APPORTS DE LA GEOPHYSIQUE POUR LA DETERMINATION DE L'EXTENSION DES AQUIFERES DE LA REGION DE BISKRA.

N.SEDRATI*, Nora BOUCHAHM*, Warda CHAIB*, Assia REZEG*, Rabea SLIMANI*, Lallahoum BENAOUDA * et Larbi DJABRI.**
**Chercheurs CRSTRA. Bp 1682 Biskra 07000*
***Université de Annaba. Département de Géologie.*

RESUME:
Le travail constitue une contribution à la détermination des aquifères et de leurs extensions afin de proposer un mode de gestion des eaux à la ville de Biskra face à la demande en eau et aux effets des changements climatiques et anthropiques (construction des barrages). La méconnaissance des aquifères (extension, lithologie et sollicitations) peut dérouter les gestionnaires de la ressource en eau. Aussi avons nous exploité les résultats des études géophysiques, géologiques et hydrogéologiques réalisées au niveau de la wilaya de Biskra. Ces dernières ont montré que le sous sol de la zone d'étude recèle trois réservoirs aquifères (Quaternaire, Mio-Pliocène et Eocène), situés à diverses profondeurs, aux compositions lithologiques différentes qui compliquent la mise en évidence de leurs relations hydrauliques. La répartition des ouvrages de captage et les quantités d'eau extraites diffèrent d'un niveau à un autre. Nous avons déterminé avec exactitude la position des niveaux aquifères dans leurs environnements géologiques et lithologiques, ce qui permettra de choisir l'implantation future des forages d'eau.

Mots clés : *Biskra, changements climatiques, géophysique, hydrogéologie, aquifère, débit.*

ABSTRACT

THE CONRIBUTIONS OF THE GEOPHYSIC TO DETERMINE THE EXPANSION OF THE AQUIFERS IN THE REGION OF BISKRA.

The present work is a contribution to the determination of the aquifers and their expansions in order to carry out a method of water management in the city of Biskra facing the water demand and the effects of climatic and anthropogenic changes (construction of weirs). The unawareness of aquifers (expansion, lithology and solicitations) may divert the water resources adminastrators . Also, we have used the results of geophysical, geological and hydrogeological researchs undertaked at the wilaya of Biskra. The latter have shown that the basement of the study area contains three aquifer tanks (Quaternary Mio-Pliocene and Eocene), located at various depths, at different lithological compositions which complicate the identification of their hydraulic relations . The distribution of the channeling matters and the extracted quantities of water differ from one level to another. We determined the exact position of aquifer levels in their geological and lithologic environments, which will allow to choose the future implantation of the water drillings.

Keywords: *Biskra, climatic changes, geophysics, hydrogeology, aquifer, Flow*

INTRODUCTION

La région de Biskra est essentiellement agricole et outre le palmier dattier, les cultures sous serre sont abondamment utilisées ce qui nécessite des quantités importantes en eau. Le plan de développement agricole a été d'un apport important à l'agriculture de la région mais a révélé que la ressource en eau souterraine de la région restait mal connue et risquait de poser des problèmes dans le futur. Biskra est située dans la zone Nord –Est du Sahara septentrional et recèle d'importantes ressources en eau. Ces eaux sont contenues dans différents réservoirs aquifères renfermant la nappe superficielle, la nappe des sables du Mio-Pliocène, et la nappe des calcaires du Sénonien supérieur - Eocène inférieur. Les aquifères sont très sollicités par l'agriculture (75%), l'industrie (10%) et l'AEP (15%), cette situation engendre des sorties d'eaux difficilement renouvelables car la région reste très déficitaire en précipitations.

I. Cadre géographique et géologique de la région d'étude :

La région de Biskra est limitée au Nord par la wilaya de Batna, au Sud par les wilayas de Ouargla, d'El Oued, et de Laghouat, à l'Est par la wilaya de Khenchela et à l'Ouest les wilayas de Djelfa et M'sila (Fig.1). La région se caractérise par des terrains sédimentaires, allant à sa base du Barrémien jusqu'au Quaternaire avec des alluvions sableuses et argileuses tandis que le Tertiaire est constitué de bancs de grès et d'argiles sableuses ainsi que des formations calcaires. La tectonique de la région est très cassante avec des failles et des plis d'orientation N-S et NE -SO (in Dekhinat 2005).

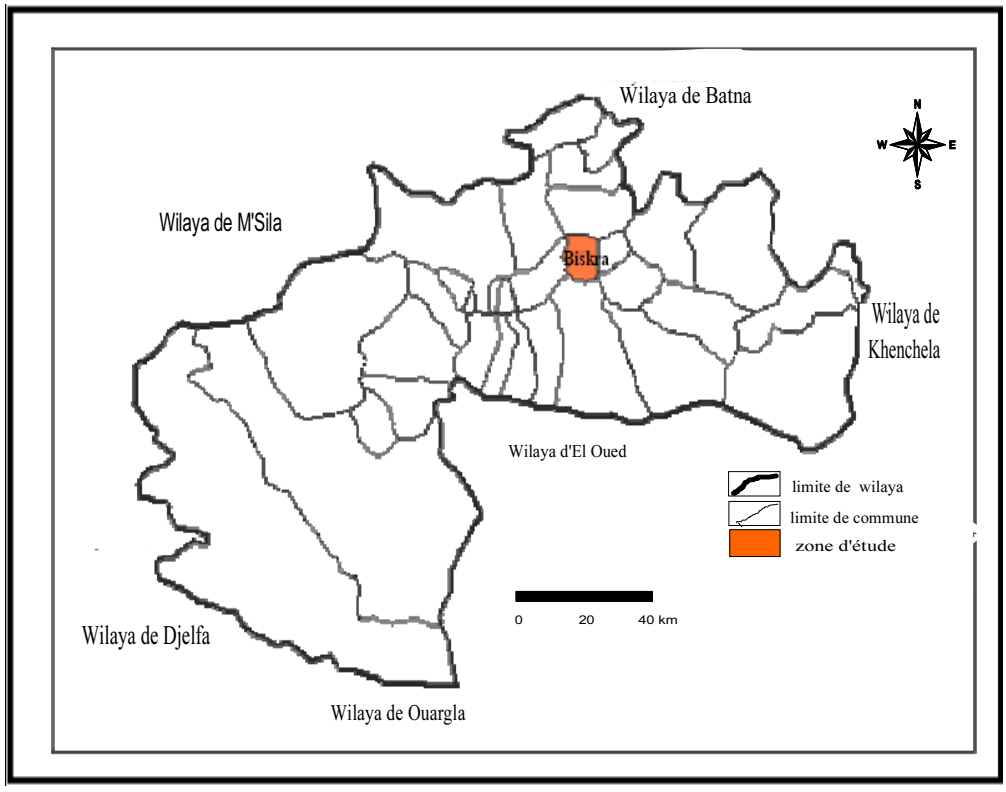


Fig. 1 : Situation géographique de la Wilaya de Biskra.

II-Matériel et Méthodes

Les facteurs climatiques: variations et impacts sur les eaux souterraines

- Précipitations : L'histogramme (fig.2), portant sur les précipitations enregistrées au cours de la période (1990-2007), montre un minimum de 3.35mm caractérisant le mois de Juillet et un maximum de 36.15.8mm pour le mois de Mars.

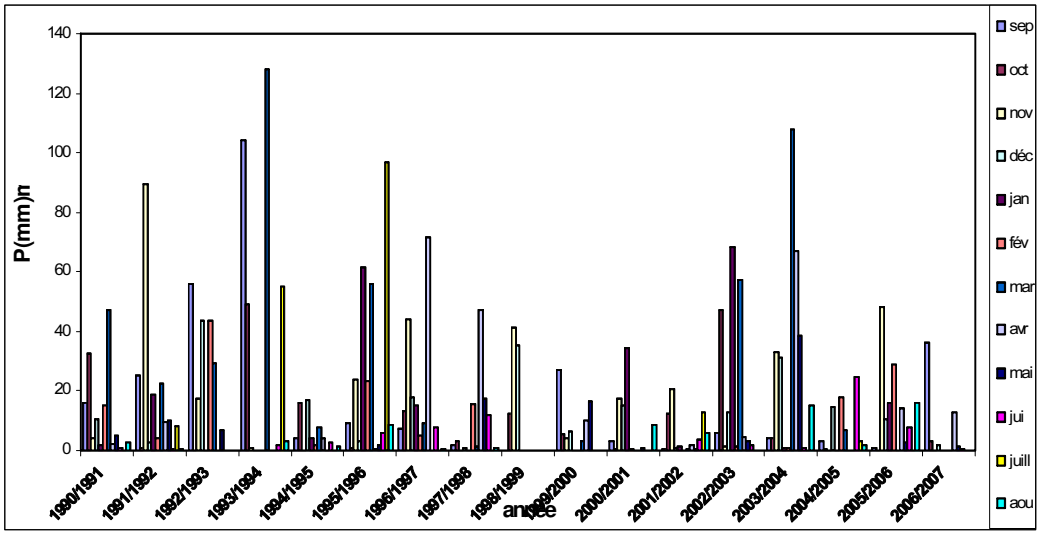


Figure. 2 : Variation annuelle des précipitations de la station de Biskra (1990-2007)

Tableau 1: Précipitations moyennes mensuelles (mm) (ONM 2008).

mois	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai.	Jui.	Juill.	Aou.	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
Précipitation	7,73	14,41	36,15	21,74	3,35	4,36	5,99	10,22	12,38	3,99	20,52	14,28
Température	11,70	13,74	26,84	20,94	26,77	31,66	34,47	33,66	29,23	23,49	17,05	12,46

La température :

La température moyenne minimale est atteinte en janvier avec une valeur moyenne de l'ordre de 6,82 °C, alors que la température moyenne maximale est observée en juillet avec une valeur moyenne de l'ordre de 40,69°C, la température moyenne annuelle pour la période (1990-2007) est de l'ordre de 22,68°C.

Tableau N° 2: La Température moyenne mensuelle,
maximales et minimales à la station de Biskra (1990-2007). (ONM, 2008)

	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai.	Jui.	Juill.	Aou.
Temp. Moyen. C°	29,23	23,49	17,05	12,46	11,70	13,74	17,53	20,94	26,77	31,66	34,47	33,66
Temp. Moyen. Max C°	34,80	29,23	22,40	17,50	16,90	19,48	23,46	26,78	32,54	37,71	40,69	39,50
Temp. Moyen. Min C°	23,55	18,11	12,26	8,1411	6,8235	8,1882	11,447	14,77	19,88	24,70	27,61	27,317

Le diagramme Ombrothermique (fig.3) indique une extension importante de la saison sèche de mai à septembre.

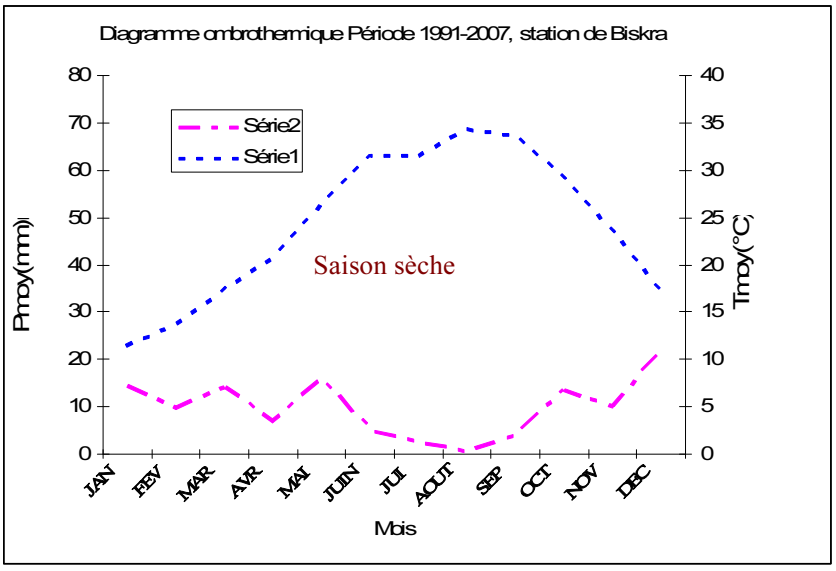
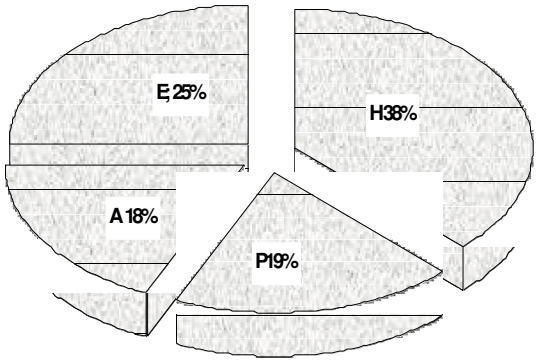


Fig. 3: Courbe Ombrothermique de la Station de Biskra (1990-2007)



HEPA

Fig. 4: Précipitations saisonnières en %
(1990-2007)

***Légende** : H : hiver, P:printemps, E:été, A: automne*

Au niveau de la station de Biskra durant la période (1990-2007) le régime pluviométrique est du type HEPA et qui est caractéristique des régions arides.

III-Les aquifères de la région :

Le sous sol de la région recèle d'importants réservoirs aquifères dont la délimitation reste mal connue, pour lever cette ambiguïté une étude géophysique a été demandée à la compagnie de géophysique I.F.E.S (Icosium Forage Engineering Service) par la wilaya de Biskra. Plus de 1430 sondages électriques en ligne AB variant entre 100 et 4000 mètre (tableau 1) ont été réalisés.

.

NOMBRE DE SONDAGES ELECTRIQUES	LONGUEURS DES LIGNES AB (m)	NOMBRE DE PROFILS
681	2000	98
22	2500	2
130	3000	7
62	4000	19
535	100	19
	Total	**145**

Tableau.2 : Répartition des sondages électriques selon la longueur de ligne AB (D'après Icosium Forage Engineering Service).

Sur chaque sondage et chaque profil les valeurs de résistivité ont été précisées et la nature lithologique a été définie selon l'échelle correspondant au terrain et prédéterminée au préalable. Chaque profil va renseigner sur la succession verticale et horizontale des couches. La répartition des valeurs des résistivités reste un bon indicateur pour la délimitation des zones aquifères.

IV-Résultats et discussions

D'une manière générale les cartes isopaches (fig.4, 5 & 6), montrent une hétérogénéité dans la répartition des épaisseurs, cette dernière dépend de l'extension de la nappe.

En effet, on observe trois zones aquifères situées à différentes profondeurs et à épaisseurs variables, démontrant une hétérogénéité horizontale et verticale des aquifères :

-Carte en isopaches de la nappe du Mio-Pliocène (fig.4) ;

Cette carte montre que le réservoir considéré présente des épaisseurs variables allant de 60 à 420m. Les faibles épaisseurs sont localisées au niveau de la partie Sud-Ouest (Doucen, Netine, Chebket maghlouf), par contre les épaisseurs les plus importantes se situent entre Chegga au Sud et Ain Debba au Nord. Nous notons une chute des épaisseurs d'Est en Ouest.

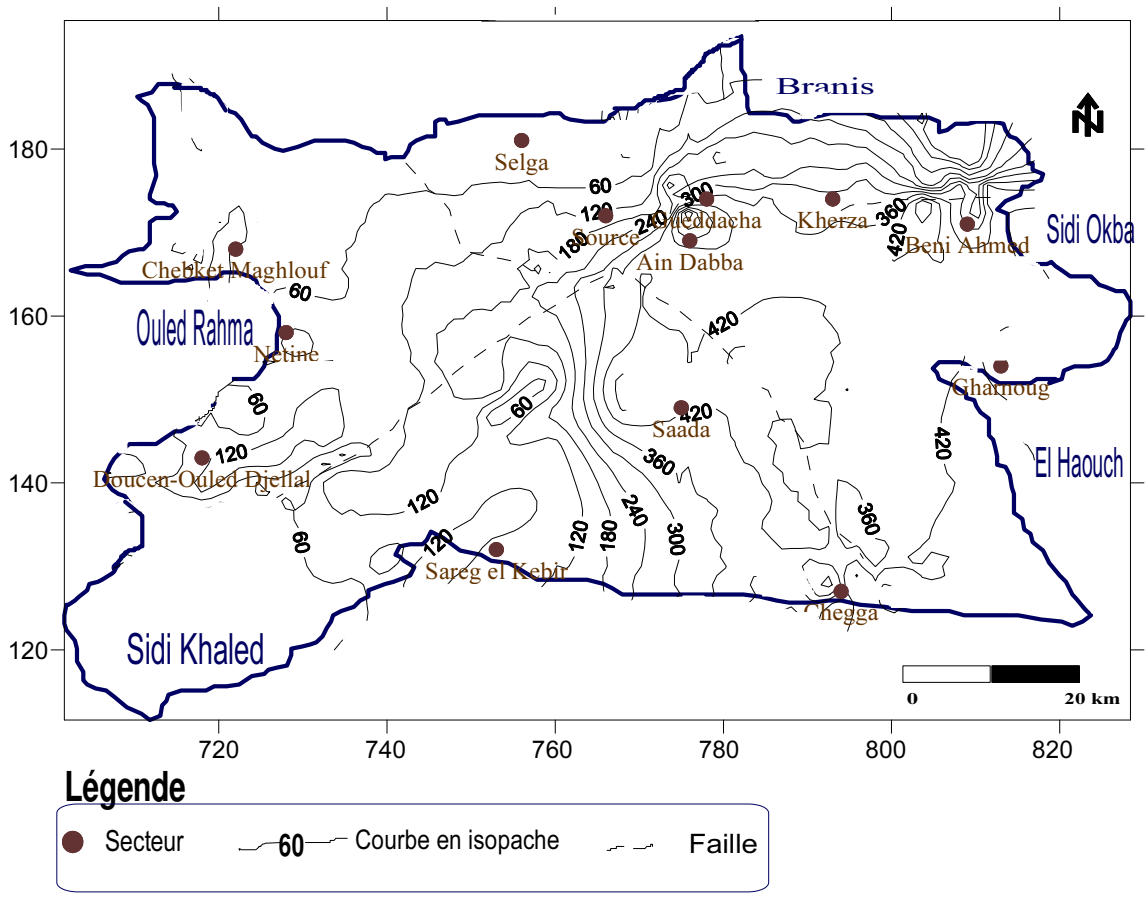


Fig.4 : Carte en isopaches du réservoir de la nappe du Mio-Pliocène : Région de Biskra

-Carte en isopaches de la nappe de l'Eocène inférieur :

Les épaisseurs les plus importantes se situent au Sud Ouest de la région (fig.5), aux alentours de la ligne Doucen Sidi El Kebir. En comparant cette carte à la précédente on remarque que les épaisseurs sont moins importantes, le maximum est de 220m et caractérise la zone nord de Serdj El Kebir. Au niveau des autres zones les épaisseurs sont moins importantes mais la nappe peu receler des ressources non négligeables.

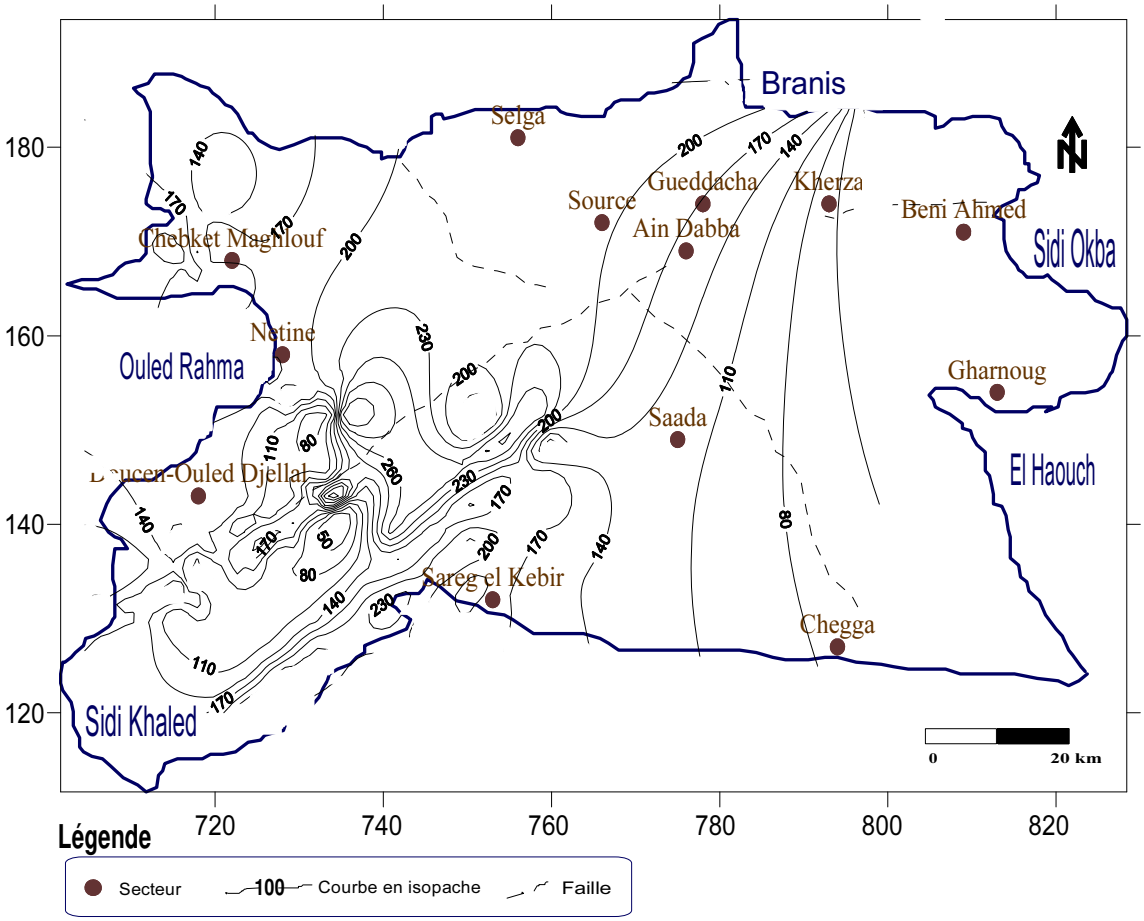


Fig.5 : Carte en isopaches du réservoir de la nappe de l'Eocène inférieur : Région de Biskra

-Carte en isopaches de la nappe du Sénonien supérieur :

L'observation de la carte fig.6, montre des épaisseurs atteignant 220 mètres particulièrement au Sud de Doucen mais l'extension de cet aquifère reste très limitée et s'étale sur 50kilomètres au maximum. Au niveau de la partie Nord le Sénonien supérieur est absent.

La répartition des nappes déterminées à partir de l'étude géophysique montre que la présence de ces dernières suit la flexure

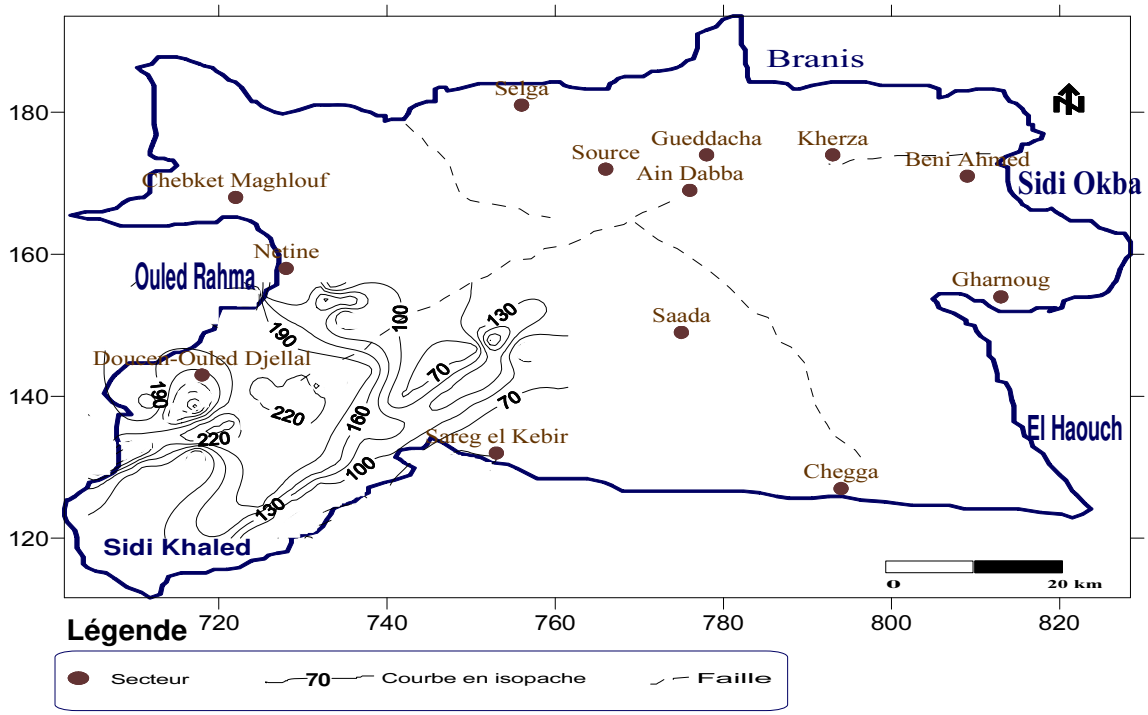


Fig.6 : Carte en isopaches de la nappe du sénonien supérieur : Région de Biskra

V-Etats de l'exploitation des nappes

L'inventaire des points d'eau réalisé par l'ANRH et ABHS, a montré que les nappes sont fortement sollicitées. Le tableau 2, récapitule le nombre d'ouvrages implantés au niveau des différentes nappes.

Nappe captée	Nombre de points d'eau en exploitation
Nappe du Mio-Pliocène	403
Nappe de l'Eocène inférieur	342
Nappe du Sénonien	16

Tableau2 : Bilan de l'état de l'exploitation des nappes.

On remarque que les nappes du Mio-Pliocène et de l'Eocène inférieur restent les plus sollicitées, elles totalisent à elles seules 745 ouvrages.

Répartition géographique des ouvrages :

On remarque que les ouvrages implantés au niveau de la nappe s'alignent selon une direction générale Sud.Ouest–Nord.Est (fig.7), cette direction correspond à la direction des failles et de la flexure Atlasique (fig,8) qui facilitent les entrées et les sorties des eaux souterraines.

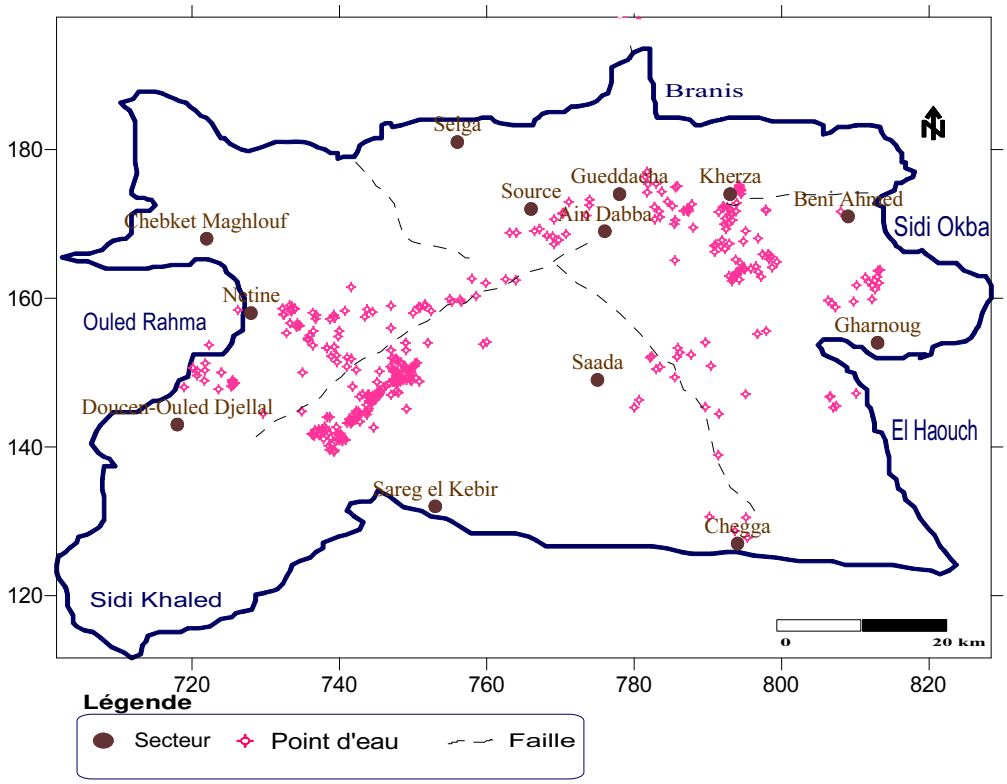


Fig. 7 : Situation des ouvrages en exploitation.

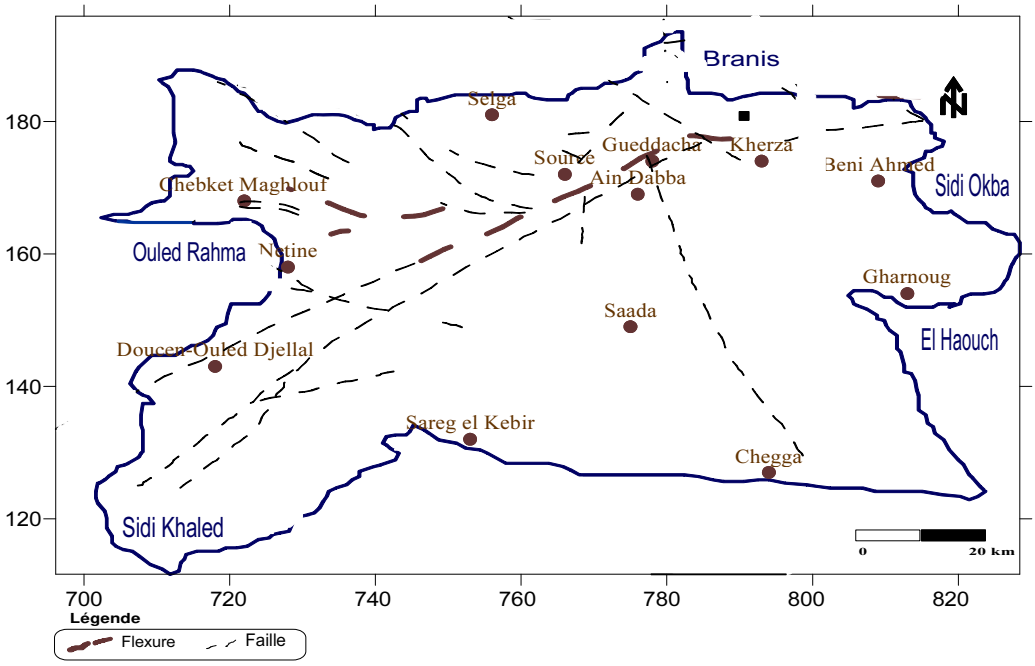


Fig.8 : Situation géographique des failles et de la flexure Atlasique affectant la région.

Estimation quantitative des débits pompés

La sollicitation des nappes, se traduit par l'extraction de quantités importantes d'eau pouvant conduire à une surexploitation de la nappe puis à une dégradation quantitative et qualitative de la ressource. Le tableau 3 récapitule les quantités d'eau pompées à partir des nappes moyennement profondes (30-500m) du Miopliocène et d'éocène inférieur dans la région de Biskra (rapport 01 et ANRH Biskra).

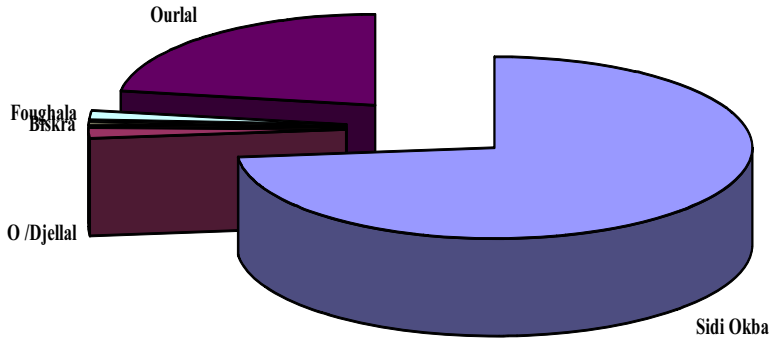
Daira	Nappe du Mio-Pliocène	Nappe de l'Eocène inférieur
Sidi Okba	108.360088 hm3/an	/
O/ Djellal	2.0899098	49.914155 hm3/an
Biskra	0.616411	25.421288
Foughala	2.408616	27.989060
Ourlal	33.434301	10.713339
Total	**147.718514**	**156.043127**

Tableau 3 : débits extraits à partir des forages des nappes du Moi Pliocène et de l' Eocène inférieur.

Total général : 303.76 hm3/an (Région Biskra).

Répartition des débits extraits en fonction des nappes sollicitées

Au niveau de la nappe Mio-Pliocène (fig.9), la région de Sidi Okba est la plus sollicitée, les volumes extraits demeurent très importants. La région de l'Ourlal, reste également très exploitée comparativement à Oued Djelal, Foughala et Biskra (Hamel).



Volume d'eau soutire par daira de la nappe du Miopliocène :30-500m de profondeur (Région de Biskra)

Fig.9 : Répartition des exploitations en eau souterraine

La figure 9 montre que la nappe de l'Eocène inférieur fournit 60% du volume d'eau par contre la nappe du Mio-Pliocène contribue pour 39 %, le reste provient des autres aquifères présents au niveau de la zone d'étude.

CONCLUSION

Ce travail est une contribution à la détermination des aquifères de la région de Biskra. La compilation de plusieurs types d'information permet d'approcher les problèmes de la ressource en eau posés dans la zone d'étude. Les indications fournies par la partie consacrée à la climatologie montrent que la zone est sujette à un manque d'apport en eau par les précipitations ce qui expose les nappes à une très faible recharge. La connaissance de l'extension des aquifères n'a été possible que grâce au dépouillement de l'étude géophysique réalisée dans la région. Les résultats obtenus montrent que la zone d'étude est caractérisée par la présence de trois niveaux aquifères, ces derniers se suivent et se superposent de manière irrégulière. Cela se traduit par une sollicitation différente de ces aquifères. Les ouvrages exploités se localisent près des failles et flexure facilitant probablement une liaison hydraulique entre les aquifères. Du point de vue des apports en eau on remarque que la nappe de l'Eocène inférieur reste la plus sollicitée et fournit le volume le plus important comparativement à la nappe du Mio-Pliocène.

Références bibliographiques

ABHS 2005 : Banque de données des forages de Chott Melghir (Région Biskra). Site www .abhs.dz

ANRH 2006: Etude géophysique : prospection électrique dans la wilaya de Biskra (Site de la région de Biskra, pp6-54

ANRH 1980 : carte hydrogéologue et sa notice explicative de la région de Biskra. P 51

Chebbah M 2007 : Lithostratigraphie, Sédimentologie et modèles de Bassins des dépôts néogènes de la région de Biskra, de part et d'autre de l'accident Sud Atlasique (Ziban, Algérie). Thèse de doctorat d'état de l'université de Constantine. 450 p.

Dekhinat S 2005: Projet de recherche .Rapport Annuel « Etude de potentialités morpho-pédogénétique des sols aurassiens, 150 Pages

Hamel.A 1990 : Essai de synthèse de la carte hydrogéologique du sous bassin de Tolga et sa note explicative, mémoire d'ingénieur de l'université de Annaba. 100 pages.

Gasmi M, Ben Dhia H, Andrieux P.& Amri F. 2004 : contribution de la prospection électrique à l'étude hydrogéologique sur les aquifères dans la plaine de Ségui-Sud (Tunisie méridionale), Sécheresse n° 2, vol 15, pp 201- 208.

Guiraud R 1978 : Le « continental terminal » en Algérie. Ann. Fac. Sc. DAKAR, 131, pp.84-87.

Khadraoui A. 2005 : Eau et sol en algérien –gestion et impact sur l'environnement, deuxième partie (Ressources en eau et en sol), (89-116).

Laffite N 1939 : Etude géologique de l'Aurès. Bull. Sev géol. Algérie. 2 eme ser, Stratigr. Descpt. Région. N° 15, 451p .

Nesson C 1978 : Evolution des ressources hydrauliques dans les Oasis du bas Sahara algérien, in Recherches sur l'Algérie ; Mém. Doc V17, Serv.Doc Cart. Geograph ; Ed. CNRS ; pp 7-98.

Rapport 01 : Impact des eaux usées sur la ressource en eau et le sol dans la ville de Biskra projet FNR .CRSTRA 2007.

Sedrati. N, Bouchahm N, Chaib O, Rezeg A, Benaouda L, Meridja W, Slimani R & Hamel A 2007 : Changements climatiques et impacts sur la ressource en eau de la ville de Biskra, Journées internationales sur l'impact des changements climatiques sur les régions arides et semi arides, Biskra 15-17 décembre 2007.