

**République Algérienne Démocratique et Populaire**  
**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**

**Université Ferhat Abbas Sétif 1**  
**Institut d'Architecture et des**  
**Sciences de la Terre**  
**Département des Sciences de la Terre**

جامعة فرحات عباس - سطيف 1  
معهد الهندسة المعمارية وعلوم الأرض  
قسم علوم الأرض



**Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master**  
**Spécialité : Géologie Appliquée et Géotechnique**  
**Option : Géologie de l'Ingénieur**

**Etude géologique et géotechnique des vestiges**  
**du site antique de Mons ( Henchir El Ksar ) ,**  
**Nord de Sétif**

**Présenté par**

**Reffaf Imane**  
**Bouhafs Amani**

**DEVANT LE JURY:**

|                                      |            |              |
|--------------------------------------|------------|--------------|
| <b>Encadreur : Hebib Rafik</b>       | <b>MAA</b> | <b>UFAS1</b> |
| <b>Co encadreur : Bersi Mohand</b>   | <b>MAA</b> | <b>UFAS1</b> |
| <b>Examineur : Talhi Ahmed</b>       | <b>MR</b>  | <b>UFAS1</b> |
| <b>Examineur : Seklaoui Mohammed</b> | <b>MCB</b> | <b>UFAS1</b> |

**Promotion : 2019/2020**

## Résumé

Le site antique Mons ( Henchir El Ksar) est un site archéologique romains en Algérie exactement a Béni Fouda .qui est pas classé encore au patrimoine mondial .Dans ce mémoire , nous avons d'une part , étudié les caractéristique géologique et géotechnique des matériaux de construction utilisée et les différents techniques utilisées dans La cité Mons ,leurs propriétés et les carrières d'où les matériaux ont été ramenés. C'est matériaux sont : les calcaires dure , les calcaires schisteux .

D'autre part , nous avons vu les différentes accidents qui affectent les monuments du site , ainsi que les facteurs les dégradation tel que : les action de la nature comme les altération .. , de l'homme, du temps et des fois de la mécanique.

En fin, a partir du LOGICIEL( Arc Gis) nous avons élaboré une base de données graphique et cartographique de différentes affleurement sur les cartes géologiques .ce qui nous a permet a la réalisation et a la superposition des différentes cartes issues des modèles numériques de terrains et faire une analyse multicritères pour l'étude de susceptibilité accompagnée avec La télédétection pour localiser les affleurement géologiques et les cartographier avec précision de 10 m.

## Abstract

The ancient site Mons (Henchir El Ksar) is a Roman archaeological site in Algeria exactly in Béni Fouda. Which is not yet classified as a world heritage site. In this brief, we have, on the one hand, studied the geological and geotechnical characteristics of the materials of construction used and the different techniques used in Mons city, their properties and the quarries from which the materials were brought. These materials are: hard limestone, schist limestone.

On the other hand, we have seen the various accidents which affect the monuments of the site, as well as the degradation factors such as: the actions of nature and alterations .., of man, time and sometimes mechanical.

Finally, from the SOFTWARE (Arc Gis) we have designed a graphic and cartographic database of different outcrops on the geological maps, which allowed us to produce and superimpose the different layers from digital terrain models. and perform a multicriteria analysis for the study of susceptibility accompanied with remote sensing to locate geological outcrops and map them with precision of 10 m.

## ملخص

موقع مونس القديم (حنشير القصر) هو موقع أثري روماني في الجزائر بالضبط في بني فودة ، والذي لم يتم تصنيفه بعد كموقع تراث عالمي. في هذا الموجز ، درسنا الخصائص الجيولوجية والجيوتقنية لمواد البناء المستخدم

وممتلكاتها والمحاجر التي جلبت منها المواد والتقنيات المختلفة المستخدمة في مدينة المونس. هذه المواد هي: الحجر الجيري الصلب ، والحجر الجيري الصخري.

من ناحية أخرى ، فقد رأينا الحوادث المختلفة التي تؤثر على آثار الموقع ، وكذلك عوامل التدهور مثل: أفعال الطبيعة مثل التحولات .. ، للإنسان ، والوقت وأحياناً ميكانيكي.

و أخيراً قمنا بتصميم قاعدة بيانات رسومية وخرائطية من نتوءات مختلفة على الخرائط الجيولوجية ، مما سمح لنا بإنتاج وفرض خرائط مختلفة من نماذج التضاريس الرقمية. وإجراء تحليل متعدد المعايير لدراسة الحساسية مصحوبة بالاستشعار عن بعد لتحديد مواقع النتوءات الجيولوجية ورسم خرائط لها بدقة 10 أمتار.

### **Mots clés :**

*Site antique Mons Beni Fouda – Sétif*

*Techniques et matériaux de construction*

*Système d'information géographique (SIG)*

*Glissement de terrain*

*Analyse multicritère hiérarchique (AHP)*

*Algérie*

## - TABLE DES MATIERES -

### **Note**

|       |    |
|-------|----|
| ..... | 01 |
|-------|----|

### **INTRODUCTION GENERALE** .....02

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| Introduction générale ..... | 03 |
|-----------------------------|----|

### **Chapitre I- Aperçu sur le site de Mons** .....04

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| I.1. Contexte historique de Mons..... | 05 |
|---------------------------------------|----|

|                                                        |    |
|--------------------------------------------------------|----|
| I.2. Description générale des fouilles réalisées ..... | 05 |
|--------------------------------------------------------|----|

|                                                          |    |
|----------------------------------------------------------|----|
| I.3. Description des ouvrages reconnus dans le site..... | 07 |
|----------------------------------------------------------|----|

|                          |    |
|--------------------------|----|
| I.3.1. Le capitole ..... | 07 |
|--------------------------|----|

|                      |    |
|----------------------|----|
| I.3.2. La curie..... | 08 |
|----------------------|----|

|                          |    |
|--------------------------|----|
| I.3.3. Le péribole ..... | 08 |
|--------------------------|----|

|                       |    |
|-----------------------|----|
| I.3.4. Le fortin..... | 09 |
|-----------------------|----|

|                      |    |
|----------------------|----|
| I.4. Conclusion..... | 09 |
|----------------------|----|

### **CHAPITRE II Contexte géographique, climatique et**

#### **géomorphologique** .....10

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| II.1. Situation géographique..... | 11 |
|-----------------------------------|----|

|                       |    |
|-----------------------|----|
| II.2. Le climat ..... | 12 |
|-----------------------|----|

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| II.2.1. Les précipitations ..... | 12 |
|----------------------------------|----|

|                              |    |
|------------------------------|----|
| II.2.2. La température ..... | 14 |
|------------------------------|----|

|                       |    |
|-----------------------|----|
| II.3. Le relief ..... | 15 |
|-----------------------|----|

|                          |    |
|--------------------------|----|
| A Zone montagneuse ..... | 15 |
|--------------------------|----|

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| B Zone des hautes plaines..... | 15 |
|--------------------------------|----|

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| C Zone de dépression Sud ..... | 15 |
|--------------------------------|----|

|                                          |    |
|------------------------------------------|----|
| II.3.1 Topographie du site de Mons ..... | 16 |
|------------------------------------------|----|

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| II.4. Réseau hydrographique..... | 17 |
|----------------------------------|----|

|                       |    |
|-----------------------|----|
| II.5. Conclusion..... | 18 |
|-----------------------|----|

|                                                                            |           |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>CHAPITRE III Contexte géologique.....</b>                               | <b>19</b> |
| III.1. Contexte géologique régional .....                                  | 20        |
| domaine septentrional ou Algérie du Nord (ou chaîne des maghrébides).....  | 20        |
| L'Algérie saharienne.....                                                  | 20        |
| III.2. Description de la chaîne des maghrébides .....                      | 21        |
| Les zones internes,.....                                                   | 21        |
| Les zones externes,.....                                                   | 21        |
| Les zones des flyschs,.....                                                | 21        |
| III.3. Contexte géologique local .....                                     | 22        |
| III.3.1. La nappe de Djemila .....                                         | 23        |
| Résumé stratigraphique .....                                               | 23        |
| Résumé structural .....                                                    | 23        |
| III.4. Contexte géologique du site de Mons.....                            | 24        |
| III.4.1. Description des formations géologiques de la zone du Mons.....    | 24        |
| Quaternaire .....                                                          | 24        |
| Les éboulis à blocs récents .....                                          | 24        |
| Les calcaires du villafranchien.....                                       | 24        |
| Le lutétien.....                                                           | 25        |
| Yprésien–Lutétien inférieur.....                                           | 25        |
| Les marno-calcaires du Maestrichtien à paléocène .....                     | 25        |
| Les calcaires du Campanien supérieur et Maestrichtien .....                | 25        |
| III.5. Contribution de la télédétection à la cartographie géologique ..... | 27        |
| III.5.1. Définition de la télédétection .....                              | 27        |
| III.5.2. La cartographie géologique .....                                  | 28        |
| III.5.2.1. Objectifs et méthodes .....                                     | 28        |
| III.5.2.2. Traitements appliqués .....                                     | 28        |

|                                                                                                               |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| III.5.2.3. Visualisation en lumière naturelle .....                                                           | 29        |
| III.5.2.4. Rapports de bandes .....                                                                           | 29        |
| Analyse en composantes Principales ACP .....                                                                  | 30        |
| III.5.Conclusion.....                                                                                         | 31        |
| <b>CHAPITRE IV   Étude de susceptibilité aux glissements.....</b>                                             | <b>32</b> |
| IV.1. Introduction .....                                                                                      | 33        |
| IV.1.1. Carte d’inventaire des glissements de terrain .....                                                   | 33        |
| IV.2. Cartes de base .....                                                                                    | 36        |
| IV.2.1. Paramètre topographique .....                                                                         | 36        |
| IV.2.1.1. MNT .....                                                                                           | 36        |
| IV.2.1.2. Le Gradient de pente .....                                                                          | 37        |
| Interprétation des résultats .....                                                                            | 37        |
| IV.2.2. L’exposition des Versants .....                                                                       | 38        |
| IV.2.3. Réseau hydrographique.....                                                                            | 39        |
| IV.2.4 La lithologie .....                                                                                    | 42        |
| Interprétation des résultat .....                                                                             | 44        |
| IV.2.5. La proximité aux failles .....                                                                        | 45        |
| IV.3. Application de la méthode de l’Analyse Multicritère Hiérarchique (Analytic Hierarchy Process ;AHP)..... | 46        |
| IV.3.1. Méthodologie.....                                                                                     | 46        |
| IV.3.2.Discussion .....                                                                                       | 46        |
| IV.3.3. Résultat .....                                                                                        | 47        |
| IV.4. Etablissement de la carte de susceptibilité0.....                                                       | 48        |
| IV.5.Conclusion .....                                                                                         | 49        |

|                                                         |           |
|---------------------------------------------------------|-----------|
| <b>CHAPITRE V Étude pétrographique et géochimique</b>   | <b>50</b> |
| V.1. Introduction                                       | 51        |
| V.1.1 Échantillonnage et préparation des échantillons   | 51        |
| V.1.2.1. Echantillonnage                                | 51        |
| V.1.2.2 Inventaire des roches utilisées                 | 51        |
| V.1.3.3 Préparation d'échantillons                      | 52        |
| V.2. Description macroscopique                          | 53        |
| V.3. Description pétrographique                         | 53        |
| V.3.1. Procédure de préparation des lames minces        | 53        |
| V.3.2. Description pétrographique des lames minces      | 55        |
| V.4. Analyse chimique par la méthode XRF                | 57        |
| V.4.1. Préparation de l'échantillon pour la méthode XRF | 57        |
| V.4.2. Résultats de l'analyse XRF                       | 57        |
| V.5. Conclusion                                         |           |

|                                                                        |           |
|------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>CHAPITRE VI étude physico-mécanique des pierres de construction</b> | <b>60</b> |
| VI.1. Introduction                                                     | 61        |
| VI.1.1. Inventaire des échantillons                                    | 61        |
| VI.1.2. Prélèvement et préparation des éprouvettes                     | 61        |
| VI.1.3. Les essais de caractérisation physico-mécaniques               | 61        |
| VI.1.4. La préparation des éprouvettes                                 | 63        |
| VI.2. Les essais d'identification (physique)                           | 63        |
| VI.2.1. Détermination de la masse volumique apparente                  | 63        |
| Principe de l'essai                                                    | 63        |
| Mode opératoire                                                        | 63        |
| Expression des résultats :                                             | 64        |
| Résultats et interprétation :                                          | 64        |
| VI.2.2. Détermination de la porosité                                   | 65        |
| Résultats et interprétation                                            | 65        |
| VI.2.3. Essai au scléromètre                                           | 66        |
| Principe :                                                             | 66        |
| Mode opératoire                                                        | 66        |
| Résultats et interprétation                                            | 66        |

|                                            |           |
|--------------------------------------------|-----------|
| VI.2.4. Essai à l'ultrason .....           | 67        |
| Définition .....                           | 67        |
| Principe de l'essai.....                   | 67        |
| Expression des résultats.....              | 67        |
| Résultats et interprétation.....           | 67        |
| VI.3. Les essais mécaniques.....           | 68        |
| VI.3.1. Essai de compression simple.....   | 68        |
| Résultats et interprétation.....           | 68        |
| VI.3.2. Essai de traction par flexion..... | 70        |
| Résultats et interprétation.....           | 70        |
| VI.4. Conclusion .....                     | 73        |
| <b>Conclusion générale .....</b>           | <b>74</b> |
| Conclusion générale .....                  | 75        |