

**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 en Hydrogéologie**

**THEME:**

**Inventaire actualisé des points d'eau du système**  
**aquifère de la plaine d'El-Kantara région de Biskra**

**Présenté par :**

**M<sup>elle</sup> Adjaout Salma**

**M<sup>elle</sup> Allouche Houda**

**DEVANT LE JURY:**

Président: M<sup>me</sup> MAOU.A

Encadreur: M<sup>r</sup> KERBOUB.DJ

Examineur: M<sup>r</sup> BENMARS.K

**Promotion : 2016/2017**

## RESUME

La région d'El-Kantara se trouvant à la limite NW de la Wilaya de Biskra, appartient aux Monts des Aurès, qui sont la partie orientale de la chaîne Atlastique.

Sur le plan géologique, elle est caractérisée par des formations d'alluvions et des calcaires. Les formations argileuses et marneuses, jouant le rôle de substratum imperméable permettant le ruissellement des eaux de surface.

El Kantara est soumise à un climat hyperaride, hivers froids et Eté chaud, avec une précipitation annuelle moyenne  $< 200 \text{ mm}$  et des températures moyennes annuelles d'ordre de  $22.95^{\circ}\text{C}$ .

Les études hydrogéologiques, ont permis de définir trois aquifères : **le premier** caractérisé par des alluvions anciennes et actuelles de la nappe phréatique du Quaternaire, **le second** caractérisé par des Calcaires massifs fissurés du Maestrichtien tandis que **le troisième** constitué par des calcaires massifs fissurés du Turonien.

L'étude hydrochimique a révélé l'influence des formations géologique sur la nature des faciès chimiques des eaux souterraines : faciès sulfaté calcique liées aux marne-gypseuses et aux eaux urbaines.

Mots clés : **El Kantara, Biskra, géologie, Climat, Hydrogéologie, Hydrochimie, Faciès, Aquifère.**

## ABSTRACT

The El-Kantara region lies at the NW boundary of the Wilaya of Biskra belongs to the Aurès Mountains, which is the eastern part of the Atlatic range.

On the geological level, it is characterized by alluvial formations and limestones. The clayey and marly formations act as an impermeable substratum allowing the runoff of surface water.

El Kantara is subjected to a hyper arid climate, cold winters and warm summer, with an average annual precipitation  $< 200 \text{ mm}$  and average annual temperatures of  $22.95^{\circ}\text{C}$ .

Hydrogeological studies have defined three aquifers: the first is characterized by ancient and current alluvial deposits of the Quaternary water table; the second is characterized by massive fissured Maestrichtien limestones, while the third consists of cracked massive limestones Of the Turonian.

The hydrochemical study revealed the influence of geological formations on the nature of the chemical facies of groundwater: sulphated calcium facies associated with gypsum margins and urban waters.

Key words: **El Kantara, Biskra, geology, Climate, Hydrogeology, Hydrochemistry, Facies, Aquifer.**

## ملخص

تقع مدينة القنطرة في الجنوب الغربي لولاية بسكرة، والتي تنتمي الي جبال الاوراس و التي بدورها تشكل الجزء الشرقي لسلسلة الاطلس .

من الناحية الجيولوجية ، تتميز منطقة القنطرة بتشكيلات من الطمي ، التشكيلات الطينية و المارن تلعب دور القاع الغير نافذ للماء

تتميز منطقة القنطرة بمناخ شديد الجفاف، شتاء بارد و صيف حار حيث يقدر متوسط الامطار المتساقطة سنويا باقل من 200 ملل ودرجة الحرارة المتوسطة المسجلة سنويا تقدر  $22.95^{\circ}$  مئوية.

سمحت الدراسة الهيدروجيولوجية للمنطقة بتمييز ثلاثة مستودعات للمياه الجوفية : حيث ان الاول يتميز بالتشكيلات الطمي القديم و الحديث للخران المائي القريب من السطح لزمن الرباعي و الثاني الذي يتميز بالتشكيلات الكلسية الضخمة و المتشققة لزمن المايسريشيا اما الثالث يتكون من التشكيلات الكلسية الضخمة و المتشققة لالتروني .

الدراسة الهيدروكيميائية اثبتت تأثير التشكيلات الجيولوجية على الطبيعة الكيميائية للمياه الجوفية حيث ان للمياه الجوفية للمنطقة ذو طبيعة كيميائية كبريتية كلسية .

الكلمات الدالة:

القنطرة, بسكرة, الجيولوجيا, المناخ, كيميائية المياه, طبقة مياه جوفية القريبة من السطح

## **Table de matière**

|                                      |          |
|--------------------------------------|----------|
| <b>Introduction générale :</b> ..... | <b>1</b> |
|--------------------------------------|----------|

### **Chapitre I: généralités**

|                             |          |
|-----------------------------|----------|
| <b>Introduction :</b> ..... | <b>3</b> |
|-----------------------------|----------|

|       |                                |   |
|-------|--------------------------------|---|
| I.1   | Cadre géographique : .....     | 3 |
| I.2   | Cadre administratif : .....    | 4 |
| I.3   | La population : .....          | 5 |
| I.4   | Géomorphologie : .....         | 7 |
| I.5   | Végétation : .....             | 8 |
| I.6   | Aspect Socioéconomique : ..... | 8 |
| I.6.1 | Le contexte agricole : .....   | 8 |
| I.6.2 | Le contexte Industriel : ..... | 9 |

### **Chapitre II: cadre géologique**

|                             |           |
|-----------------------------|-----------|
| <b>Introduction :</b> ..... | <b>11</b> |
|-----------------------------|-----------|

|          |                                              |    |
|----------|----------------------------------------------|----|
| II.1     | Géologie régionale : .....                   | 11 |
| II.1.1   | Localisation et limites : .....              | 11 |
| II.1.2   | . Lithostratigraphie: .....                  | 12 |
| II.1.2.1 | Le secondaire : .....                        | 12 |
| II.1.2.2 | Le Tertiaire : .....                         | 14 |
| II.1.2.3 | le Quaternaire : .....                       | 15 |
| II.1.3   | Aperçu structural : .....                    | 15 |
| II.2     | Géologie locale : .....                      | 16 |
| II.2.1   | localisation et limites : .....              | 16 |
| II.2.2   | Aperçu géologique : .....                    | 17 |
| II.2.3   | Lithostratigraphie : .....                   | 18 |
| II.2.3.1 | Le Secondaire : .....                        | 20 |
| II.2.3.2 | Le Tertiaire : il est représenté par : ..... | 21 |
| II.2.3.3 | Le Quaternaire : est représenté par .....    | 21 |
| II.2.4   | Aperçu structurale : .....                   | 21 |

|              |    |
|--------------|----|
| Conclusion : | 23 |
|--------------|----|

## Chapitre III: hydroclimatologie

|                                                              |           |
|--------------------------------------------------------------|-----------|
| Partie.A. : Caractéristiques morphométriques :               | 24        |
| <b>Introduction :</b>                                        | <b>24</b> |
| III.1. Localisation et limites :                             | 24        |
| III.2 Paramètres morphométriques :                           | 25        |
| III.2.1. Superficie « A » :                                  | 25        |
| III.2.2. Périmètre « P » :                                   | 25        |
| III.2.3. Indice de compacité (indice de GRAVELIUS) « KC »:   | 25        |
| III.2.4. Le relief :                                         | 25        |
| III.2.4.1 La courbe hypsométrique :                          | 25        |
| III.2.5. Le rectangle équivalent :                           | 27        |
| III.2.5.1 : Longueur équivalente :                           | 27        |
| III.2.5.2. : Largeur équivalente :                           | 27        |
| III.2.6 Dénivelée simple « D »:                              | 29        |
| III.2.7. Les indices de pente :                              | 29        |
| III.2.7.1. . Indice de pente globale «Ig »:                  | 29        |
| III.2.7.2. Indice de pente moyenne « I m »:                  | 30        |
| III.2.8. Dénivelée spécifique «DS »:                         | 30        |
| Conclusion :                                                 | 31        |
| Partie -B- Etude climatique :                                | 32        |
| Introduction :                                               | 32        |
| III.1. Caractéristiques de la station météorologique :       | 32        |
| III.2. Etude des paramètres climatiques :                    | 32        |
| III.2.1. Les précipitations :                                | 32        |
| (a) Les précipitations moyennes annuelles :                  | 33        |
| (b) Les précipitations moyennes mensuelles et saisonnières : | 34        |
| III.2.2. Température :                                       | 35        |
| (a) Les températures moyennes annuelles :                    | 35        |
| (b) Les températures moyennes mensuelles :                   | 36        |
| III.2.3 Diagramme Ombrothermique (pluviothermique) :         | 37        |
| III.2.4 L'humidité (méthode d'Euverte) :                     | 38        |
| III.2.5 L'indice d'aridité annuel de MARTONE (1923) :        | 39        |

|              |                                                           |    |
|--------------|-----------------------------------------------------------|----|
| III.2.6      | Calcul des paramètres du bilan: .....                     | 40 |
| III.2.6.1.   | Etude de l'évapotranspiration: .....                      | 40 |
| (a)          | Calcul de l'évapotranspiration potentielle (ETP) : .....  | 41 |
| (b)          | Calcul de l'évapotranspiration réelle (ETR) : .....       | 42 |
| (c)          | Estimation de la réserve facilement utilisable (RFU)..... | 42 |
| III.2.7      | Etablissement du bilan hydrique .....                     | 43 |
| III.2.8      | Calcul du ruissellement (R) .....                         | 44 |
| Conclusion : | .....                                                     | 45 |

### Chapitre IV: hydrogéologie

|                       |                                                            |           |
|-----------------------|------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Introduction :</b> | .....                                                      | <b>46</b> |
| IV.1                  | Description des aquifères potentiels : .....               | 47        |
| IV.1.1                | La nappe phréatique du Quaternaire : .....                 | 47        |
| IV.1.2                | La nappe du Maestrichtien : .....                          | 48        |
| IV.1.3                | La nappe du Turonien : .....                               | 48        |
| IV.2                  | Carte d'inventaire des points d'eau : .....                | 50        |
| IV.3                  | Etude piézométrique : .....                                | 50        |
| IV.4                  | Evolution de la piézométrie entre 2011 et 2017 : .....     | 53        |
| IV.5                  | Les caractéristiques hydrodynamiques de l'aquifère : ..... | 53        |
| IV.5.1                | Calcul de Transmissivité : .....                           | 54        |
| IV.5.2                | Interprétation des résultats des essais : .....            | 55        |
| Conclusion :          | .....                                                      | 56        |

### Chapitre V: hydrochimie

|                |                                                 |    |
|----------------|-------------------------------------------------|----|
| Introduction : | .....                                           | 57 |
| V.1            | Etude des paramètres physico- chimiques : ..... | 58 |
| V.1.1          | Paramètres physiques : .....                    | 58 |
| V.1.1.1.       | Température de l'eau: .....                     | 58 |
| V.1.1.2.       | La conductivité .....                           | 59 |
| V. 1.1.3       | La minéralisation: .....                        | 59 |
| V.1.1.4        | Le potentiel hydrogène.....                     | 60 |
| V.1.1.5.       | La dureté totale $\Delta HT$ .....              | 61 |
| V.1.2          | Paramètres chimiques : .....                    | 61 |

## Table de matière

---

|                              |                                                                        |           |
|------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-----------|
| V.1.2.1                      | Les cations: .....                                                     | 61        |
| (a)                          | Le Calcium ( $\text{Ca}^{++}$ ): .....                                 | 61        |
| (b)                          | Magnésium ( $\text{Mg}^{++}$ ) : .....                                 | 62        |
| (c)                          | Le Sodium 250 et Potassium 15 ( $\text{Na}^+$ ; $\text{K}^+$ ) : ..... | 62        |
| V.1.2.2                      | Les Anions : .....                                                     | 63        |
| (a)                          | Les Chlorures ( $\text{Cl}^-$ ) : .....                                | 63        |
| (b)                          | Les Bicarbonates ( $\text{HCO}_3^-$ ) : .....                          | 64        |
| (c)                          | Les sulfates ( $\text{SO}_4^{--}$ ) : .....                            | 64        |
| V.2                          | Classification des eaux : .....                                        | 64        |
| V.2.1                        | Classification des eaux d'après STABLER : .....                        | 64        |
| V.2.2                        | Classification des eaux d'après Schoeller-Berkaloff : .....            | 67        |
| V.2.3                        | Classification des eaux d'après PIPER : .....                          | 69        |
| Conclusion :                 | .....                                                                  | 71        |
| <b>Conclusion générale :</b> | .....                                                                  | <b>72</b> |
| <b>Bibliographie :</b>       |                                                                        |           |
| <b>ANNEXES</b>               |                                                                        |           |