

ECOLE POLYTECHNIQUE FEDERALE DE LAUSANNE

LIVRET DES COURS

DU DEPARTEMENT DE GENIE CIVIL

ANNEE ACADENIQUE 1975 - 1976

ÉCOLE POLYTECHNIQUE
FÉDÉRALE DE LAUSANNE

33, avenue de Cour

1007 Lausanne

Plan d'études

de la Section du Génie civil

année académique 1975/76

[illegible]

EPFL SECTION DE GÉNIE CIVIL

LISTE DES BRANCHES DES EXAMENS PROPÉDEUTIQUES ET DES ÉPREUVES DE DIPLÔME

1976

Article premier : En application des articles 1 et 9 du Règlement général des examens de diplôme, adopté le 18 juin 1969 par le Conseil des professeurs, les trois parties des épreuves du diplôme d'ingénieur civil comprennent les branches suivantes :

Première partie *Examen propédeutique I*

<i>Branches</i>	<i>(PI)</i> <i>coefficient</i>
Analyse (écrit et oral)	2
Géométrie descriptive (écrit)	2
Algèbre linéaire (oral)	1
Mécanique et physique I, II	2
Statique	2

La note P I s'obtient par le calcul de la moyenne pondérée des valeurs attribuées aux branches ci-dessus.

Deuxième partie *Examen propédeutique II*

<i>Branches</i>	<i>(P II)</i> <i>coefficient</i>
Mécanique et physique III, IV	2
Résistance des matériaux	1
Calcul hydraulique	1
Technologie et mécanique des sols + Géologie générale	2

La note P II s'obtient par le calcul de la moyenne pondérée des valeurs attribuées aux branches ci-dessus.

Troisième partie *Examen final*

L'examen final comprend des épreuves générales et un travail de spécialité.

<i>a) Epreuves générales</i>	<i>(EG)</i> <i>coefficient</i>
<i>Branches</i>	
Statique	2
Technologie des bétons et mortiers + Technologie des métaux	2
Fondations, mécanique des roches + Géologie technique	2
Aménagements de chutes d'eau et irrigation + Travaux hydrauliques	2
Aménagements de production d'énergie	2
Béton armé et béton précontraint	3
Construction métallique et construction en bois	3
Voies de circulation et tunnels	2
Transports et planification	2

En option : Génie de l'environnement ou photoélasticité (si le travail pratique de diplôme s'effectue dans l'une de ces branches) ou l'une des branches mathématiques suivantes :
Recherche opérationnelle, traitement de l'information, équations aux dérivées partielles, simulation.

La note EG s'obtient par le calcul de la moyenne pondérée de valeurs attribuées aux branches ci-dessus.

Les épreuves générales sont réputées réussies si la note EG est égale ou supérieure à 6 et s'il n'y a pas plus de 2 notes égales ou inférieures à 4 sur les 10 branches ci-dessus.

Le travail de spécialité ne peut être commencé que si les épreuves générales sont réussies.

b) Travail de spécialité *(TS)*

Le travail de spécialité fait l'objet d'une seule note TS.

Lorsqu'un travail pourrait être jugé satisfaisant moyennant une meilleure prestation, le jury peut exiger un complément de mise au net dans un délai déterminé qui n'excède pas trois mois. Dans ce cas, la note définitive est fixée par le jury, après la présentation du complément.

La durée du travail de spécialité, fixée par la Direction de l'Ecole est de deux mois. Le délai de remise du travail peut être exceptionnellement reporté en cas de force majeure, moyennant l'accord de la Direction.

Les autres dispositions du règlement spécial des examens de diplôme, du 16 juillet 1970, restent inchangées (voir ancien règlement ci-annexé).

Article 2 : La note de l'examen final s'obtient en calculant la moyenne des notes EG et TS.

Article 3 : Le bulletin final des épreuves de diplôme sera complété par les indications suivantes :

- a) moyenne du premier propédeutique, P I ;
- b) moyenne du deuxième propédeutique, P II.

Article 4 : Pour toutes les autres dispositions du règlement de diplôme, voir le Règlement général des examens de diplôme du 18 juin 1969.

Adopté en Conseil des professeurs, le 16 juillet 1970, avec effet dès la session d'examens de diplôme, automne 1970.

RÈGLEMENT GÉNÉRAL DES EXAMENS DE DIPLÔME

Article premier : Les examens de diplôme comprennent l'examen propédeutique I, l'examen propédeutique II et l'examen final.

Article 2 : Les candidats ayant étudié dans une autre école peuvent être dispensés de l'un ou des deux examens propédeutiques s'ils établissent qu'ils ont subi avec succès des examens reconnus équivalents. Le président décide de cas en cas après consultation du département.

Article 3 : Pour pouvoir se présenter à l'examen propédeutique I, le candidat doit avoir réussi sa première année d'études. Il ne peut s'inscrire au 5^e semestre que s'il a réussi cet examen.

Article 4 : Pour pouvoir se présenter à l'examen propédeutique II, le candidat doit avoir réussi ses deux premières années d'études, ainsi que l'examen propédeutique I. Il ne peut s'inscrire au 7^e semestre que s'il a réussi cet examen.

Article 5 : ¹ L'examen final comprend dans l'ordre chronologique : — des épreuves générales ; — un travail de spécialité.

² Pour pouvoir se présenter aux épreuves générales, le candidat doit avoir terminé avec succès le cycle de ses études et réussi les examens propédeutiques I et II.

³ Pour pouvoir se présenter au travail de spécialité, le candidat doit avoir obtenu la moyenne aux épreuves générales et avoir satisfait aux dispositions particulières des règlements spéciaux de diplôme.

⁴ L'échec au travail de spécialité entraîne l'échec à l'examen final ; toutefois si la moyenne aux épreuves générales est égale ou supérieure à 7, celles-ci restent acquises. La compétence du Conseil des maîtres de déroger à cette règle est réservée.

Article 6 : Pour les ingénieurs chimistes, les conditions suivantes sont valables :

L'examen final comprend dans l'ordre chronologique : — un travail de spécialité ; — des épreuves générales.

Pour pouvoir se présenter aux épreuves générales, le candidat doit avoir terminé avec succès le cycle de ses études, réussi les examens propédeutiques I et II et terminé le travail de spécialité.

Article 7 : Le travail de spécialité est déterminé par le professeur sous la direction duquel le candidat désire travailler. En accord avec le candidat, le département de spécialité peut charger de cette mission un professeur d'un autre département. Le travail de spécialité doit être élaboré dans le cadre de l'Ecole, dans un délai fixé par la Direction.

Article 8 : Le candidat ne peut se présenter plus de deux fois à chacun des examens de diplôme.

Article 9 : Les branches sur lesquelles portent les examens de diplôme, les dispositions d'organisation et les règles pour le calcul

des moyennes sont fixées par le Conseil des maîtres sur proposition du département intéressé. Elles font l'objet de règlements spéciaux d'application. Les épreuves d'examen peuvent être orales ou écrites.

Article 10 : Les candidats sont autorisés à s'exprimer dans l'une des trois langues officielles.

Article 11 : L'échelle des notes va de 0 (note la plus basse) à 10 (note la meilleure) ; les demi-points sont admis ; la moyenne minimale exigée est 6.

Article 12 : Les examens propédeutiques I et II ont lieu en automne et au printemps ; l'examen final a lieu en automne.

Article 13 : ¹ Les candidats aux examens doivent s'inscrire au secrétariat de l'Ecole dans les délais prescrits et verser les taxes correspondantes.

² Un candidat peut retirer son inscription au plus tard 3 jours avant le début des examens.

Article 14 : Tout candidat qui, sans avoir retiré son inscription, ne se présente pas à toutes les épreuves d'un examen, a échoué à cet examen. Toutefois, en cas de force majeure, il peut soumettre son cas à l'appréciation de la Conférence des chefs de département.

Article 15 : Les candidats sont, dans la règle, jugés sur les programmes d'enseignement en vigueur à l'époque des sessions d'examens.

Article 16 : Les candidats sont examinés par des jurys composés comme suit :

— pour chaque épreuve des examens propédeutiques I et II, le jury comprend le professeur intéressé et un expert au moins ; — pour chaque épreuve de l'examen final, le jury comprend le professeur intéressé, un expert étranger à l'Ecole nommé par le président sur proposition de ce professeur et éventuellement d'autres experts.

Article 17 : Le diplôme est décerné par la Conférence des chefs de département.

Article 18 : Le diplôme porte le sceau de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne avec la signature du président et celle du chef de département.

Article 19 : Après avoir reçu le diplôme, le candidat est autorisé à porter le titre d'ingénieur diplômé ou d'architecte diplômé ou de mathématicien diplômé (mention application et recherche appliquée) de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne.

TABLE DES MATIERES

Cours No

Mathématiques

- 1 Analyse I, II
- 2 Analyse III, IV
- 3 Algèbre linéaire
- 4 Géométrie descriptive
- 5 Probabilité et statistique
- 6 Programmation
- 7 Recherche opérationnelle
- 8 Traitement de l'information

Physique

- 11 Mécanique et physique I, II
- 12 Mécanique et physique III, IV
- 13 Mécanique et physique TP
- 14 Physique spéciale

Résistance des matériaux

- 21 Statique et résistance des matériaux
- 22 Statique

Matériaux

- 31 Technologie des bétons et mortiers
- 32 Connaissance des métaux
- 33 Chimie technique

Fondations

- 41 Géologie et pétrographie
- 42 Géologie technique
- 43 Technologie des sols
- 44 Mécanique des sols
- 45 Fondations
- 46 Mécanique des roches
- 47 Tunnels et galeries
- 48 Infrastructure des voies de communications
- 49 Superstructure des voies de communications

TABLE DES MATIERES (suite)

Cours No

Hydraulique et énergie

51

Hydraulique

52

Aménagements de chutes d'eau et irrigations

53

Aménagements de production d'énergie

54

Travaux hydrauliques

Structures

61

Introduction à la construction

62

Béton armé et béton précontraint

63

Construction métallique

64

Construction en bois

65

Projets à option

Transports et planification

71

Tracé des voies de communications

72

Transports et planification

73

Aménagement du territoire

74

Introduction à l'analyse des systèmes

Formation professionnelle

81

Introd. au génie civil et langage graphique

82

Complément de langage graphique

83

Direction et organisation des travaux

Culture générale technique

91

Topographie

92

Machines et installations électriques

93

Génie de l'environnement

94

Introduction à l'architecture

Divers

101

Droit

102

Photoélasticité

103

Langage Fortran

104

Sciences humaines

Professeur: S.D. Chatterji

Connaissances préalables: néant

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

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

Fondements: Les nombres réels et complexes; la notion de fonction en général et celle dans le cas d'une ou plusieurs variables réelles; les notions de limites, continuité, différentiation.

Fonctions élémentaires: Polynômes, fonctions rationnelles, fonctions exponentielles, logarithmiques et trigonométriques; fonctions réciproques; étude graphique de comportement des fonctions d'une variable réelle.

Approximation polynomiale des fonctions: Série de Taylor, les problèmes de maxima et minima des fonctions d'une variable et leur comportement local.

Intégration des fonctions d'une variable: Intégrale définie et primitive; règles usuelles d'intégration; l'interprétation géométrique de l'intégration. Notions élémentaires sur la série de Fourier. Intégrales impropres.

Equations différentielles ordinaires: Equations de premier ordre; équations de deuxième ordre à coefficients constants; résolution utilisant la transformée de Laplace; quelques équations spéciales.

Fonctions de plusieurs variables: Dérivation partielle, généralisation des théorèmes de la théorie des fonctions d'une variable; maxima et minima.

Intégrales doubles et triples. Calcul de volume, aire, moments, centres de gravité. Changement de variables, coordonnées polaires.

Cours No 2

ANALYSE III et IV

Chargés de cours: H. Matzinger et H. Froidevaux

Connaissances préalables: Analyse I & II et algèbre linéaire

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

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

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.

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.

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

Cours No 3

ALGEBRE LINEAIRE I et II

Professeur P. Nüesch

Connaissances préalables: néant

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.

Cours No 4

GEOMETRIE DESCRIPTIVE

Chargé de cours: A. Wohlhauser

Connaissances préalables: néant

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.

Cours No 5

PROBABILITE ET STATISTIQUE

Professeur: P. Nüesch

Connaissances préalables: néant

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 6

PROGRATMATION

Professeur: G. Coray

Connaissances préalables: néant

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

Rôle de l'ordinateur: Services et contraintes liés à son utilisation. Fonctions d'un Centre de calcul.

Réalisation de programmes: Méthodes: représentation informatique du problème. Synthèse de l'algorithme.

Professeur: P.A. Bobillier

Connaissances préalables: néant

Cours à option: 5ème et 6ème semestres ou 7ème et 8ème semestres
(deux semestres à 20 h de cours)

Présentation d'un certain nombre de problèmes importants posés par la gestion d'une entreprise, tels que: ordonnancement, gestion de stock, investissement, transport, mélanges. Problème de la décision dans un environnement aléatoire. Le problème de l'optimisation: fonction économique, contraintes, exemples avec fonction économique et contraintes linéaires, non linéaires.

La programmation linéaire, sa formulation mathématique, forme canonique, forme standard, exemples de problèmes s'exprimant sous la forme de programmes linéaires: investissements, régime alimentaire, découpe, mélanges, production, transport, affectation, flux dans un réseau.

La méthode du simplexe.

Application à un cas concret - formulation du problème, résolution et solution optimum - analyse et discussion détaillée de la solution - procédures de post-optimisation, valeurs marginales - informations qu'on peut en tirer. La paramétrisation sur la fonction-objectif, sur les seconds membres.

Programmation linéaire en nombres entiers, programmation non linéaire, programmation dynamique, théorie des graphes (PERT, chemin critique), méthode Branch and Bound.
Application à des exemples.

Cours No 8

TRAITEMENT DE L'INFORMATION

Professeur: G. Coray

Connaissances préalables: néant

Cours à option: 5ème et 6ème ou 7ème et 8ème semestres (deux semestres à 10 h de cours et 10 h d'exercices)

Techniques de traitement; tableaux, piles, listes, arbres, chaînes.

Création et gestion de fichiers.

Moyens de saisie et de sortie de l'information, banque de données.

Cours No 11 MECANIQUE ET PHYSIQUE I et II

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.

Professeur: J. Buttet

Connaissances préalables: cours de Mécanique et Physique I et II

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

La chaleur: - Théorie cinétique des gaz, principe d'équipartition, température - Mesure de la température, changements de phase, pression de vapeur saturante - Le premier principe de la thermodynamique, chaleur spécifique - Le second principe, réversibilité, machines thermiques, cycle de Carnot, entropie.

Liquides et solides: - Etat solide, structure, élasticité, plasticité - Eléments de physique des surfaces, tension superficielle, capillarité.

Electricité et magnétisme: - Electrostatique, champ électrique, lois générales, conducteurs, capacités, applications - Courants électriques stationnaires, résistivité, puissance, circuits simples - Magnétostatique, champ d'induction B, lois générales, le galvanomètre - L'induction électromagnétique, la loi d'induction, selfs induites et mutuelles - Circuits électriques, circuit RC, RL, LC, régime sinusoïdal, oscillateurs, amplificateurs - Champs magnétiques et électriques dans la matière, le transformateur, l'électroaimant.

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

Les ondes: - Equation d'onde, onde élastique, intensité d'une onde - Acoustique, propagation, absorption, réflexion, niveaux d'intensité - Ondes électromagnétiques, la lumière - Composition d'ondes, ondes stationnaires, interférence, battements, effet Doppler - Diffraction, pouvoir de résolution - Interaction onde lumineuse - Matière, polarisation, biréfringence, photoélasticité - Dualité ondes corpuscules, relation de De Broglie, photons - Spectres optiques, lasers, rayon X.

Phénomènes de transport: - Conduction de chaleur, équation de diffusion, couche limite, régime non stationnaire - Rayonnement, émission, absorption, corps noir, effet serre - Convection - Diffusion matérielle, loi de Darcy.

Physique nucléaire: - Forces nucléaires, radioactivité, fission, fusion.

Cours No 13 MECANIQUE ET PHYSIQUE - TRAVAUX PRATIQUES

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

Connaissances préalables: cours de Mécanique et Physique

2ème semestre (Travaux pratiques: 20 h)

Estimation et calcul des erreurs. Eléments de cinétique et dynamique; mouvement rectiligne non uniforme, mouvement circulaire, gyroscope, résonance mécanique, ondes élastiques, mesure de la vitesse du son, ondes stationnaires sur la corde. Phénomènes moléculaires, propriétés élastiques des solides, tension superficielle, viscosité des liquides et des gaz. Thermodynamique, étude des processus isothermiques, P-V diagramme, chaleur latente de vaporisation, chaleur spécifique des gaz, point triple de l'azote, pouvoir calorifique des combustibles.

3ème semestre (Travaux pratiques: 30 h)

Electricité et magnétisme, mesures électriques fondamentales, galvanomètre - étude des circuits R-L-C, résonance, décharge électrique dans le gaz. Optique, lois fondamentales de l'optique géométrique, instruments d'optique, télescope, téléobjectif, rayonnement, rayons X, spectroscopie. Etude de la radioactivité et de la désintégration nucléaire.

Professeurs: J. Buttet et B. Vittoz

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)

Grandeurs fondamentales, lois, unités, similitudes.

Thermodynamique: rappel des concepts et principes fondamentaux, système à deux phases (air humide, diagramme de Mollier, point de rosée), capillarité.

Phénomènes de transport: équation de diffusion de la chaleur, conduction dans les parois, rayonnement, convection forcée et naturelle, isolation thermique, diffusion appliquée aux fluides dans les matériaux poreux (loi de Darcy).

Physique du solide: définition du champ de déformation et de contrainte, comportement des matériaux (loi de Hooke généralisée, visco-élasticité, fluage, rupture).

Vibrations dans les structures: système à un degré de liberté, à plusieurs degrés de liberté, amortissement.

Ondes acoustiques:

- Propagation d'ondes, absorption, réflexion, acoustique physiologique, niveaux d'intensité, bruit.
- Isolation phonique d'une paroi, loi de masse, ondes de flexion, applications.

Cours No 21 STATIQUE ET RESISTANCE DES MATERIAUX

Professeur: M. Derron

Connaissances préalables: néant

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 réticulés 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.

Cours No 21 (suite)

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.

Professeur: L. Pflug

Connaissances préalables:

4ème semestre: Statique et résistance des matériaux jusqu'au 3ème semestre.

5ème semestre: Statique du 4ème 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.

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.

Introduction au calcul plastique.

Professeur: J.P. Delisle

Connaissances préalables: néant

3ème semestre (Cours: 45 h)

Introduction: L'ingénieur et les matériaux. Classification des matériaux et de leurs propriétés. Qu'est-ce que le béton ?

Quelques définitions et concepts: Unité de force. Volume occupé par la matière, l'air et l'eau. Fluage. Modèles rhéologiques. Représentation des mélanges.

Résistances mécaniques et déformations du béton: Comportement sous charge de courte durée, de longue durée, sous diverses actions, hygrométrie, température.

Les ciments: Historique. Ciments Portland, propriétés et essais. Ciments spéciaux.

Les granulats: Classification. Matières nuisibles. Propriétés et essais.

Autres constituants: Eau. Adjuvants. Air.

Composition des bétons: Principaux facteurs. Quelques théories. Propriétés et essais du béton frais.

Béton durci: Essais normalisés destructifs et non destructifs. Durabilité.

5ème semestre (Cours: 10 h - Laboratoire: 20 h)

Mise en oeuvre du béton: Importance de la surveillance et des contrôles. Installations de fabrication du béton. Réception et stockage. Dosage. Malaxage. Transport. Remplissage des coffrages. Compactage. Cure du béton. Bétons et procédés spéciaux.

Travaux pratiques et séminaires en groupes de 2 à 8 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
Essais d'une poutre en béton armé
Liants, mortier et construction d'un mur en maçonnerie
Essais d'un mur en maçonnerie et de ses constituants.

Cours No 31 (suite)

7ème semestre (Cours et séminaires: 20 h)

Visite d'un chantier et rédaction d'un rapport de visite.

Examen de dégâts survenus à des constructions en béton et rédaction d'un rapport.

Travaux couramment effectués dans un laboratoire d'essais des matériaux pierreux.

Recherches en cours au LMP.

Effets du fluage et du retrait sur les ouvrages en béton.

Professeur: J. Paschoud

Chargé de cours: E. Steinhauer

Connaissances préalables: néant

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

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.

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.

Professeur: A.B. Ponter

Connaissances préalables: connaissances de base de chimie Générale, minérale et organique, ainsi que de physique expérimentale et de mathématiques.

1er semestre (Cours: 37 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.

Cours No 41

GEOLOGIE ET PETROGRAPHIE

Chargé de cours: J. Gabus

Connaissances préalables: bonnes connaissances de chimie minérale.

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: déformation 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 schématisé 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.

8ème semestre (Exercices facultatifs: 25 h)

Exercices sur le terrain concernant les projets ou aménagements suivants:

Projet d'évitement de Martigny

- Examen des variantes en tunnels sous les rochers de la Bâtiaz

Aménagement de l'Illgraben

- Visite du barrage construit à la cote 1030 m

- Examen du projet de digue à la cote 900 m

Cours No 42 (suite)

Aménagement du Rhône (Aluminium Industrie S.A.)

- Examen du projet de rénovation du palier de Chippis

Aménagement de la Grande-Dixence

- Visite de la chute de Nendaz, problèmes de la conduite forcée, du puits et des causes de l'éboulement survenu en 1955 au-dessus de l'entrée de la centrale souterraine

Projet d'aménagement du Rhône entre Saillon et Lavey

- Examen des propositions de tracés

Aménagement de l'Hongrin

- Visite des barrages
- Examen des conditions géologiques d'un ancien projet de surélévation

Aménagement de l'Hongrin, adductions

- Examen des solutions de recharge qui auraient permis d'éviter l'accident survenu au lot 12 (voir cours de géologie technique)

Autoroute Vevey - Fribourg N 12

- Examen de 3 variantes de tracé entre l'AR N9 et Semsales:
 - A. St-Légier - Châtel St-Denis - Semsales, sur rive gauche de la Veveyse
 - B. Idem, en grande partie sur rive droite de la Veveyse
 - C. Chexbres - Semsales
- Examen des conditions géologiques du pont franchissant la Veveyse de Fégiro, selon variante A

Ce cours et ces exercices sont en relation avec les cours suivants:
Mécanique des sols. Fondations. Mécanique des roches. Aménagement des chutes d'eau et irrigations. Aménagement de production d'énergie. Tunnels et galeries.

Professeur: E. Recordon

Connaissances préalables:

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. Pertes de charge.

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

2ème semestre (Cours: 10 h - Exercices: 10 h - Travaux pratiques: 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.

Compactage.

Propriétés physico-chimiques des sols.

Essais normaux de laboratoire.

Professeur: E. Recordon

Connaissances préalables: Cours de Technologie des sols

3ème semestre (Cours: 10 h - Exercices: 10 h - Travaux pratiques: 10 h)

Etat de contrainte et déformation des massifs de sols élastiques soumis à des charges.

Déformations par consolidation primaire.

Capacité portante des fondations superficielles.

Pressions de contact entre sol et dalles de fondation.

Essais de laboratoire pour la détermination de la déformabilité des sols et de leur résistance au cisaillement.

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

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.

Stabilité des pentes: méthodes globales ou par tranches.

Géotechnique routière: dimensionnement des superstructures de routes et aéroports, compactage des remblais et stabilisation des sols.

Ce cours prépare surtout les cours suivants: Fondations - Mécanique des roches - Travaux hydrauliques - Aménagement des chutes d'eau et irrigations - Construction des voies de circulation.

Professeur: R. Sinniger

Connaissances préalables:

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. Ecoulement souterrain.

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.

Influence de l'eau sur le choix et l'exécution de la fouille.

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.

Professeur: F. Descoeudres

Connaissances préalables:

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.

Etat 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, redistribution des contraintes, pression des roches; courbe caractéristique en roche élasto-plastique, effets du front de taille et du temps; dimensionnement des soutènements; cas des massifs fissurés.

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.

Professeur: F. Descoeudres

Connaissances préalables: Géologie générale, mécanique des sols, mécanique des roches.

7ème semestre (Cours: 30 h)

Définitions, classifications.

Dispositions générales d'un projet, travaux de reconnaissance, tracé, profil en travers, ventilation en service, aménagements intérieurs.

Excavation, explosifs et minage, forage mécanique.

Ventilation, marinage.

Méthodes d'exécution par section entière ou divisée.

Soutènements: boulonnage, blindage par cintres, tôles ou voussoirs, gunitage, ancrage.

Revêtements, étanchéité, mise en oeuvre.

Tunnels à faible profondeur en terrain meuble, faisabilité, méthodes particulières: bouclier, fonçage, havage, injections, contrôle de la nappe phréatique.

Coûts, performances.

Cours No 48 INFRASTRUCTURE DES VOIES DE COMMUNICATIONS

Professeur: R. Crottaz

Connaissances préalables: cours sur le tracé des voies de communications

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

Ouvrages annexes liés à la route, murs de soutènement, évacuation des eaux. Les exercices illustrent et complètent le cours.

Cours No 49

SUPERSTRUCTURES DES VOIES DE COMMUNICATIONS

Professeur : E. Recordon (cours et exercices)
Chargé de cours: M. Pigois (projet)

Connaissances préalables:

Mécanique: statique et dynamique

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

Technologie des sols et mécanique des sols.

5ème semestre (Cours: 20 h - Exercices: 10 h - Projet: 30 h)

Cours: Conception et dimensionnement des superstructures. Facteurs de destruction des superstructures: trafic, gel, conditions climatiques et hydrologiques. Propriétés des sols d'infrastructure et des matériaux de superstructure.

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

Professeur: W. Graf

Connaissances préalables: premier propédeutique

3ème semestre (Cours: 30 h - Exercices et travaux pratiques: 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: Définitions, Trois mouvements fondamentaux, Equation de continuité, Ecoulements irrotationnels ou potentiels.

Hydrodynamique: Equations d'Euler, Equation de Bernoulli, Théorème des quantités de mouvement, ses applications (formule de Toricelli, débit d'un orifice, des jets, tube de Pitot, etc.).

Viscosité: Définition, Coefficient 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, Mesures de la turbulence.

La Couche limite-plaque plane: Généralités, Epaisseur: δ , 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 travaux pratiques: 20 h)

COURS:

Hydraulique des canalisations: Généralités, Pertes de charge - Formules empiriques et Théorie moderne (diagramme de Moody),

Cours No 51 (suite)

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 (l'équation de Darcy-Weisbach, formule de Chézy, profondeur normale, etc.), Ecoulements graduellement variés (charge spécifique, profondeur critique, régimes fluvial et torrentiel, courbes de remous, ressaut hydraulique).

Hydraulique fluviale: Degré de liberté, Canaux en régime, Cours d'eau en régime.

E + TP:

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 irrigations
Mécanique des sols et des roches - Aménagements de production d'énergie - Génie de l'environnement.

Cours No 52 AMENAGEMENT DE CHUTES D'EAU ET IRRIGATIONS

Professeur: J.P. Stucky

Connaissances préalables:

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-gravité, évidés et à contreforts. Barrages-voûte et à voûtes multiples. Digue en terre et en enrochements. Calcul et dispositions constructives. Fondations des barrages et des digues. Travaux de prospection. Traitement des fondations. Observation des barrages et des digues. Mesures de contrôle et de sécurité.

6ème semestre (Exercices: 20 h)

Matières étudiées au semestre précédent.

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

Barrages-gravité, évidés et à contreforts. Barrages voûte et à voûtes multiples. Digue en terre et en enrochements. Calcul et dispositions constructives. Fondations des barrages et des digues. Travaux de prospection. Traitement des fondations. Observation des barrages et des digues. Mesures de contrôle et de sécurité.

Professeur: A. Gardel

7ème semestre (Cours: 60 h)

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.

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, manoeuvres 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).

Centrales thermiques

Généralités.

Equipement (groupe 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 53 (suite)

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

Centrales nucléaires

Généralités (rappels de base, fission, principe d'un réacteur).

Combustibles (matières fissile et fertile, enrichissement, conditionnement, énergie utile, cycle d'utilisation).

Équipement (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.

Rentabilité

Généralités.

Investissements.

Charges annuelles.

Coût de l'énergie.

Projet

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

Implantation et esquisse générale d'une centrale électrique (hydraulique, thermique ou nucléaire, mise en place de l'équipement).

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.

Détail d'exécution.

Mémoire, note de calculs, étude économique.

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

5ème semestre (Cours: 15 h)

Ecoulements souterrains

Généralités (problèmes, buts, caractéristiques du sol, champ d'écoulement, sol anisotrope ou stratifié).

Ecoulements permanents bidimensionnels (calculs simples, transformations conformes, méthodes graphiques ou numériques, digue en terre).

Ecoulement tridimensionnel (puits, régime transitoire, groupe de puits).

Assèchement de fouilles (drainage, enceinte étanche, rabattements, consolidations).

6ème semestre (Cours: 30 h)

Travaux maritimes et lacustres

Théorie de la houle (au large ou à faible profondeur, réflexion, réfraction, diffraction).

Ports (disposition, tranquillité, usagers, ensablement).

Protection des côtes et ports.

Quais (lourds et légers) et ouvrages spéciaux (appontements, slips, formes de radoub).

Procédés et matériels (matériaux utilisés à la mer, enrochements, blocs, dragages).

Navigation intérieure

Généralités (raison d'être, bateaux, types de voie navigable).

Aménagement des rivières naturellement navigables.

Régularisation et canalisation des rivières.

Canaux.

Ecluses.

Ports (disposition, murs de quais).

Cours No 54 (suite)

7ème semestre (Projet: 30 h)

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

Implantation, esquisse générale, étude de variantes.

Projet d'un ouvrage (jetée ou digue, quai ou appontement, écluse ou forme de radoub).

Détail d'exécution.

Mémoire, note de calculs.

Professeur: R. Favre

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

Description des méthodes utilisées dans la réalisation du gros-oeuvre d'un bâtiment.

Protections de fouilles: Parois inclinées, berlinoises, moulées, rideau de palplanches, épousement des eaux, ancrages, étayages.

Les fondations. Fondations sur semelles isolées, filantes, sur radier, sur pieux, sur sol compacté.

Les structures portantes: Systèmes porteurs, genres de sollicitations, genres de ruine et coefficients de sécurité, matériaux de construction (acier, béton, bois, briques), préfabrication, coffrages industrialisés.

Professeurs: R. Favre et R. Walther

Connaissances préalables:

Statique et résistance des matériaux
Technologie des bétons

4ème semestre (Cours: 40 h)

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 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

Principe 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)

Béton Armé et Précontraint III

Calcul des structures en béton précontraint

Méthode classique

Méthode de la charge équivalente (Théorie exacte et calcul simplifié des efforts tranchants et moments de flexion dus aux forces de déviation)

Cours No 62 (suite)

Charge de balancement (Poutres simples, poutres continues, cadres rigides, balancement à deux dimensions).

7ème semestre

Les ponts

Introduction et bases du projet.

Recherche d'une solution.

Ponts-dalles.

Ponts-poutres.

Les dalles en béton

Théorie d'élasticité (comparaison dalle-poutre, équations différentielles, charges concentrées, critique).

Théorie des lignes de rupture.

Poinçonnement.

8ème semestre (Cours à option: 20 h)

Béton Armé et Béton Précontraint, chapitres choisis

Stabilité des colonnes élancées; théorie du 2e ordre.

Parois portantes et consoles courbes.

Constructions biaises et courbes

Constructions mixtes préfabriquées coulées sur place, influence du fluage, du retrait, de la relaxation et des tassements.

Cours No 63

CONSTRUCTION METALLIQUE

Professeur: J.C. Badoux

4ème semestre (Cours: 40 h)

Introduction et historique: L'acier. Production des aciéries et des laminoirs. Avantages et inconvénients des constructions en acier. Charges et sécurité. Moyens d'assemblage. Principes généraux de la conception, du dimensionnement et de la réalisation des structures métalliques: éléments fléchis, poutres triangulées, éléments sollicités à la traction, stabilité (flambement, déversement et voilement).

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

COURS:

Halles et bâtiments: Généralités. Conception. Protection incendie. Types de halles. Eléments porteurs des halles. Les contreventements. Stabilité des cadres. Ponts roulants et voies de roulement. Bâtiments et bâtiments élevés.

EXERCICES:

Dimensionnement d'assemblages, d'une poutre à treillis, d'un cadre biarticulé et d'une poutre composée soudée à âme pleine.

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

COURS:

Dimensionnement des ponts: Généralités sur les différents types de ponts. Sollicitations des ponts et déformations. Bases et méthodes de calcul. Les sections transversales.

EXERCICES:

Conception et dimensionnement d'un ouvrage simple.

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

Connaissances préalables : statique et résistance des matériaux

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 65

PROJETS A OPTION

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

Connaissances préalables.

Béton armé et béton précontraint: cours No 62

Construction métallique : cours No 63

Construction en bois : cours No 64

7ème semestre (Projet: 45 h) et 8ème semestre (Projet 60 h)

Béton armé et béton précontraint: Conception et dimensionnement d'un pont et d'un bâtiment (dalle).

Construction métallique: Conception et dimensionnement d'un pont.

8ème semestre (Projet: 60 h)

Construction en bois: Conception et dimensionnement de projets divers.

Cours No 71

TRACE DES VOIES DE COMMUNICATIONS

Chargé de cours: M. Pigois

Connaissances préalables:

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. Mouvement des terres, les terrassements et leur protection, problème d'exécution des travaux. Des exercices complètent et illustrent ce cours.

5ème semestre (Projet: 30 h)

Etude 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.

Professeur: D. Genton

6ème semestre (Cours: 20 h)

1ère partie: LA PLANIFICATION

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.

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.

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)

2ème partie: LA DEMANDE DE TRANSPORTS

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.

Pronostics: Pronostics élaborés à partir de tendances, extrapolations. Modèles intégrés.

3ème partie: L'OFFRE, COMPOSANTS

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.

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 72 (suite)

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.

Cinématique des circulations: Théorie de la régulation. Cinématique des convois guidés en site propre. Flot des véhicules routiers. Régulation des circulations aériennes.

3ème semestre (Cours. 20 h - Exercices: 20 h)

4ème partie. L'OFFRE, AMENAGEMENTS ET EXPLOITATION

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...

Noeuds: Processus d'étude d'aménagement de noeuds et de terminaux. Aménagement et exploitation de noeuds routiers et ferroviaires.

Réseaux unimodaux: Structure de réseaux, conception générale. Hiérarchie et fonction des éléments. Aménagement et exploitation.

Systèmes: Structure générale de systèmes de transport. Interconnexions et terminaux, planification, aménagement et exploitation. Communautés d'exploitation.

5ème partie: EVALUATION DE SYSTEMES DE TRANSPORT ET DE LEURS ELEMENTS

Choix économiques: Choix du point de vue de l'entreprise et de la collectivité. Etudes multicritères, coûts-avantages, coût impact. Financement.

Nuisances: Bruit, pollution, intrusion visuelle...

Sécurité

Cours No 73

AMENAGEMENT DU TERRITOIRE

Professeur : L. Veuve

6ème semestre (Cours. 40 h)

Objets et contexte de l'aménagement du territoire. tâches et problèmes d'aujourd'hui, cadre institutionnel et moyens d'intervention.

L'étude d'aménagement communal : contenu et déroulement des différentes phases d'études, méthodes d'approche, relations entre le réseau des transports et l'affectation du sol.

L'étude d'un tracé routier : liaisons régionales et locales, influences sur la structure spatiale, étude d'intégration de la route dans le paysage.

Cours No 74

INTRODUCTION A L'ANALYSE DES SYSTEMES

Professeur: vacat

3ème semestre (Cours: 40 h)

Le programme de ce cours sera fixé ultérieurement par la personne qui sera chargée de le donner.

Cours No 81

INTRODUCTION AU GENIE CIVIL ET LANGAGE GRAPHIQUE

Chargés de cours: M. Pigois
Ch. Kuffer

Connaissances préalables: 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.

Cours No 82

COMPLEMENT DE LANGAGE GRAPHIQUE

Maître de dessin: Ch. Kuffer

Ce cours est obligatoire pour tous les étudiants qui n'ont pas obtenu une note suffisante au premier semestre du cours
Introduction au génie civil et langage graphique .

2ème semestre (Exercices: 40 h)

Destinées à améliorer la qualité du dessin technique, la présentation et la lecture des plans, de courts exercices de dessin, comme au semestre précédent, représenteront quelques ouvrages simples ou éléments d'ouvrages du génie civil.

Professeurs: J.P. Stucky / vacat

Connaissances préalables. connaissances générales en génie civil

8ème semestre (Cours: 16 h - Exercices: 4 h)

Définitions. Maître de l'oeuvre. Ingénieur ou architecte. Entrepreneur. Devoirs de l'ingénieur. Eléments du contrat d'entreprise, conditions générales et particulières, libellé de la série de prix. Soumission. Adjudication. Type de marché. Prix de soumission. Prix de revient. Base de l'étude des prix. Rendements. Appréciations. Frais directs et indirects. Coût des matériaux de construction. Charges sociales et frais généraux sur la main-d'oeuvre. Salaires du personnel ouvrier. Contrats collectifs de travail. Coût effectif de la main-d'oeuvre et des cadres. Frais généraux d'administration. Installation de chantier et son coût. Amortissement, révision, exploitation. Prix de régie. Analyses de prix de travaux élémentaires et d'ouvrages. Organisation de chantier. Mécanisation. Choix des matériaux. Programme des travaux.

Professeur: P. Howald

Connaissances préalables: néant

5ème semestre (Cours: 20 h)

Définitions et bases géodésiques.

Cartes et plans - Triangulations - Travaux topographiques.

Déterminations planimétriques de points.

Altimétrie: nivellements géométrique et trigonométrique.

Erreurs et calculs de compensation.

Mesures des angles - Théodolites.

Mesures des distances.

Photogrammétrie.

Opérations et travaux topographiques pour le génie civil.

6ème semestre (Exercices: 40 h)

Illustrations et applications de l'enseignement de la topographie (cours du 5ème semestre).

Initiation à l'emploi des instruments et équipements topographiques par divers exercices et travaux dans le terrain et en salle.

Nivellement géométrique.

Mesures angulaires.

Mesure d'angles horizontaux et verticaux avec le théodolite.

Mesures tachéométriques.

Levé de détail avec un tachéomètre (théodolite) et équipement de mesures de longueurs.

Piquetage.

Calcul et implantation d'un arc de clothoïde et d'un arc de cercle.

Divers.

Cours No 92

MACHINES ET INSTALLATIONS ELECTRIQUES

Professeur: H. Bühler

Connaissances préalables:

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.

Cours No 63 (suite)

7ème semestre (Cours: 40 h)

Ponts (suite) calcul plastique. Analyse et dimensionnement des ponts droits. Cas des ponts en construction mixte. Montage et entretien des ponts métalliques. Stabilité longitudinale des ponts poutres. Influence de la courbure en plan et du biais des appuis. Introduction à l'étude des ponts rails.

Introduction au calcul plastique. Théorie de plasticité. Méthodes d'analyse, analyse des structures, dimensionnement.

8ème semestre (Cours à option: 20 h)

Développement de la sensibilité aux problèmes généraux de la conception des ouvrages du génie civil à l'aide de la méthode des cas.

Professeur: Y. Maystre

Connaissances préalables:

Probabilité et statistiques: moyenne, indices de dispersion, corrélations.

Droit: l'édifice législatif, responsabilité causale, droits réels.

Hydraulique: lois de l'hydrostatique et de l'hydrodynamique, le calcul hydraulique, les types d'écoulement, les pertes de charge, les courbes de remous.

5ème semestre (Cours: 10 h Exercices: 10 h)

Notions d'écologie en relation avec la protection de l'environnement. Quantité, qualité et provenance des déchets solides, liquides et gazeux. Modèles conceptuels de contrôle des pollutions et de recirculation artificielle des déchets. Le système d'élimination et de consommation: évolution, structure actuelle, relation d'interdépendance des ouvrages du système; leur description, construction, fonctionnement, exploitation.

Le système d'élimination des résidus liquides (réseaux d'égouts et station d'épuration): évolution, structure actuelle, relation d'interdépendance des ouvrages du système, leur description, construction, fonctionnement, exploitation.

Le système d'élimination des résidus non dilués (ordures urbaines, déchets industriels non dilués): évolution, structure actuelle, relation d'interdépendance des ouvrages du système, leur description, construction, fonctionnement, exploitation.

Aspects généraux du traitement des déchets gazeux.

La décantation grenue et la décantation coalescente. Loi de Stokes, courbe de Kynch.

Le dessablage, le deshuilage, la flottation, la décantation primaire et secondaire, l'épaississage, la centrifugation.

Dimensionnement des ouvrages: rendement hydraulique, minimisation du coût, dispositifs d'introduction et de soutirage de l'eau et des résidus.

Cours No 93 (suite)

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

La décantation grenue et la décantation coalescente. Loi de Stokes, courbe de Kynch.

Le dessablage, le deshuilage, la flottation, la décantation primaire, la décantation secondaire, l'épaississage, la centrifugation. Dimensionnement des ouvrages: rendement hydraulique, minimisation du coût. Dispositifs d'introduction et de soutirage de l'eau et des résidus.

La filtration à travers un milieu granuleux poreux. La filtration multicouches. Analogie fondamentale entre filtration et décantation. Le fonctionnement d'un filtre rapide. Conception et dimensionnement d'une installation de filtration. Effets bactériologiques des diverses vitesses de filtration. La filtration de la boue d'épuration: formules, bases de dimensionnement, types de filtres (précouches, toiles).

Le transfert gazeux dans les liquides: phénoménologie et calcul. Les techniques de l'aération par insufflation d'air et par brassage. Dispositifs d'aération. Calcul de l'état stationnaire de l'aération d'une eau contenant des organismes vivants.

La stérilisation: courbe de Chick.

La déphosphatation des eaux usées. Phénoménologie et calcul de la vitesse de précipitation.

La dénitrification des eaux usées.

Le traitement biologique des eaux usées: croissance et destruction, respiration et consommation. Description de l'état stationnaire. La demande biochimique en oxygène. Réactions aérobies et anaérobies. Les divers systèmes d'épuration biologique: Calculs de l'état stationnaire d'un bassin à boues activées et de la courbe d'oxygène dissout d'une rivière. Les divers types de bassins à boues activées, de lits bactériens, de filtres biologiques, d'étangs d'oxydation, de digesteurs aérobies, de digesteurs anaérobies: description et dimensionnement technique des ouvrages.

Cours No 93 (suite)

8ème semestre (Cours: 15 h - Exercices: 15 h)

Notions de pluviométrie et de ruissellement, paramètres de base du calcul des réseaux d'égouts. Détermination des coefficients de ruissellement maximum et intégral.

Calcul d'un réseau en fonction des temps d'écoulement. Calcul d'un réseau en fonction de sa capacité de rétention.

Détermination du débit temps sec. Influence de la longueur du réseau. Détermination du bassin versant. Réserves de capacité pour l'avenir.

Systèmes unitaire et séparatif. Implantation des déversoirs d'orage. Détermination du débit critique en fonction du bilan pollutif global de la station d'épuration et du réseau d'égouts. Minimisation du bilan pollutif pour un investissement donné.

Les bassins de rétention des eaux pluviales: types et fonctions.

Les ouvrages particuliers: stations de relèvement et de pompage, chutes, jonctions, siphons inversés.

Conception et dimensionnement d'une station d'épuration des eaux usées.

Assainissement régional: aspects techniques, économiques, administratifs et législatifs. Clés de répartition des dépenses de construction et d'exploitation: valeurs moyennes et valeurs marginales. Modes de financement.

Cours No 94

INTRODUCTION A L'ARCHITECTURE

Professeur: M. Burckhardt

6ème semestre (Cours: 16 h · Exercices: 4 h)

Le cours d'Introduction à l'architecture démontre, au moyen des 5 notions suivantes: Introduction aux problèmes généraux d'architecture, Communication, Urbanisation, Habitation et Construction, la nécessité de coordonner toutes les tâches des hommes travaillant à la planification et à la formation de notre environnement.

L'aspect de la forme visuelle de la construction dans ses alentours et sa justification sont spécialement choisis comme exemples parmi les multiples problèmes qui préoccupent l'ingénieur et l'architecte et qui seront présentés et discutés par des moyens visuels.

Professeur: G. Derron

Connaissances préalables: néant

3ème semestre (Cours: 30 h)

Introduction générale

Définition du droit positif.

Diverses parties du droit: droit privé, droit public, droit international.

Sources du droit: la coutume, la loi, la jurisprudence, la doctrine.

Droit des obligations

Formation des obligations: obligations contractuelles et obligations délictuelles.

Exécution et inexécution des obligations.

Extinction et transfert des obligations.

Principaux contrats.

Droits réels

La propriété en général, la propriété foncière, la propriété mobilière.

Les droits réels restreints: servitudes, gages.

Le Registre foncier.

4ème semestre (Cours: 20 h)

Droit administratif

Divers actes de l'autorité.

Institutions de service: monopole, concession.

Mesures de police.

Juridiction administrative: recours hiérarchique et recours contentieux.

Responsabilité des fonctionnaires.

Droit d'expropriation: procédure fédérale et cantonale.

Constructions et aménagement du territoire.

Cours No 102

PHOTOELASTICITE

Professeur: L. Pflug

Connaissances préalables:

Mathématiques, physique et résistance des matériaux cours du 1er cycle.

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

Photoélasticité

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:

Mathématiques, physique et résistance des matériaux cours du 1er cycle.

8ème semestre (facultatif · Cours, exercices et TP: 10 h)

Moirés

Principes communs aux différentes méthodes. Moiré de contact.

Moiré de réflexion:

signification géométrique des franges

théorie de la formation des images

fonctions de transfert

définition du contraste

application à la visibilité des franges.

Exercices pratiques.

Cours No 103

LANGAGE FORTRAN

Professeur: G. Coray

Connaissances préalables: néant

5ème semestre (facultatif - Cours: 20 h)

Utilisation de l'ordinateur.

Langages symboliques.

Forme générale et écriture des ordres FORTRAN.

Les variables, instructions arithmétiques.

Instructions d'entrée-sortie.

Ruptures des séquence et itération.

Sous-programmes.

Cours No 104

SCIENCES HUMAINES

Nombre d'heures selon plan d'études.