

MECANIQUE DES SOLS 2

TEC 195

Volume Horaire Hebdomadaire 4h30

STABILITE DES PENTES ET DES TALUS

Différents types de glissements de terrains

Calcul de la stabilité dans le cas de glissements circulaires

Méthodes des tranches

Méthode de Fellenius

Méthode de Bishop

Autres méthodes

Méthode globale

Méthode des perturbations

Calcul des glissements plans

LES FONDATIONS.1

Les fondations superficielles

Différents types de fondations superficielles

Critères de ruptures sous une fondation superficielle

Mode de rupture

Capacité portante

Calcul des fondations superficielles

Répartition des contraintes sous une fondation superficielle (cas des radiers)

Applications des essais in-situ

Pathologie des fondations superficielles (tassements différentiels, poinçonnement,...)

Les fondations profondes

Définition et classement

Différentes méthodes de calcul des pieux

Introduction

Formules de battage

Essai de chargement d'un pieu en place

Formule statique de la capacité portante

Utilisation des essais pénétrométriques

Utilisation des essais pressiométriques

Frottements négatifs

Pieux sous charges particulières

Groupe de pieux

Tassements

Pathologie des fondations profondes

CALCUL DES FONDATIONS ET DES OUVRAGES

Option : Géotechnique

4^{ème} année

Objectif :

Ce cours vise à donner aux étudiants les notions de base pour le calcul des différents types d'ouvrages en béton armé rencontrés en géotechnique conformément au code de calcul en vigueur

CHAPITRE I:

Rappels sur le béton armé

CHAPITRE II:

Fondations superficielles.

2-1 Fondations isolées

2-2 Fondations filantes

2-3 Radiers

2-4 Reprise en sous oeuvres

CHAPITRE III:

Fondations profondes

3-1 Puits

3-2 Pieux

3-3 Semelles sur puits

3-4 Semelles sur pieux

CHAPITRE IV:

Ouvrages de soutènement

4-1 Voiles

4-2 Culées

4-3 Les différents types de murs de soutènement

4-4 Murs de quai

4-5 Parois moulées

CHAPITRE V:

Ouvrages enterrés

5-1 Galeries et conduites

5-2 Tunnels

5-3 Réservoirs enterrés

Intitulé:	DYNAMIQUES DES SOLS ET DES FONDATIONS		
Filière:	Génie Civil	Option:	Géotechnique
Niveau:	4ème Année	Cycle:	Long
V.H.G:	135	V.H.H:	Cours: 3h 00; TD: 1h30
Coefficient:	04		

Objectif

Le cours présente les concepts de base du calcul dynamique. Il vise à dispenser aux étudiants les concepts généraux des phénomènes vibratoires dans le sol (propagation d'ondes, propriétés dynamiques, liquéfaction des sols). Les notions d'interaction sol-structure sont introduites pour d'utilisation des méthodes simplifiées de calcul de vibration des fondations.

CHAPITRE I

Introduction

- 1-1 Analyse du comportement dynamique
- 1-2 Analyse des actions dynamique
- 1-3 Modèle mathématique

CHAPITRE II :

Rappels sur les systèmes à un degré de liberté (SSDDL)

- 2-1 Formation de l'équation de mouvement
- 2-2 Vibration libres.
- 2-3 Vibration forcées (Excitation harmonique, périodique, spéciale).

Première partie :

Système à plusieurs degrés de liberté (SPDDL)

CHAPITRE III

Introduction

- 3-1 Discrétisation et modélisation
- 3-2 Développement des matrices K.C et M

CHAPITRE IV

Fréquences propres, modes propres

- 4-1 Méthode de la matrice de rigidité
- 4-2 Méthode de la matrice de flexibilité
- 4-3 Méthodes approchées pour l'évaluation des fréquences et modes propres.
- 4-4 Evaluation numérique de la réponse

Troisième partie :

Comportement des sols sous charges Dynamiques

CHAPITRE V

Généralités sur le comportement dynamique des sols

- 5-1 Caractéristiques des séismes
- 5-2 Relations contraintes-déformations.
- 5-3 Amortissement dans les sols.
- 5-4 Notions du module de déformation complexe.
- 5-5 Pressions interstitielles sous chargement cyclique.
- 5-6 Evaluation du risque de liquéfaction dans les couches sableuses.

CHAPITRE VI

Propagation d'ondes dans le sol

6-1 Théorie de la propagation des ondes dans les sols.

6-2 Equations générales de l'électrodynamique.

6-3 Ondes de volume (P et S).

6-4 Ondes de surfaces (R et L).

6-5 Problème de Lamb.

Quatrième partie :

Vibration des fondations

CHAPITRE VII

Interaction sol-structure

Intitulé:	GÉOPHYSIQUE APPLIQUÉE		
Filière:	Génie Civil	Option:	Géotechnique
Niveau:	4ème Année	Cycle:	Long
V.H.G:	90	V.H.H:	Cours: 01h30; TD: 01h30
Coefficient:	03		

Objectif:

Méthode indirecte non destructive, la géophysique appliquée permet de reconnaître les terrains selon leurs propriétés physiques. Par ses méthodes d'investigation de surface (peu onéreuses) elle enseigne sur les caractéristiques physiques et géométriques des couches constituantes. En conséquence son domaine d'application est indispensable au génie civil et influe pour beaucoup sur la décision à prendre en matière d'implantation des sondages de reconnaissance. D'autre part elle permet au mieux de détecter des accidents tectoniques susceptibles de nuire aux ouvrages de génie civil.

Un exposé des différentes méthodes qui se complètent selon les conditions du site s'avèrent incontournables et nécessitent un enseignement conséquent au vu des aspects pratiques sur le terrain.

CHAPITRE I :

Propriétés physiques des roches

- 1.1 Elastiques
- 1.2 Thermique
- 1.3 Electriques
- 1.4 Magnétiques
- 1.5 Optiques.....ect

CHAPITRE II :

Prospection électrique en courant continu et alternatif

- 2.1 Méthode des cartes de potentiel
- 2.2 Méthode des résistivité
- 2.3 Polarisation spontanée (PS)
- 2.4 Polarisation induite (PI)

CHAPITRE III:

Sismique

- 3.1 Rappel de la théorie de l'élasticité
- 3.2 Analyse de la propagation des ondes
- 3.3 Solutions élémentaires de l'équation d'onde .
- 3.4 Acquisition des données
- 3.5 Traitement et interprétation des données.

CHAPITRE IV :

Gravimétrie

- 4.1 Champ gravifique
- 4.2 Champ de pesanteur
- 4.3 Correction gravimétriques.
- 4.4 Prospection gravimétriques.

CHAPITRE V:

Magnétisme

- 5.1 Rappel sur les fonctions spéciales.
- 5.2 Le champ magnétique terrestre
- 5.3 Les traitements mathématiques
- 5.4 Application en prospection magnétique
- 5.5 Electro-magnétisme

CHAPITRE VI:

Diagraphie

- 6.1 Notions fondamentales
- 6.2 Diagraphies électriques : Résistivités
- 6.3 Diagraphies nucléaires
- 6.4 Diagraphies soniques
- 6.5 Diagraphies thermométriques

CHAPITRE VII:

Interprétation de documents géophysiques

4^{ème} année Géotechnique
Elasticité
TEC 191

Volume horaire Hebdomadaire 4h 30 mn.

Le but est de donner à l'étudiant les éléments de base de la théorie d'élasticité. Ce cours doit être orienté vers la formulation matricielle.

1. Introduction.

- 1.1. Généralités sur la Mécanique des milieux continus (MMC).
- 1.1.1. Théorie d'élasticité vis à vis de la MMC, de la RDM.
- 1.1.2. Hypothèses de base de la théorie d'élasticité.
- 1.2. Rappels mathématiques.

2. Théorie de l'état de contrainte.

- 2.1. Rappels sur la notion de contrainte - Tenseur de contrainte.
- 2.1.1. Equations différentielles de l'équilibre en coordonnées cartésiennes.
- 2.2. Etude du tenseur des contraintes en un point.
- 2.3. Expressions des équations différentielles en coordonnées cylindriques.
- 2.4. Conditions de frontières ou limites

3. Théorie de l'état de déformation.

- 3.1. Généralités.
- 3.2. Description cinématique (Lagrangienne et Eulerienne)
- 3.3. Relations entre déformations et déplacements (petits et grands déplacements)
- 3.3.1. Etude du tenseur linearisé en un point.
- 3.3.2. Cas particulier de déformation plane.
- 3.4. Equations de compatibilité de déformation en petits déplacements.
- 3.5. Relations entre déformations et déplacements en coordonnées cylindriques.

4. Relations entre les contraintes et les déformations.

- 4.1. Généralités. Cas d'un corps élastique lineaire.
- 4.2. Anisotropie, symétrie élastique, isotropie.
- 4.3. Loi de Hooke généralisée.
- 4.4. Influence de la température.

5. Formulation classique des problèmes en élasticité lineaire.

- 5.1. Généralités. Problèmes de type I, II et III.
- 5.2. Principes de superposition, d'unicité de la solution de St Venant.
- 5.3. Principes de conservation de l'énergie.
- 5.4. Equations générales de l'élasticité.
- 5.4.1. Solutions en fonction des déplacements : Equations de Lamé-Navier.
- 5.4.2. Solutions en fonction des contraintes : Equations de Beltrami-Mitchell.

6. Problèmes plans et anti-plans.

- 6.1. Problèmes plans - Fonction d'Airy.
- 6.2. Problèmes de torsion. Fonction de Prandtl.
- 6.3. Problèmes de flexion des poutres.

7. Formulation variationnelle du problème d'élasticité.

- 7.1. Généralités sur les principes énergétiques. Théorèmes variationnels.
- 7.2. Principe des travaux virtuels.
- 7.3. Principe des travaux virtuels complémentaires.
- 7.4. Méthodes de résolution numérique.

8. Théorie de flexion des plaques et coques minces.

- 8.1. Généralités.
- 8.2. Equations de base.
- 8.3. Applications.

9. Introduction à la théorie de plasticité.

Intitulé:	ELEMENTS DE CONSTRUCTIONS		
Filière:	Génie Civil	Option:	Géotechnique
Niveau:	4ème Année	Cycle:	Long
V.H.G:	90	V.H.H:	Cours: 3H
Coefficient:	02		

Objectif :

Ce cours vise à dispenser aux étudiants les notions générales sur les éléments de constructions civiles et industrielles en béton armé ainsi que les principes généraux de calcul en charpente métallique. Il y a lieu d'énoncer les normes et codes de calcul en vigueur.

Première Partie

Structures en béton armé

CHAPITRE I:

Les planchers

- 1-1 Différents types des planchers
- 1-2 Différentes méthodes de calcul

CHAPITRE II:

Les portiques

- 2-1 Etude des portiques sous charges verticales et horizontales
- 2-2 Ferraillage

CHAPITRE III:

Les voiles

- 3-1 Etude des voiles sous charges verticales et horizontales
- 3-2 Ferraillage

CHAPITRE IV:

Les escaliers

Deuxième Partie

Structures métalliques

CHAPITRE V:

Généralités sur les constructions métalliques

- 5-1 Elements d'ouvrages métalliques
- 5-2 Reglements

CHAPITRE VI:

Matériaux et essais

- 6-1 Classification des Aciers
- 6-2 Essai de traction

CHAPITRE VII:

Produits sidérurgiques

- 7-1 Profilés
- 7-2 Toles et Plats
- 7-3 Imperfections

CHAPITRE VIII:

Sollicitations

8-1 Traction simple

8-2 Compression simple

8-3 Flexion simple

8-4 Application

CHAPITRE IX:

Phénomènes d'instabilités

9-1 Flambement

9-2 Déversement

9-3 Voilement

9-4 Application

CHAPITRE X:

Assemblages

10-1 Rivets

10-2 Boulons Ordinaires et H.R

10-3 Soudures

CHAPITRE XI:

Bases de poteaux

11-1 Types de jonctions poteaux-fondations

11-2 Calcul

N.B. Il est recommandé de faire au moins deux (02) mini-projets.

Intitulé:	ESSAIS GEOTECHNIQUES		
Filière:	Génie Civil	Option:	Géotechnique
Niveau:	4ème Année	Cycle:	Long
V.H.G:	90	V.H.H:	Cours et TP: 3h 00
Coefficient:	03		

Obectif :

Ce cours présente aux étudiants des différents types d'essais in situ et de laboratoire ainsi que les différents techniques de forage .L'interprétation des resultats des essais permet ainsi d'approcher le comportement du sol et des ouvrages et de fondations.

CHAPITRE I:

Exploration et échantillonnage

- 1-1 Exploration aérienne
- 1-2 Introduction à la théorie d'échantillonnage.
- 1-3 Echantillonnage et Prélèvement.

CHAPITRE II:

Techniques de forage

- 2-1 Différentes méthodes de forage (par percussion, par rotation, par rotation et percussion)
- 2-2 Forage rotary
- 2-3 Boue de forage
- 2-4 Carottage

CHAPITRE III:

Essais de laboratoire

- 3-1 Essai CBR
- 3-2 Compression simple.
- 3-3 Scissomètre de poche.

3-4 Cisaillement à la boîte

3-5 Triaxial

CHAPITRE IV:

Essais in situ

- 4-1 Essai de plaques
- 4-2 Extensiomètre
- 4-3 Pressiomètre
- 4-4 Pénétrromètre statique et dynamique
- 4-5 Scissomètre in-situ
- 4-6 Inclinomètre
- 4-7 Tassomètre
- 4-8 Essai piezométrique

CHAPITRE V:

Introduction à la rhéologie

- 5-1 Modèles élastiques
- 5-2 Modèles viscoélastiques
- 5-3 Modèles élastoplastiques
- 5-4 Modèles visco-plastique
- 5-5 Modèles rigide-plastique
- 5-6 Applications

Intitulé:	HYDROGEOLOGIE APPLIQUEE		
Filière:	Génie Civil	Option:	Géotechnique
Niveau:	4ème Année	Cycle:	Long
V.H.G:	67h30	V.H.H:	Cours: 1h30; TD: 1h30
Coefficient:	03		

Objectif

La maîtrise de la circulation des eaux dans le sol est capitale pour les études de stabilité en générale (Fondation de routes, tunnels, implantation des barrages, etc.....) ainsi qu'au études préalable d'aménagement et étanchéité.

CHAPITRE I

Notions d'hydrologie de surface

- 1-1 Etude des précipitations
- 1-2 Evaporation - Evapotranspiration
- 1-3 Etude des écoulements de surface

CHAPITRE II

Rappels sur les notions de base en hydrogéologie et hydrodynamique

- 2-1 Porosité des roches et relation fluides-solide en milieu poreux.
- 2-2 Equations fondamentales de la mécanique des fluides
- 2-3 Equations de continuité en milieu poreux
- 2-4 Charge hydrauliques et interprétation des équations Navier-Stokes en milieu poreux

CHAPITRE III

Comportement des systèmes aquifères en Réservoirs

- 3-1 En fonction de la lithologie
- 3-2 En fonction de la géométrie
- 3-3 Types de nappes
- 3-4 Exemples concrets d'étude d'une nappe.
- 3-5- Caractéristiques hydrodynamiques.

CHAPITRE IV

Comportement des systèmes aquifères en conduite

- 4-1 Loi de Darcy et ses limites - applications
- 4-2 Perméabilité-Transmissivité-Diffusivité
- 4-3 Débit d'une nappe et vitesse d'écoulement
- 4-4 Conditions aux limites
- 4-5 Les écoulements permanents dans un plan
- 4-6 Ecoulements vers des puits
- 4-7 Modèles des écoulements transitoires

CHAPITRE V

Caractéristiques physico-chimiques des eaux souterraines

CHAPITRE VI

Réseaux d'écoulements

- 6-1 Ecoulement sous un barrage
- 6-2 Ecoulement à travers un barrage
- 6-3 Ecoulement autour d'un écran
- 6-4 Ecoulement autour d'un tunnel

CHAPITRE VII

Contrôle des écoulements de l'eau

- 7-1 Conception des filtres et des drains
- 7-2 Application aux barrages et aux fondations
- 7-3 Consolidation par drains de puits de sable
- 7-4 Problèmes d'interfaces eau douce-eau salée

Intitulé:	OUVRAGES SOUTERRAINS		
Filière:	Génie Civil	Option:	Géotechnique
Niveau:	4ème Année	Cycle:	Long
V.H.G		V.H.H:	Cours: 1h30, TD: 1h 30
Coefficient:	03		

CONTENU:

Première Partie :

Tunnels

CHAPITRE I:

Introduction

1.-1 Classification des ouvrages souterrains selon leurs destination

1-2 Classification des ouvrages souterrains selon les conditions naturelles (sol meuble ou rocheux, faible ou forte couverture, terrains hors nappe ou aquifère...).

CHAPITRE II:

Technologies d'exécution

2-1 Creusement à l'explosif

2-2 Creusement mécanique des tunnels dans les terrains meubles

2-3 Creusement en pleine section, par demi section et en sections divisées

2-4 Traitement spéciaux (injection, congélation...)

CHAPITRE III:

Détermination des diverses sollicitations

3-1 Modèles de milieu continu (élastique, élasto-plastique...)

3-2 Modèles de mécanique des blocs (dynamique, statique)

CHAPITRE IV:

Soutènements

4-1 Mode d'action des soutènements

4-2 Calcul théorique du soutènement (méthode convergence-confinement)

4-3 Le choix du type de soutènement

4-4 Dimensionnement du soutènement

4-5 Technologie du soutènement

CHAPITRE V:

Exemples types de ferraillages

Deuxième Partie :

Réservoirs enterrés

CHAPITRE VI:

Calcul et technologie d'exécution

CHAPITRE VII:

Étanchéité

7-1 Drainage et rabattement de la nappe

7-2 Congélation

7-3 Normes pour l'étanchéité du béton (AFTES et autres)

Troisième Partie :

Conduites enterrées