

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

THEME:

**Impact d'un barrage sur la qualité des eaux souterraine
en aval, Nord Algérie (Barrage Béni Haroun)**

Présenté par :

Mahfoudi Djamel

DEVANT LE JURY:

Président : **Mr Bersi Mohand** – Maître de conférences B - U.Sétif 1.

Encadreur : **Mr Demdoun Abdslam** - Professeur - U.Sétif 1.

Examineur : **Mr Bellouche Mohamed Amokrane** MCB - U.Sétif 1.

Promotion : 2019/2020

ملخص

يهدفُ موضوعُ بحثنا إلى دراسة مدى تأثير المياه السطحية لسد بني هارون على المياه الجوفية من الناحية الكمية و النوعية ، ينتمي السد إلى مستجمع المياه بني هارون الواقع شمال شرق الجزائر في منطقة تتميز بمناخ شبه رطب إلى شبه جاف مع معدل تساقطات للأمطار بلغ 800 ملم في حين قاربت نسبة التبخر (النتج) نحو 1000 ملم. يتربع مستجمع المياه على مساحة قدرها 5320 كم² ليحتلّ بذلك منصبا جيولوجيا و هيدروجيولوجيا هاما، بحيث يتميّز بوفرة الموارد المائية سواءا منها السطحية (وديان، سدود)، أو الجوفية (جيوب مائية سطحية، جيوب كارستية ، النيرت القسنطيني...).

الرّصد المتتالي لمنسوب المياه الجوفية أثبت وجود تسربات أسفل السد و خاصّة في الضفّة اليسرى للدّعامة و ذلك عن طريق الإنكسارات و التشققات و كذا نقطة الإتصال بين الحجر الكلسي و المارل الباليوساني، مما أدّى إلى ارتفاع منسوب مياه الخزّانات الجوفية المجاورة للسد و كذلك بالنسبة للمائدة الجوفية لواد النجا، متأثراً بكميّة التساقطات المعتبرة التي شهدتها المنطقة في السنوات الماضية.

الدراسة الهيدروكيميائية أظهرت سحنةً كبريتية على مستوى مياه السد و كذلك بالنسبة للمائدة الجوفية لواد النجا متأثرة بالبيئات الترياسية، كما أظهرت الدراسة سيادة السّحنة البيكاربونية الكلسية جوار السد نتيجة لانحلال و ذوبان البيئات الكربونية.

الكلمات المفتاحية : سد بني هارون، جيوب مائية سطحية، جيوب كارستية، النيرت القسنطيني، العلاقة بين السد و المياه الجوفية.

Abstract

This present work aims to study the Impact of a dam on the quality of groundwater downstream, the case of the Beni Haroun dam located in the North-Eastern of Algeria, in a sub-humid to semi-arid region with precipitation of 800 mm and evapotranspiration of 1000 mm.

The Beni Haroun watershed occupies a strategic location from a geological and hydrogeological point of view with a surface area of 5320 km², characterized by a high potentialities of surface water (Oued Rhumel, Oued Endja...) and groundwater (alluvial aquifers of Oued Endja, karst aquifer and Constantinian neritic).

The result of the piezometric monitoring at the level of the piezometers installed in the dam site gives an overview of the infiltration of the dam water towards the karst representing the seal of the dike. The last dry years have allowed the filling of the dam and thereby the increasing of the piezometric level in the aquifers located directly below the dam and the inferoflux of Oued Endja

The chemical study of water has shown that the alluvial aquifer and the water of the dam are characterized by a sulphate facies while the karst aquifer has been influenced by the carbonated formations (calcic carbonated facies).

Keywords : Beni Haroun dam , groundwater, relationship between the dam and the water Constantinian neritic, karstik .

Résumé

Ce présent travail a pour but d'étudier l'Impact d'un barrage sur la qualité des eaux souterraine en aval, le cas du barrage de Béni Haroun situé au Nord-Est Algérien, dans une région sub-humide a semi-aride avec des précipitations de 800 mm et évapotranspiration de 1000 mm.

Le bassin versant Béni Haroun occupe un endroit stratégique du point de vue géologique et hydrogéologique avec une superficie de 5320 Km², caractérisée par un comportement riche de ressource en eau soit eau de surface (oueds, barrage) soit eaux souterraines (nappes alluviales, nappe karstique et le néritique constantinois).

Le résultat du suivi piézométrique au niveau des piézomètres installés au site du barrage donne un aperçu sur l'infiltration des eaux du barrage vers le karst représentant l'assise de la digue. Les dernières années humides ont permis le remplissage du barrage et par là même, la remontée du niveau piézométrique dans les aquifères situés à l'aplomb du barrage ainsi que celui de la nappe de l'inféoflux de l'Oued Endja.

L'étude hydrochimique montre que la nappe alluviale et l'eau du barrage se caractérisé par un faciès sulfaté calciques alors que l'aquifère karstique est caractérisé par un faciès dominant bicarbonaté calcique.

Mots clés : Barrage Béni Haroun , nappe , relation barrage – nappe, néritique constantinois, karst .

TABLES DES MATIERES

Pages.

Introduction générale17

Chapitre I : Cadre Géographique

I.1	Situation géographique	2
I.2	Climat et réseau hydrographe	3
I.3	Le couvert végétal.....	4
I.4	Aperçu socio –économique.....	4
I.5	Aperçu sur le barrage béli haroun	5
I.5.1	Etudes	5
I.5.1.1	L'étude d'avant projet détaillé (A.P.D) :	5
I.5.2	Les travaux	6
I.6	Orographie et paramètres morphométriques.....	7
I.6.1	Caractéristiques générales du bassin	7
I.6.2	Morphologie du bassin versant	8
I.6.2.1	Le relief.....	9
I.6.2.1.1	Ensemble des hautes altitudes.....	9
I.6.2.1.2	Ensembles de basses altitudes.....	10
I.6.2.1.3	Ensemble intermédiaire	10
I.6.3	Paramètres morphométriques	10
I.6.3.1	Les indices de taille et de forme	10
I.6.3.2	Indice de compacité de Gravelius «KG»	10
I.6.3.3	Le rectangle équivalent.....	11
I.6.4	Les pentes	12
I.6.4.1	Les pentes faibles (<5°)	12
I.6.4.2	Les pentes moyennes (5° à 25°)	12
I.6.4.3	Pentes fortes (25° à 35°)	12
I.6.4.4	Pentes très fortes (>35°)	13
I.6.4.5	Indice de pente global.....	13
I.6.5	Les indices de l'organisation du réseau hydrographique	14
I.6.5.1	Temps de concentration.....	15

I.6.5.2	vitesse d'écoulement d'eau.....	15
I.6.5.3	Le coefficient de torrentialité	15
I.6.5.4	La densité du drainage	16
I.7	Le réseau hydrographique :.....	16
I.8	Profil en long du cours d'eau principal du bassin versant Béni Haroun.....	17
I.9	Conclusion :	18

Chapitre II : Cadre Géologique

II.1	Introduction.....	19
II.2	Géologie régionale	19
II.2.1	Les zones internes	20
II.2.1.1	Le Socle kabyle	20
II.2.1.2	La dorsale kabyle.....	20
II.2.2	Le zones médiane ou domaine des Flysch.....	20
II.2.3	Les zones externes.....	22
II.2.3.1	Le domaine tellien	23
II.2.3.1.1	Unité Ultra-tellien	23
II.2.3.1.2	Unité telliennes (sensu stricto).....	23
II.2.3.1.3	Unités Péni-telliennes	23
II.2.3.2	Le domaine néritique	24
II.2.3.3	Le domaine des Sellaoua	24
II.2.3.4	Le domaine atlasique	24
II.3	Géologie locale	25
II.3.1	Localisation de la zone d'étude	25
II.3.2	Description lithostratigraphique.....	27
II.3.2.1	Trias exotique ou extrusifs	27
II.3.2.2	Les nappes de flysch.....	27
II.3.2.2.1	La nappe Numidienne	27
II.3.2.2.2	Nappe de flysch Massylien	27
II.3.2.3	Les nappes telliennes	28
II.3.2.3.1	La nappe ultra tellienne.....	28
II.3.2.3.2	La nappe tellienne sensu stricto	28
II.3.2.3.3	La nappe péni-tellienne.....	28
II.3.2.3.4	La nappe néritique constantinoise.....	29
II.3.2.4	Les unités allochtones sud constantinoises.....	30

II.3.2.4.1	Lame à faciès intermédiaire du Dj. Djaffa.....	30
II.3.2.4.2	Unités à dominante marneuse et marne calcaire	30
II.3.2.5	Les séries post nappes.....	30
II.3.2.5.1	Le Miocène moyen, laguno lacustre	31
II.3.2.5.2	Le Miocène supérieur continental (Pontien).....	31
II.3.2.6	Le Quaternaire	31
II.4	Etude structural	33
II.4.1	Les nappes telliennes.....	33
II.4.2	La nappe numidienne	33
II.4.3	Les nappes telliennes sensu- stricto	33
II.4.4	La nappe péni-tellienne :	33
II.4.5	La famille E-W	34
II.4.6	La famille N-S	34
II.4.7	la famille NE-SW	34
II.4.8	La famille NW-SE.....	34
II.5	Etude tectonique	35
II.5.1	Les évènements tectoniques du Mésozoïque	35
II.5.1.1	Le Trias.....	35
II.5.1.2	Jurassique inférieur.....	36
II.5.1.3	Jurassique supérieur.....	36
II.5.1.4	Cénomanién inférieur	36
II.5.1.5	Sénonien inférieur-Santonien	36
II.5.1.6	Maestrichtien	36
II.5.2	Les évènements du Tertiaire	36
II.5.2.1	La phase fini- Lutétien.....	36
II.5.2.2	La phase Miocène inférieur	37
II.5.2.3	La phase du Miocène supérieur	37
II.5.3	La tectonique récente	37
II.6	Conclusion	38

Chapitre III : Cadre Climatique

III.1	Introduction.....	39
III.2	Aperçu sur le climat.....	39
III.3	Les données disponibles	41
III.4	Etude de caractéristique climatique	41

III.4.1	Les précipitations	41
III.4.1.1	La pluviométrie moyenne annuelle.....	41
III.4.1.2	Précipitation moyennes mensuelles	44
III.4.2	Température	46
III.4.3	Relation «Température –Précipitation»	47
III.4.3.1	La courbe Ombro-Thermique (Gaussen et Bagnouls).....	47
III.4.3.2	Méthode d’Euverte.....	48
III.4.3.3	Indice de De Martonne.....	49
III.5	Le bilan hydrologique	51
III.5.1	L’évapotranspiration	51
III.5.1.1	Évapotranspiration potentielle « ETP »	51
III.5.1.2	L’évapotranspiration réelle «ETR».....	52
III.5.1.2.1	Formule de Turc.....	53
III.5.1.2.2	Formule de Coutagne	53
III.5.1.2.3	méthode de Thornthwaite.....	54
III.5.2	paramètres de bilan hydrologique	56
III.6	Conclusion	57

Chapitre IV : Cadre Hydrogéologique

IV.1	Introduction.....	58
IV.2	Description des aquifères régionales	58
IV.2.1	Les aquifères superficiels	58
IV.2.2	Les aquifères profonds	59
IV.2.2.1	Les aquifères des séries telliennes type nappe de Djemila	59
IV.2.2.2	Les aquifères des séries péni-telliennes	59
IV.2.2.3	Les aquifères du néritique constantinois.....	60
IV.2.2.3.1	Constituants du réservoir	60
IV.2.2.3.2	Couverture du réservoir	60
IV.2.2.3.3	Substratum du réservoir	61
IV.3	Description des aquifères locaux	62
IV.3.1	L’aquifère Karstique	62
IV.3.1.1	Généralités sur le karst.....	63
IV.3.1.2	Structure et fonctionnement des aquifères karstiques.....	63
IV.3.2	Caractérisation de l’aquifère karstique avant la construction du barrage	64
IV.3.2.1	Structure et géométrie du réservoir.....	64

IV.3.2.2	Relation fracture- alimentation et recharge d'aquifère	65
IV.3.2.3	Piézométrie de l'aquifère	65
IV.3.2.4	Gradient hydraulique	66
IV.3.3	Caractérisation de l'aquifère karstique après la construction du barrage.....	66
IV.3.3.1	Circulation d'eau dans l'aquifère.....	66
IV.3.3.2	Mesures de perméabilité en forage	68
IV.4	Relation barrage-nappe	70
IV.4.1	Piézométrie de la nappe.....	70
IV.4.2	Gradient hydraulique.....	72
IV.4.3	Infiltrations à travers la fondation du barrage	72
IV.4.3.1	Le sonar latéral.....	72
IV.4.3.2	La polarisation spontanée	73
IV.5	La nappe alluviale d'oued Enndja.....	73
IV.5.1	Piézométrie de la nappe avant la construction du barrage	74
IV.5.2	Piézométrie de la nappe après la construction du barrage	74
IV.5.3	Coupe hydrogéologique	76
IV.6	Conclusion	77

Chapitre V : Cadre Hydrochimique

V.1	Introduction.....	78
V.2	Différentes sources des ions de l'eau souterraine	78
V.2.1	Les ions majeurs.....	78
V.2.1.1	Calcium (Ca^{2+}) et magnésium (Mg^{2+})	78
V.2.1.2	Sodium (Na^{+}) et potassium (K^{+}).....	78
V.2.1.3	Sulfates (SO_4^{2-}).....	79
V.3	Analyses chimiques	79
V.3.1	Etudes des paramètres physico-chimiques	80
V.3.1.1	Etude des paramètres physiques	80
V.3.1.1.1	Température	80
V.3.1.1.2	Potentiel d'hydrogène «PH».....	81
V.3.1.2	Conductivité électrique.....	82
V.3.1.3	Etude des paramètres chimique	83
V.3.1.3.1	Minéralisations	83
V.3.1.3.2	Alcalinité ou basicité	83
V.3.1.3.3	Dureté totale (DHT).....	83

V.3.2	Les ions chimiques (Voir l'annexe Tableau)	84
V.3.2.1	Les Cations	84
V.3.2.1.1	Calcium Ca^{2+}	84
V.3.2.1.2	Magnésium Mg^{2+}	85
V.3.2.1.3	Sodium et le potassium Na^+ et K^+	85
V.3.2.2	Les Anions	86
V.3.2.2.1	Les Chlorures Cl^-	86
V.3.2.2.2	Les Sulfates SO_4^-	86
V.3.2.2.3	Les Bicarbonate HCO_3^-	87
V.4	L'étude des rapports caractéristiques	87
V.4.1	Le rapport : $\text{rMg}^{++} / \text{rCa}^{++}$	87
V.4.2	Le rapport $\text{rt} : \text{rSO}_4^- / \text{rCl}^-$	88
V.4.3	Le rapport $(\text{r}(\text{Na}^+ + \text{K}^+) / \text{rCl}^-)$	88
V.5	Traitements des résultats des analyses chimiques	88
V.5.1	Diagramme de Stabler	88
V.5.2	Diagramme de piper	89
V.5.2.1	En aval du Barrage	90
V.5.2.2	Plaine d'Oued Enndja	90
V.5.2.3	Eau du barrage	91
V.5.3	Évolution chimique de l'eau souterraine	93
V.6	Conclusion	93
<u>Coclusion générale.....</u>		<u>94</u>