - Exercices: 12 h - Visites d'installations: 4 h)

Conception, calcul et construction d'un réseau des égouts, unitaire ou séparatif, et des ouvrages spéciaux (déversoirs, stations de relèvement, siphons inversés, réservoirs de chasse). Conception, calcul et construction d'un système d'alimentation en eau potable (adduction, pompage, traitement, réservoirs, réseau de distribution, normes de qualité). Conception, calcul et réalisation des systèmes de collecte, de transport et de traitement des déchets solides (récipients, véhicules, optimisation du zonage et du routage, installations de transfert, usines de traitement et décharges contrôlées). Exercices de calcul d'éléments de systèmes d'égouts, d'alimentation en eau potable, d'évacuation de déchets solides.

8ème semestre: Génie environnement III (Cours: 9 h - Séminaires: 6 h - Exercices: 9 h - Visites d'installations: 6 h)

Processus unitaires de traitements physiques et chimiques des

Cours No 46 (suite)

déchets solides, liquides et gazeux. Combinaisons physicochimiques et biochimiques de processus unitaires. Formules approchées de calcul des ouvrages et équipements de traitement des eaux usées et des boues. Conception, calcul et construction des stations d'épuration des eaux usées et de traitement des boues. Assainissement régional. Gestion des travaux d'assainissement. Législation et financement. Travail d'équipe de projet d'une station d'épuration.

Contrôle des études: examen oral au diplôme pour les candidats ayant opté pour un travail de diplôme en génie de l'environnement.

Cours No 48

DROIT

Professeur: G. Derron

3ème semestre (Cours: 30 h)

Formation des obligations - Exécution et inexécution des obligations - Extinction et transfert des obligations - Principaux contrats - Droits réels.

4ème semestre (Cours: 20 h)

Droit administratif.