

Ali BOUAFIA

06 /

AIDE-MÉMOIRE
DE MÉCANIQUE DES SOLS



OFFICE DES PUBLICATIONS UNIVERSITAIRES

Ali BOUAFIA

*Département de Génie Civil
Faculté des sciences de l'ingénieur
Université Saâd Dahleb de Blida*



**AIDE-MÉMOIRE
DE MÉCANIQUE DES SOLS**

2^{ème} Édition



OFFICE DES PUBLICATIONS UNIVERSITAIRES

1, Place centrale de Ben-Aknoun (Alger)

TABLE DE MATIERES

Avant-Propos	9
--------------	---

PARTIE I: AIDE-MÉMOIRE

CHAPITRE 1. PROPRIETES PHYSIQUES DU SOL

1.1. GRANDEURS DE L'ETAT PHYSIQUE DU SOL	13
1.2. INDICES DE L'ETAT PHYSIQUE DU SOL	15

CHAPITRE 2. CLASSIFICATION DES SOLS

2.1. SYSTEMES DE CLASSIFICATION	19
2.2. CLASSIFICATION GEOLOGIQUE	19
2.3. CLASSIFICATION MINERALOGIQUE	20
2.4. CLASSIFICATION STRUCTURELLE	20
2.5. CLASSIFICATION GEOTECHNIQUE	20
2.6. CLASSIFICATION DU SOL EN TANT QUE MATERIAU DE CONSTRUCTION	25

CHAPITRE 3. ECOULEMENT DE L'EAU DANS LE SOL

3.1. ECOULEMENT DE L'EAU LIBRE - EQUATION DE BERNOULI ADAPTEE AU SOL	27
3.2. ECOULEMENT UNIDIMENSIONNEL - EQUATION DE DARCY	27
3.3. ECOULEMENT TRIDIMENSIONNEL - EQUATION DE DARCY GENERALISEE	28
3.4. COEFFICIENT DE PERMEABILITE	30
3.5. ETUDE DE L'ECOULEMENT PLAN DANS UN SOL MULTICOUCHES ANISOTROPE	31
3.6. ETUDE DE L'ECOULEMENT PLAN DANS UN SOL HOMOGENE ISOTROPE	32
3.7. FORCES D'ECOULEMENT AGISSANT SUR LES GRAINS	33
3.8. BOULANCE DU SOL	36
3.9. PHENOMENE DE RENARD DANS LES SOLS	37
3.10. CAPILLARITE DE L'EAU - LOI DE JURIN	39
3.11. RESULTATS PRATIQUES	39

CHAPITRE 4. CALCUL DES CONTRAINTES DANS LE SOL

4.1. CERCLE DE MOHR DES CONTRAINTES EN UN POINT	51
4.2. CONTRAINTES DUES AU POIDS DES TERRES	51
4.3. PRINCIPE DES CONTRAINTES EFFECTIVES DE TERZAGHI	53
4.4. CONTRAINTES DUES AUX FORCES D'ECOULEMENT	53
4.5. CONTRAINTES DUES AUX SURCHARGES DE L'OUVRAGE	54

CHAPITRE 5. CONSOLIDATION DES SOLS FINS SATURES

5.1. EQUATION DE LA CONSOLIDATION PRIMAIRE	73
5.2. ETUDE DE LA CONSOLIDATION UNIDIMENSIONNELLE	74
5.3. ETUDE DE LA CONSOLIDATION SECONDAIRE	85
5.4. CONSOLIDATION RADIALE PAR DRAINS VERTICAUX	85

CHAPITRE 6. RESISTANCE AU CISAILLEMENT DU SOL

6.1. DIFFERENTES FORMES DU CRITERE DE RUPTURE DE MOHR-COULOMB	89
6.2. RELATIONS GEOMETRIQUES REMARQUABLES DANS LE CERCLE DE MOHR	91
6.3. THEOREME DES ETATS CORRESPONDANTS	91
6.4. RESISTANCE AU CISAILLEMENT DES SOLS FINS	92
6.5. SENSIBILITE D'UN SOL FIN	92
6.6. CARACTERISTIQUES MECANIQUES DU SOL	93

CHAPITRE 7. STABILITE DES TERRAINS EN PENTE

7.1. ETUDE ANALYTIQUE DE LA STABILITE AU GLISSEMENT	95
7.2. ETUDE NUMERIQUE DE LA STABILITE AU GLISSEMENT- METHODES D'EQUILIBRE LIMITE	101

CHAPITRE 8. ANALYSE DE LA REPONSE SISMIQUE DU SOL

8.1. ANALYSE SISMIQUE UNIDIMENSIONNELLE	109
8.2. ANALYSE SISMIQUE BI- OU TRI-DIMENSIONNELLE	122
8.3. RESONANCE SISMIQUE DU SYSTEME SOL/SOUVRAGE	122

CHAPITRE 9. ANALYSE DE LA LIQUEFACTION SISMIQUE

9.1. IDENTIFICATION DES SOLS LIQUEFIABLES	125
9.2. ÉVALUATION DU POTENTIEL DE LIQUÉFACTION- ANALYSE TOTALE	126
9.3. ÉVALUATION DU POTENTIEL DE LIQUÉFACTION- ANALYSE COUPLEE	131
9.4. ÉVALUATION DU POTENTIEL DE LIQUÉFACTION- ANALYSE SEMI-COUPLEE	131

CHAPITRE 10. CAPACITE PORTANTE DES FONDATIONS

10.1. CLASSIFICATION DES METHODES D'ANALYSE DE LA CAPACITE PORTANTE	151
10.2. METHODES DE CALCUL DE LA CAPACITE PORTANTE	152

CHAPITRE 11. PORTANCE SISMIQUE DES FONDATIONS

11.1. CLASSIFICATION DES METHODES D'ANALYSE	171
11.2. METHODES D'EQUILIBRE LIMITE	172
11.3. METHODES D'ANALYSE LIMITE (CALCUL A LA RUPTURE)	175
11.4. CAPACITE PORTANTE DANS LES SOLS LIQUEFIABLES	175

CHAPITRE 12. TASSEMENT DES FONDATIONS

12.1. COMPOSANTES DU TASSEMENT	189
12.2. PARAMETRES GEOMETRIQUES DU TASSEMENT	189
12.3. METHODES DE CALCUL DU TASSEMENT	189

CHAPITRE 13. VIBRATIONS DES FONDATIONS

13.1. NOMENCLATURE DES MODES DE VIBRATION D'UNE FONDATION	207
13.2. PRESENTATION DU MODELE ANALOGIQUE	207
13.3. ANALYSE DES VIBRATIONS HARMONIQUES SELON LE MODELE ANALOGIQUE	217

CHAPITRE 14. CAPACITE PORTANTE VERTICALE DE PIEUX

14.1. NOTION DE CAPACITE PORTANTE VERTICALE	221
14.2. NOTION DE CHARGE VERTICALE CRITIQUE	221

14.3. EVALUATION DE LA CAPACITE PORTANTE VERTICALE D'UN PIEU ISOLE	222
14.4. EVALUATION DE LA CAPACITE PORTANTE VERTICALE D'UN GROUPE DE PIEUX	236

CHAPITRE 15. FROTTEMENT NEGATIF DANS LES PIEUX

15.1. INTRODUCTION	239
15.2. CLASSIFICATION DES METHODES D'ANALYSE	239
15.3. METHODES D'EQUILIBRE ELASTOPLASTIQUE	241
15.4. METHODES D'ANALYSE EN DEPLACEMENTS	245

CHAPITRE 16. CAPACITE PORTANTE HORIZONTALE DES PIEUX

16.1. CLASSIFICATION DES METHODES D'ANALYSE	247
16.2. EVALUATION A PARTIR D'UN ESSAI DE CHARGEMENT	247
16.3. EVALUATION A PARTIR DES METHODES DE CALCUL	249

CHAPITRE 17. DEFORMATION DES PIEUX

17.1. TASSEMENT D'UN PIEU ISOLÉ	269
17.2. TASSEMENT D'UN GROUPE DE PIEUX	277
17.3. DÉFLEXION D'UN PIEU CHARGÉ LATÉRALEMENT	277

CHAPITRE 18. PRESSION DES TERRES SUR LES ECRANS

18.1. INTRODUCTION	299
18.2. PRESSION SUR UN ECRAN EN ETAT K_0	299
18.3. PRESSION SUR UN ECRAN DANS UN SOL PULVERULENT EN ETAT LIMITE	301
18.4. PRESSION SUR UN ECRAN DANS UN SOL PUREMENT COHERENT EN ETAT LIMITE	309
18.5. SUPERPOSITION DES DIFFERENTS CAS DE PRESSIONS DANS UN SOL FROTTANT ($\phi \neq 0$) EN ETAT LIMITE	310
18.6. CALCUL DES PRESSIONS DANS UN SOL MULTICOUCHE	311
18.7. PRISE EN COMPTE DE LA PRESSION INTERSTITIELLE ET COMPORTEMENT DU SOL	312
18.8. DIRECTION DE LA PRESSION DES TERRES	313

CHAPITRE 19. STABILITE SISMIQUE DES MURS RIGIDES DE SOUTÈNEMENT

19.1. CLASSIFICATION DES METHODES D'ANALYSE	321
19.2. METHODE STATIQUE EQUIVALENTE	322

CHAPITRE 20. DIMENSIONNEMENT DES RIDEAUX EN PALPLANCHES

20.1. INTRODUCTION	331
20.2. CLASSIFICATION DES METHODES DE CALCUL	331
20.3. METHODE DE POUSSEE/BUTEE DES ECRANS	332
20.4. METHODE DE LA THEORIE AUX MODULES DE REACTION	337
20.5. METHODE DES ELEMENTS FINIS	340

CHAPITRE 21. DIMENSIONNEMENT DES MURS EN TERRE ARMEE

21.1. RAPPELS DE NOTIONS DE BASE	343
21.2. DIMENSIONNEMENT DE LA TERRE ARMEE	346

PARTIE II: COMMENTAIRES ET CRITIQUE DES MÈTHODES

1. Propriétés physiques du sol	352
2. Classification des sols	353
3. Ecoulement de l'eau dans le sol	354
4. Calcul des contraintes dans le sol	355
5. Consolidation des sols fins saturés	356
6. Résistance au cisaillement du sol	357
7. Stabilité des terrains en pente	358

8. Analyse de la réponse sismique du sol	359
9. Analyse de la liquéfaction sismique du sol	360
10. Capacité portante des fondations superficielles	361
11. Portance sismique des fondations superficielles	362
12. Tassement des fondations superficielles	363
13. Vibrations des fondations superficielles	364
14. Capacité portante verticale de pieux	365
15. Frottement négatif dans les pieux	366
16. Capacité portante horizontale des pieux	367
17. Déformation des pieux	368
18. Pression des terres sur les écrans	369
19. Stabilité sismique des murs rigides de soutènement	370
20. Dimensionnement des rideaux en palplanches	371
21. Dimensionnement des murs en terre armée	372
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	373

ANNEXES

Liste des symboles et notations	387
Liste des abréviations	412
Photo de couverture	414