

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieure 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 en Hydrogéologie Appliquée

THEME:

Invasion saline au niveau de la nappe côtière
Lota - Souk El Tenine

Présenté par :

Zidani Amel
Sahki Djamila

DEVANT LE JURY:

Président	Dr. Hadji Riheb	MCA UFAS
Examineur	Mr. Hamlaoui Mahmoud	MAA UFAS
Encadreur	Mr. Bellouche M^{ed} Amokrane	MAA UFAS
Co-encadreur	Mr. Messahli Said	Chef de service de la DRE de Bejaia

Promotion : 2016/2017

SOMMAIRE

Introduction générale.....	1
----------------------------	---

Chapitre I : Cadre géographique et géologique

I.1. Cadre géographique.....	3
I.1.1. Situation géographique.....	3
I.1.2. Population.....	3
I.2. Etude biophysique	4
I.2.1. Relief et Géomorphologie.....	4
I.2.2. Réseau hydrographique.....	4
I.2.3. Climat et végétation.....	4
I.3. Cadre géologique.....	5
I.3.1. Géologie régionale.....	5
I.3.1.1. La chaîne des Maghrébides.....	5
I.3.1.1.1. Les zones internes.....	6
I.3.1.1.2. Le domaine des flyschs.....	6
I.3.1.1.3. Les zones externes.....	6
I.3.2. Stratigraphie et lithologie du secteur d'étude.....	7
I.3.2.1. Terrains sédimentaires.....	7
I.3.2.1.1. Trias.....	7
I.3.2.1.2. Jurassique.....	7
I.3.2.1.3. Crétacé.....	8
I.3.2.1.4. Néogène.....	8
I.3.2.1.5. Quaternaire.....	8
I.3.2.2. Les terrains éruptifs.....	9
I.3.2.3. Les terrains métamorphiques.....	9
I.3.3. Conclusion.....	10

Chapitre II: Hydroclimatologie

II.1. Introduction.....	11
II.2. Stations et données utilisées.....	11
II.3. Localisation de la zone d'étude par rapport au bassin versant.....	11
II.4. Etude des paramètres climatiques.....	12
II.4.1. Précipitations.....	12
II.4.1.1. Répartition des précipitations moyennes mensuelles.....	12
II.4.1.2. Répartition saisonnière des précipitations.....	13
II.4.1.3. Répartition des précipitations moyennes annuelles.....	14
II.4.1.4. Coefficient pluviométrique annuel (CP).....	14
II.4.2. Températures.....	16
II.4.2.1. Répartition des températures moyennes mensuelles.....	16
II.4.2.2. Répartition des températures moyennes annuelles.....	17
II.4.3. Vent.....	18
II.4.4. L'humidité de l'air.....	18

II.4.5.	Durée d'insolation.....	19
II.4.6.	L'évaporation.....	20
II.5.	Régime climatique.....	21
II.5.1.	Diagramme ombrothermique.....	21
II.5.2.	Indice d'aridité d'Emmanuelle DE.MARTONNE.....	21
II.5.3.	Classification bioclimatique d'Emberger.....	23
II.6	Evapotranspiration.....	24
II.6. 1.	Estimation de l'évapotranspiration potentielle.....	25
II.6.1.1.	Calcul d'ETP mensuelle.....	25
II.6.2.	Estimation de l'évapotranspiration réelle.....	26
II.6.2.1.	Calcul de l'ETR à partir des formules empiriques.....	26
II.7.	Estimation du bilan hydrologique.....	27
II.7.1.	Etablissement du bilan hydrologique (Bilan de Thornthwaite).....	28
II.7.2.	Estimation du ruissellement.....	30
II.7.3.	Estimation de l'infiltration.....	30
II.8.	Conclusion.....	31

Chapitre III: Géophysique

III.1.	Introduction.....	32
III.2.	Réinterprétation des données géophysiques.....	32
III.2. 1.	Les cartes de résistivités apparentes.....	32
III.2.1.1.	Carte AB = 40 m.....	33
III.2.1.2.	Carte AB = 200 m.....	34
III.2.1.3.	Carte des alluvions résistantes.....	35
III.3.	Les profils géo-électriques.....	36
III.3.1.	Coupe JK.....	36
III.3.2.	Coupe O.....	36
III.3.3.	Coupe S.....	37
III.4.	Conclusion.....	38

Chapitre IV : Hydrogéologie

IV.1.	Introduction.....	39
IV.2.	Les formations aquifères.....	39
IV.3.	Description des formations aquifères.....	39
IV.3.1.	Les formations dunaires.....	39
IV.3.2.	La formation aquifère des alluvions.....	39
IV.3.3.	Alimentation de la nappe superficielle.....	39
IV.3.4.	Décharge de la nappe.....	40
IV.4.	Inventaire des points d'eau.....	40
IV.5.	La Piézométrie.....	41
IV.5.1.	Interprétation de la carte piézométrique.....	41
IV.5.1.1.	Gradient hydraulique.....	42
IV.6.	Etude des caractéristiques hydrogéologiques.....	43
IV.6.1.	Pompage d'essai.....	43
IV.6.1.1.	Caractéristiques du pompage d'essai.....	44
IV.7.	Conclusion.....	46

Chapitre V : Hydrochimie

V.1.	Introduction.....	48
v.2.	Matériels et méthodes.....	48
v.2.1.	Présentation du lieu du stage.....	48
v.2.2.	Méthodes d'échantillonnage.....	48
v.2.2.1.	Géo-localisation des points d'eau	48
v.2.2.2.	Lieux et dates de prélèvement	48
v.2.2.3.	Méthode de prélèvement des échantillons	49
v.3.	Méthodes d'analyses.....	50
v.3.1.	Détermination des paramètres Organoleptiques	50
v.3.2.	Mesure des paramètres physiques	50
v.3.3.	Analyse chimique	51
v.3.3.1.	Détermination du titre alcalimétrique simple (TA)	51
v.3.3.2.	Détermination du titre alcalimétrique complet (TAC)	51
v.3.3.3.	Détermination du titre hydrotimétrique ou ou dureté totale (TH)	51
v.3.3.4.	Détermination du dosage en éléments majeurs	51
v.3.3.4.1.	Les cations.....	51
v.3.3.4.2.	Les anions	52
v.3.3.5.	Détermination du dosage en éléments indésirables	52
v.3.3.6.	Détermination du dosage en éléments de pollution	52
v.3.4.	Logiciels utilisés	52
v.3.4.1.	Logiciel Diagramme	52
v.3.4.2.	Logiciel Surfer	53
v.4.	Résultats et discussions	53
v.4.1.	Paramètres organoleptiques	53
v.4.2.	Paramètres physiques	53
v.4.3.	Paramètres chimiques.....	56
v.4.3.1.	Les éléments majeurs.....	56
v.4.3.1.1.	Les cations.....	56
v.4.3.1.2.	Les anions	58
v.4.3.2.	Les éléments indésirables	59
v.4.3.3.	Les éléments de pollution	60
v.4.3.4.	Les caractéristiques chimiques	60
v.4.3.4.1.	La dureté totale (TH)	60
v.4.3.4.2.	Le titre alcalimétrique simple (TA) et le titre alcalimétrique complet (TAC).....	61
v.4.3.5.	La classification chimique des eaux.....	62
v.4.3.5.1.	Classification de Stabler	62
v.4.3.5.2.	Classification de Schoeller-Berkaloff	64
v.4.3.5.3.	Classification de Piper.....	68
v.4.3.6.	Etude des valeurs relatives	69
v.4.3.6.1.	Etude des rapports caractéristiques	69
v.4.3.6.2.	Indice d'échange de base (i.e.b)	70

V.4.3.7. Classification des eaux d'irrigation	71
v.5. Conclusion.....	73
Conclusion générale et recommandations.....	74
Références bibliographiques	
Annexes	

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GENERALE ET RECOMMANDATIONS

La présente étude, qui a porté sur une partie de la plaine côtière de Souk el Tenine, a abouti aux conclusions suivantes :

Sur le plans géographique, la zone d'étude fait partie des plaines côtières de Bejaia. Elle occupe un endroit stratégique du point de vu agricole, et touristique. C'est l'une des régions les plus arrosées de l'Algérie caractérisée par un climat subhumide et se trouve dans une zone hydrogéologique des montagnes plissées du littoral méditerranéen.

L'étude géologique de la région a montrée que toute la plaine est entièrement recouverte d'un matériel alluvionnaire du remplissage quaternaires étant constitué de limons, d'argiles, de sables, de graviers et de galets d'une épaisseur moyenne de 50 m qui est plus importante en aval qu'en amont de la plaine. Les bordures de la plaines son constituées par des formations marneuses et schisteuses du crétacé et des calcaires et dolomies du jurassique.

Le bilan hydrologique de la région étudiée nous a permis d'avoir le taux d'alimentation de la nappe qui est estimé à 11% d'infiltrations directe à partir des précipitations et par inféro-flux à partir de l'oued Agrioun.

D'après l'étude géophysique, les zones favorables à l'exploitation des eaux sont celles trouvées au piémont du massif et au centre de la plaine pour les forages moyens à profonds (entre 10 et 60 m) contrairement à la partie Nord de la plaine ou il faut réaliser des puits qui ne dépassent pas 10 m de profondeur, afin de ne pas aboutir au biseau salé.

Du point de vue hydrogéologique la nappe est libre et à partie de l'étude piézométrique ces eaux s'écoulent généralement du Sud vers le Nord avec quelques variations locales au niveau des oueds.

Sur le plan hydrodynamique, l'interprétation des essais de pompages nous a permis l'estimation des coefficients de perméabilité et de transmissivité qui sont bons et caractérisent celles des terrains alluvionnaires avec des valeurs de $3,14 \times 10^{-5}$ m/s et $1,40 \times 10^{-3}$ m²/s respectivement.

Les résultats d'analyses chimiques des eaux souterraines de la plaine nous ont montré qu'on a une dominance du facies bicarbonaté calcique qui est lié à la nature géologique du réservoir et au lessivage des formations carbonatées du massif de bordure.

Sur le plan chimique les eaux de la plaine sont propres à la consommation.

CONCLUSION GENERALE ET RECOMMANDATIONS

Les fortes valeurs de la minéralisation ne dépassant pas les normes, se montrent au Nord de la plaine indiquant une légère invasion saline. Ces valeurs se montrent aussi au centre de la plaine où on a une importante activité agricole elles sont sûrement dues à l'utilisation excessive des engrais. Cette importante minéralisation peut être aussi le résultat d'un lessivage des terrains traversés.

On conclut donc que notre zone d'étude n'est pas réellement confrontée à un problème de salinité due à l'intrusion des eaux de mer, ce qui veut dire qu'on a une bonne gestion des ressources en eau sans aucune surexploitation au niveau des forages et puits.

En fin, pour éviter le phénomène de l'invasion marine et pour une meilleure gestion des ressources en eau dans la plaine nous recommandons les propositions suivantes :

- Les sondages ne doivent pas être profonds.
- Ne pas dépasser les débits d'exploitation déterminés par la DHW de Bejaia.
- Faire une installation d'un système flotteur au niveau des puits pour ne pas dépasser le débit critique.
- Pour l'irrigation utiliser les bacs d'eau à ciel ouvert pour éviter les pompes régulières.
- Contrôler l'utilisation des engrais qui constituent un risque de contamination des eaux souterraines.
- Plusieurs forages ne sont pas en exploitation, car ils sont ensablés. Les nouveaux forages nécessiteraient donc des précautions particulièrement au niveau des crépines (utiliser les crépines du type Johnson possédant un slot réduit) et gravillonnage.
- Faire des campagnes d'échantillonnages pour l'étude hydrochimique qui couvrira toute la plaine et précisément sur les points d'eau les plus proches de la mer, non seulement en surface mais aussi à différentes profondeurs, et cela périodiquement afin de suivre l'évolution de la qualité des eaux d'une manière générale et la progression éventuelle de l'eau de mer dans la nappe.
- La réalisation d'une étude hydrodynamique plus poussée afin de mieux comprendre les caractéristiques hydrodynamiques et bien déterminer la relation eau douce-eau salée en :
 - équipant chaque forage par des piézomètres.

CONCLUSION GENERALE ET RECOMMANDATIONS

- réaliser des essais de pompage de longue durée et effectuer des relevés piézométriques pendant les périodes des hautes et basses eaux pour pouvoir évaluer les réserves régulatrices de la nappe.
- Pour améliorer la potabilité et éviter la pollution on propose après épuration d'utiliser ces eaux pour l'irrigation et en même temps l'alimentation artificielle de la nappe, cette mesure permettra en outre de lutter contre l'invasion de l'aquifère par les eaux salées marines.