

006/

Ministère de l'enseignement supérieure  
et de la recherche scientifique



UNIVERSITE DE M'SILA

FACULTE DE TECHNOLOGIE

Département de Génie Civil

MEMOIRE

Présenté pour l'obtention d'un diplôme de  
MASTER

FILIERE : GENIE CIVIL

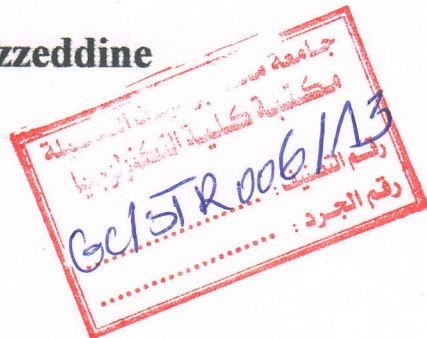
Option : Structures

THEME

Etude de l'influence du traitement  
chimique par le ciment sur le  
potentiel d'affaissement d'un sol à  
effondrement brusque

Dirigé par :  
Mr. LAHMADI Azzeddine

Présenté par :  
AMMARI Hemza



Promotion : 2012/2013

# sommaire

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| Introduction Générale.....      | 1 |
| L'objectif de la recherche..... | 1 |

## CHAPITRE I:

### *APERÇU GENERAL SUR LES SOLS AFFAISSABLES*

|                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------|----|
| I.1: Introduction .....                                           | 3  |
| I.2: Notions sur les sols affaissables .....                      | 3  |
| I.3: Formation des sols affaissables.....                         | 4  |
| I.4: Les propriétés physiques des sols affaissables.....          | 4  |
| I.4.1: Le poids volumique des grains solides ( $\gamma_s$ ) ..... | 5  |
| I.4.2: Le poids volumique.....                                    | 5  |
| I.4.3: La teneur en eau (w) .....                                 | 5  |
| I.4.4. La porosité (n).....                                       | 5  |
| I.4.5: La perméabilité .....                                      | 5  |
| I.5: Les etudes des sols affaissable en Algerie .....             | 5  |
| I.6: Les dénominations des sols affaissables.....                 | 6  |
| I.7: Types des sols affaissables .....                            | 7  |
| I.7.1: Les loess .....                                            | 7  |
| I.7.2: Les dépôts éoliens .....                                   | 7  |
| I.7.3: Dépôts alluvionnaires.....                                 | 8  |
| I.7.4: Dépôts résiduels.....                                      | 8  |
| I.7.5: Autres types des sols Affaissables .....                   | 8  |
| I.8: Les Mécanismes de l'affaissement.....                        | 9  |
| I.9: Les paramètres qui influent sur l' effondrement .....        | 13 |
| I.10: Natures du processus d' affaissement et conditions .....    | 14 |
| I.11: Prediction de l' affaissement.....                          | 14 |
| I.12: Les méthodes prédictives d'affaissement.....                | 15 |
| I.12.1: Les méthodes empiriques .....                             | 15 |
| I.12.2: Les méthodes expérimentales .....                         | 16 |
| I.12.3: Les méthode théoriques .....                              | 18 |
| I.13: Les procedes de traitement des sol affaissables .....       | 18 |
| I.13.1: Traitement chimique .....                                 | 19 |

|                                            |    |
|--------------------------------------------|----|
| I.13.2: Traitement par pré mouillage ..... | 19 |
| I.13.3: Compactage .....                   | 19 |
| I.13.4: Traitement par injection .....     | 20 |

**CHAPITRE II :**  
**ESSAIS PRELIMINAIRES**

|                                                  |    |
|--------------------------------------------------|----|
| II.1: Introduction .....                         | 22 |
| II.2: Matériaux .....                            | 22 |
| II.2.1: Description des sols .....               | 22 |
| II.2.1.1: L'argile (Kaolin) .....                | 22 |
| II.2.1.2: La kaolinite .....                     | 23 |
| II.2.1.3: Le sable .....                         | 23 |
| II.2.1.4: Le ciment (MOKAOUEM) .....             | 23 |
| II.2.2: L'eau d'inondation .....                 | 24 |
| II.2.3: Reconstitution des sols d'essais .....   | 24 |
| II.3: Programme des essais préliminaires .....   | 24 |
| II.3.1: L'analyse granulométrique .....          | 25 |
| II.3.2: Équivalent de sable (ES) .....           | 26 |
| II.3.3: Limit d'atterberg .....                  | 28 |
| II.3.4: Essais Proctor .....                     | 33 |
| II.3.5: L'essai au bleu de méthylène .....       | 36 |
| II.3.6: Masse volumique absolue $\gamma_s$ ..... | 38 |
| II.3.7: Analyses chimiques .....                 | 39 |

**CHAPITRE III :**  
**ESSAI PRINCIPAUX**

|                                                    |    |
|----------------------------------------------------|----|
| III.1: Introduction .....                          | 40 |
| III.2: Essai œdométrique .....                     | 40 |
| III.2.1: Oedomètre .....                           | 40 |
| III.2.2: Cellule œdomètre .....                    | 41 |
| III.2.3: Dame de compactage .....                  | 43 |
| III.2.4: L'anneau (bague annulaire) .....          | 45 |
| III.3: Système de chargement de l'éprouvette ..... | 45 |
| III.4: Procédure d'essai .....                     | 45 |
| III.4.1: Préparation de l'échantillon .....        | 45 |

|                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| III.4.2: Mise en place de l'échantillon du sol dans le moule .....          | 46 |
| III.4.3: Mise en charge de l'oedometre selon Knight et Jennings(1975) ..... | 46 |
| III.4.4: Détermination de l'indice des vides ( $e_0$ ) .....                | 47 |
| III.5: Programme des essais principaux .....                                | 48 |

**CHAPITRE IV:**  
**RESULTATS DES ESSAIS PRINCIPAUX &**  
**INTERPRETATIONS**

|                                                  |    |
|--------------------------------------------------|----|
| IV.1: Introduction.....                          | 49 |
| IV.2: Résultats d'essais:.....                   | 49 |
| IV.3: Analyse et discussion des résultats:.....  | 57 |
| Conclusion, recommandationset perspectives ..... | 60 |

Références Bibliographiques

|                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| B.4. Capacité volumétrique de sable tassé .....                     | 29 |
| B.5. Equivalents de sable par piston .....                          | 30 |
| B.6. Teneur en eau moyenne du karfil .....                          | 30 |
| B.7. La limite de plasticité du karfil .....                        | 30 |
| B.8. Teneur en eau moyenne du sol recomposé .....                   | 31 |
| B.9. La limite de plasticité du sol recomposé .....                 | 32 |
| B.10: Classement de sol par rapport aux indices de plasticité ..... | 32 |
| B.11: Résultats d'essai de Proctor sur le sol recomposé .....       | 34 |
| B.12: Valeur de bleu méthylique du karfil .....                     | 37 |
| B.13: Valeur de bleu méthylique du sol recomposé .....              | 38 |
| B.14: Poids spécifiques du sable .....                              | 38 |
| B.15: Poids spécifiques de karfil .....                             | 39 |
| B.16: Poids spécifique du sol recomposé .....                       | 39 |
| B.17: Résultats d'analyse chimique .....                            | 39 |

*Chapitre III*

|                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| III.1: Correspondances entre le nombre de coups et l'énergie de compactage ..... | 44 |
| III.2: Nombre d'essais oedométriques et les paramètres recherchés .....          | 48 |

*Chapitre IV*

|                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| IV.1: Résultats de calcul de $C_p$ d'essai oedométrique N° 01 ..... | 49 |
| IV.2: Résultats de calcul de $C_p$ d'essai oedométrique N° 02 ..... | 50 |
| IV.3: Résultats de calcul de $C_p$ d'essai oedométrique N° 03 ..... | 51 |
| IV.4: Résultats de calcul de $C_p$ d'essai oedométrique N° 04 ..... | 51 |
| IV.5: Résultats de calcul de $C_p$ d'essai oedométrique N° 05 ..... | 52 |
| IV.6: Résultats de calcul de $C_p$ d'essai oedométrique N° 06 ..... | 52 |

## ملخص

إن التغيير التكنولوجي والديموغرافي والضرورة الحيوية لمساحات أكثر، دفع الإنسان الي التوسع واستغلال الخيرات الباطنية للأرض، مما جعله يغزو المناطق الجافة والشبه جافة رغم أنها مصنفة ضمن المناطق الخطرة والمعروفة بهبوط تربتها المفاجئ. إن التعرف علي مشكل انهيار التربة المفاجئ كان هدف عدة بحوث التي توصلت الي عدة نتائج مختلفة وفي بعض الأحيان متناقضة. لهذا الغرض أجرينا تجارب علي عينات من تربة مركبة ي ثم قمنا أولا بدراسة نظرية تم فيها تحديد خصائص عينات التربة المعدة للدراسة (قياس, نسبة الحبيبات- حد السيولة- حد اللدانة- امتلئ بروكتور).

وبعدنا قمنا بدراسة تجريبية حيث تضمنت معالجة عينات من هذا النوع من التربة بإضافة مادة الاسمنت التي تقوم بتخفيض نسبة الانهيار (معامل الهبوط).

## Résumé

L'évolution technologique et démographique et le besoin vital de plus de surface, ont poussé l'homme à l'extension et l'exploitation des richesses souterraines, à conquérir les régions arides et semi arides reconnues comme des zones à risques au phénomène de l'effondrement brusque de ces sols.

Le problème de l'identification des sols à effondrement brusque après inondation a fait l'objet de nombreux travaux de recherche aboutissant à de multitudes résultats différents et parfois contradictoires. A cet effet des essais sur des échantillons de sol reconstitués ont été réalisés au laboratoire, l'approche adoptée consiste à une étude expérimentale des caractéristique physique des sols étudiées (la granulométrie, les limites d'Atterberg, l'optimum de Proctor, ...),

Lorsque nous abordons les échantillons de ce type de sol en ajoutant du ciment qui permettent de réduire la proportion de l'effondrement( atterrissage de coefficient).

## . Abstract

The technological and demographic change and the vital need for more land, the man pushed the expansion and exploitation of underground resources, to conquer the arid and semi arid areas identified as risky to the phenomenon of 'sudden collapse of these soils. The problem of identifying land to collapse suddenly, after flooding has been extensive research resulting in multitudes of different and sometimes contradictory results. To this end tests on reconstituted soil samples were performed in the laboratory, the approach adopted consists in an experimental study of physical characteristics of soils studied (grain size, Atterberg limits, the optimum Proctor .. ). then Where we address the samples of this type of soil by adding cement that reduce the proportion of collapse ( coefficient landing).