

# HYDROCHIMIE ET HYDRODYNAMISME DES EAUX SOUTERRAINES EN ZONES ARIDES, CAS DE LA PLAINE DE MERIDJA. - BECHAR, SW ALGERIEN

KABOUR Abdesselem.<sup>1\*</sup>, MEKKAOUI Abderrahmane.<sup>2</sup>, CHEBBAH Lynda.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dpt ST, CUBA Mila, BP 26 Mila 43000, Algérie, \* kabour\_abs@yahoo.fr

<sup>2</sup> Dpt hydraulique, UTM Béchar, BP417 Bechar 08000, Algérie

## Résumé –

L'eau peut être rare dans les zones arides ou tout simplement d'une qualité médiocre. Il est certain que l'augmentation de la demande en eau pour les activités humaines accentuera les contraintes sur cette ressource. En outre, les facteurs naturels, telle que la sécheresse et les contraintes géologiques, qui influent sur la qualité et la quantité de cette ressource.

L'objectif principal de ce travail est une contribution à la caractérisation hydrodynamique et hydrochimique des eaux souterraines de la région de Méridja (Bechar), située dans une région à caractère aride, le traitement et la représentation des données ont fait appel à l'usage d'outils modernes tel que la cartographie et graphisme (global Mapper, Diagramme...), L'interprétation de ces données a révélé que les plateaux de Guir, Méridja et la présence des formations carbonatées alimente principalement les nappes des eaux de la région ; et aussi que, les eaux souterraines de Méridja présentent une qualité acceptable.

**Mots-Clés :** *Meridja (Bechar), hydrochimie, hydrodynamique, zone aride*

## 1. Introduction

Dans le sud algérien, dans l'optique de la préservation des eaux dans leur état naturelle et de satisfaire les besoins des autochtones en qualité et en quantité, il est nécessaire de ne pas perturber le fonctionnement de son bilan hydrique naturel. Cependant une telle action doit s'appuyer sur une connaissance appréhendée de ces ressources. C'est dans cette stratégie que s'inscrit cette intervention concernant les eaux souterraines de la région de Méridja, qui signifie « région engorgée d'eau », ce qui incite à se poser quelques interrogations sur abondance, son origine, l'organisation de son système hydrogéologique, ainsi que sa qualité.

## 2. Matériels et méthodes

### 2.1. Contexte général de la zone d'étude

Une recherche bibliographique basée sur les anciens travaux de géologie et d'hydrogéologie, tels que : Deleau (1951), Idrotecneco (1979) et Adaci (2001).

Une campagne de terrain (2011) a été réalisée afin d'établir un inventaire et des prélèvements des échantillons d'eau, pour analyses des paramètres physicochimiques, qui se sont déroulées dans le laboratoire de l'ANRH à Adrar, et aussi de mesurer les niveaux piézométriques, les coordonnées des ouvrages de captage pour contrôler de la piézométrie de la zone d'étude; 13 points d'eau ont été sélectionnés (Fig.1), dont : cinq sources, (Ain el aâch, station de Dermchane, M'Haraâ, Meridja1 et Guettara), et neuf puits traditionnels (Hassi Teberbatine, Hassi Douès, Hassi M'Haraâ, Hassi Sifer,

Meridja 2, Meridja 3, Meridja 4 et Meridja 5). Ces ouvrages se répartissent sur presque toute la surface de la zone d'étude, avec des profondeurs et diamètres différents.

### **2.1.1. Situation géographique**

La région de Méridja est à vocation pastorale, l'abondance d'eau et les conditions climatiques assez favorables pour les poussées d'herbes. Durant les bonnes saisons, un grand nombre de nomades convergent vers Méridja où ils trouvent de l'eau et de l'herbe en abondance. Cette zone est située au Nord Ouest du Sahara algérien, aux confins Algéro-Marocain (Fig.1). A une distance de 80Km à l'Ouest du chef lieu Béchar. Il s'agit de la plus petite commune en Algérie de par sa population et sa surface. Elle est bordée au Nord et au Nord Ouest par la frontière Algéro-Marocain, au Sud par la commune de Erg Ferradj, au l'Est par la commune de Kenadsa. La plaine de Méridja occupe une superficie de l'ordre de 1318 km<sup>2</sup>, soit 58% environ du territoire de la commune de Méridja. Elle est comprise entre les latitudes (31°22'00'' et (31°52' 00'') et les longitudes (2°45' 00'') et (3°25'00'') W (DSP, 2010).

Cette commune est en développement démographique peu remarquable, de 570 habitants en 2009 à 588 habitants en 2010, avec un taux de croissance de 3.15 % de ce fait les besoins en eau domestiques et agricoles ont légèrement augmentés (DSP, 2010). L'activité des habitants de la région se résume en quelques fonction d'administration (l'école primaire, le centre sanitaire et l'APC) et agricole, qui représentent environ 60% de la population active ; ces agriculteurs (environ 94) ont bénéficiés de subvention de l'état, dans le programme National de Développement de l'Agriculture (PDNA), en plus de la disponibilité des terres agricoles, dont la superficie est de l'ordre de 330 ha qui ne représente que 0.14% de la superficie totale de Méridja (DSP, 2010, SHK, 2011).

Ces agriculteurs utilisent des ouvrages équipés de motopompes pour la satisfaction des besoins agricoles, basés sur le système de submersion et de moins ordre le système goutte à goutte, l'activité agricole de la région est basé sur implantation: de dattier, d'olivier, quelques fruitiers et quelques potages (DSP, 2010 ; DHW, 2009). Ces réserves sont distribuent sur une surface agricole utile de 179.5 Ha, sur un total de 333 Ha (DSP, 2010), sans oublier l'activité pastorale (DSP, 2010 ; DHW, 2009, SHK, 2011).

Comme toute zone saharienne et subsaharienne, la population exploite systématiquement les eaux souterraines ; au niveau du Méridja, on note l'existence des puits traditionnels (19,  $Q_{total} = 19l/s$ ,  $Q_{exploité} = 7l/s$ ), des forages (19,  $Q_{total} = 57l/s$ ,  $Q_{exploité} = 7l/s$ ), et des sources (1,  $Q_{total} = 2l/s$ ) (DSP, 2010 ; DHW, 2009).

### **2.1.2. Aperçu Climatique**

Le réseau hydrographique est bien organisé en amont vers la rencontre de l'Oued Guir à l'arrivée dans la partie de dépression, ce réseau devient perturbé, ce réseau drain

le plateau de la Hamada de Méridja et celle de Guir. Il s'organise selon deux principaux Oueds: Oued Safsaf d'une longueur de 58 km, s'écoule de l'Ouest vers l'Est ; Oued le Méridja d'une longueur de 43km et un sens d'écoulement de l'Ouest vers l'Est (DHW, 2009 ; Boulanouar, 2008).

Le comportement des nappes et la variation de leur niveau piézométrique dépendent étroitement des précipitations et des prélèvements. Il est important de signaler à cet effet que l'alimentation est régie par la fraction de pluie qui s'infiltré vers la zone saturée, constituant à moyen terme la véritable ressource mobilisable.

Les données utilisées sont recueillies au niveau de la station de Djorf Torba, régit par l'agence nationale des barrages et des transfères (ANBT) (code ANRH 13-01-01, X : 31°00'30, Y : 02°44'26' W, Z : 685m) (Boulanouar, 2008).

La région d'étude appartient à la bande présaharienne, soumise à un climat saharien de type semi-aride, avec un hiver froid et un été chaud et sec ; L'analyse des variations interannuelles des précipitations, sur une période de 12 ans (1998-2009), montre que l'année 2007 est, exceptionnellement, la plus arrosée avec 49.2 mm qui s'appelle l'année exceptionnelle, et l'année 2001 est la plus sèche avec 9.5 mm, avec une moyenne de 45.75mm.

L'observation des valeurs de la précipitation moyenne mensuelle interannuelle montre que le mois d'Octobre est le plus arrosé avec un maximum de 7.00 mm en Hiver, par contre le minimum est dans le mois Juillet avec 0.2 mm en été, pour la série 1998-2009 (Beido, 2007).

L'analyse de la de variation de la température moyenne mensuelle interannuelle (1998-2009) montre que les valeurs les plus élevées sont observées pendant l'été, au mois de Juin (29.10°C), Juillet (34.73°C) et Aout (36.32°C), les valeurs les plus basses sont enregistrées durant la période hivernale (Décembre (13.38°C), Janvier (11.18°C) et Février(14.24°C)).

Les données de l'évaporation mensuelle interannuelle, de la période (1998-2009), montre que dans les mois Septembre (142.83 mm), Février (158.46 mm) et Mars (162.17 mm) l'évaporation est faible, c'est au mois d'Aout qu'elle devient maximale, avec 416.37 mm (Boulanouar, 2008).

#### **2.1.4. Hydrogéologique**

La coupe géologique (fig. 3) appropriée à la région d'étude est basée sur les données et les informations des anciens travaux (Deleau, 1951, Adaci, 2001) et les différents nappes de la région d'étude (Fig. 3) seront décrites dans les paragraphes suivants avec les détails consentis par les investigations de la SONAREM, Idrotecneco (1979), Deleau (1951) et Adaci (2001) ; L'examen de la série lithostratigraphique (Fig. 3), permet d'identifier quelques formations perméables susceptibles de présenter des caractéristiques d'aquifères, et d'autres imperméables pouvant jouer le rôle d'écran.

***Inféro-flux et nappes alluviales*** Les nappes les plus superficielles, sont liées aux alluvions des oueds et aux différents dépôts du Quaternaire (calcaires lacustres et sables du Quaternaire). Ces nappes comportent les les inféro flux de l'oued Guir, oued SafSaf, oued Méridja, la nappe des calcaires lacustres quaternaires.

***Nappe de la Hamada du Guir*** La Hamada borde la rive droite de la vallée d'Oued Safsaf. Les calcaires pliocènes représentent un aquifère, reposant sur le Miocène (formation imperméable). Cette nappe a fait l'objet de quelques forages de captage réparties sur Hamaguir (05), l'Oued Aicha (02), Igli (01), puits Ferrondo (01). Combes (1966) admet que, au Sud- Est, la nappe aurait comme exutoire naturel des puits et des sources ; du point de vue alimentation, elle est alimentée par les oueds septentrionaux (Oued Aicha, Oued el Abiod, Oued Zegag, Oued Arefdji) et par les eaux météorologiques.

***Nappe du calcaire Turonien*** Dans la région d'étude l'affleurement des calcaires turoniens est facilement reconnaissable par ses caractères morphologiques de falaises et sa coloration très claire, Le Turonien est formé par une dalle, de calcaire blanc, gris, rose, en gros bancs avec silex, parfois dolomitisé, son puissance est varié de 25m à 45m ; le mur de cet aquifère est constitué par une série essentiellement marneuse du Cénomaniens. Le toit de l'aquifère est constitués de marnes sableuses bariolées avec bancs d'évaporites (gypse, anhydrite et sel gemme) (Idrotecnico, 1976).

Les entrées de la nappe sont sous formes des précipitations (  $Q = 1\,575\,000\text{ m}^3 / \text{ans}$ ), avec un coefficient d'emmagasinement de l'ordre de  $10^9\text{ m}^3$  ((Idrotecnico, 1979).

***Nappe de Grés du Carbonifère*** Le terme "grés du carbonifère" définis les formations grés marneux à rare intercalations calcaires et de grés quartzitiques du Namurien moyen-supérieur. Cette formation affleure sur une grande partie de l'anticlinal de Mennouna, Les grés marno-calcaires sont limités en bancs de 20 à 40 cm, intercalés par des groupes de 5 à 15 bancs dans les marnes schisteuses, sur 25 à 30m de profondeur, les grés présentent une majeure porosité due à la dissolution du ciment, les vides entre les grains de quartz permettent la formation du nappe. Les valeurs de perméabilité déterminées pendant les recherches de charbon conduites dans la zone Sud de l'anticlinal du Chebkat Mennouna, sont de l'ordre  $10^{-6}\text{m/sec}$  et celle-ci sont extrêmement variables en fonction de la présence de fractures. L'alimentation des nappes de grés du carbonifère peut se produire par l'infiltration des crues des Oueds qui traversent ces affleurements, une mise en production de cet aquifère est possible avec un débit de 35 l/s (Idrotecnico, 1979).

***Nappe de Calcaire du Carbonifère*** Les formations carbonatées du Namurien inférieur (à titre d'information) sont présentes dans tous la région d'étude, les aquifères comprennent les calcaires du Namurien inférieur de l'anticlinal de Mennouna-Djihani. La structure de Mennouna-Djihani est en effet un dôme anticlinal avec une zone centrale presque tabulaire et une zone axiale à direction Ouest-Est.

Les entrées doivent être attribuées uniquement aux infiltrations directes des pluies dans la région de Chebkat Mennouna ( $336\ 000\ \text{m}^3/\text{ans}$ ) ((Idrotecnica, 1976).

### 3. Résultats et discussion

#### 3.1 *Modèle hydrogéologique conceptuel préliminaire*

L'analyse des données existantes a d'abord permis de définir une stratigraphie préliminaire schématisant un système aquifère largement cartographiable, il s'agit d'un aquifère régional (Fig. 4). Les roches composantes sont poreuses et semi-perméables, et perméables (Fig. 4) et affectées de tectonique disjonctive significative. A l'échelle locale (Méridja), les terrains géologiques s'organisent en une remarquable architecture en gradin, engendrant des nappes étagées (Fig. 4), dont la piézométrie globale suggère un écoulement du NW vers le SW, où l'eau jaillit en surface au niveau de la source d'Aïn Guettara (Fig. 2). Oued Guir alimente la nappe des calcaires de la hamada de Méridja, puis l'eau passe à travers les calcaires aux formations sous-jacentes (Fig. 4).

#### 3.2. *Paramètres physico-chimiques*

Il est évident que les paramètres physico-chimiques des eaux souterraines ont une relation directe avec composition lithologique des couches traversées et encaissantes. Cette interaction influe sur la teneur en éléments chimiques. La présence naturelle de ces éléments est conditionnée par divers facteurs tels que : les paramètres climatiques, l'activité anthropique, les échanges aquifères / eaux de surface (Idrotechnico, 1979).

Les analyses physico-chimiques ont été effectués au niveau du laboratoire de l'ANRH d'Adrar, pour déterminer les éléments suivants : (CE, TDS, pH,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ), ces analyses sont effectuées pour quatre points d'eau (Hassi Douès, source Dermchane, Hassi M'Haraà et source M'Haraà) (Fig. 5).

**Le pH** est mesuré, in situ, à l'aide d'un pH-mètre, qui a donné des valeurs (7.6 et 7.84), qui se situe dans l'intervalle des normes de potabilité.

**Le calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ )** : La source de M'Haraà est situé au centre de la région d'étude qui représente la zone d'accumulation. La valeur la plus faible (1 mg/l) y est observée (Fig. 5). L'ion  $\text{Ca}^{2+}$  provient de soit de la dissolution des formations carbonatées ou de la dissolution des formations gypseuses à partir de surface du sol (Rodier, 2009).

**Le magnésium ( $\text{Mg}^{2+}$ )** : Les ions ( $\text{Mg}^{2+}$ ) proviennent de la dissolution des formations carbonatées riches en magnésium (dolomite) (Rodier, 2009), à Hassi M'Haraà on a la plus faible valeur (1 mg/l) (Fig. 5).

**Le sodium ( $\text{Na}^+$ )** : Les marnes gypsifères de Sénonien qui caractérise le Nord de la région d'étude donnent des concentrations élevées en ions sodium apparait dans Hassi Doues (268 mg/l) (Fig. 5) et ceci par lessivage, évaporation et par échange de base. L'écoulement a favorisé l'acquisition de ces teneurs, car les eaux souterraines, qui s'écoulent suivant la direction NE-E, se chargent progressivement au fur et à mesure que l'on se déplace vers la zone d'accumulation ou les valeurs sont plus faibles. On

signale que seul le puits de Hasssi Doues dépasse les normes de potabilité (Chekifi, 2011).

**Le potassium ( $K^+$ ) :** Le potassium résulte de l'altération des argiles potassiques et de la dissolution des engrais chimiques (NPK) qui sont utilisés par les agriculteurs, la présence de cet élément peut être également liée au déversement des eaux usées domestiques (Rodier, 2009). Les valeurs observées sont faibles, et inférieures aux normes de potabilité, les origines citées précédent sont rares.

**Les chlorures ( $Cl^-$ ) :** L'ion chlorure possède des caractéristiques différentes de celles des autres éléments, il n'est pas adsorbé par les formations géologiques, ne se combine pas facilement avec les éléments chimiques et reste très mobile. Il constitue un bon indicateur de la pollution (Idrotechnico, 1979). Les teneurs enregistrées, montrent une seule valeur (valeur + point) importante qui dépasse la norme de potabilité de l'OMS fixée à 250 mg/l (Rodier, 2009). Les chlorures peuvent avoir plusieurs origines, soit les argiles sableuses gypsifères du Mio-Plio-Quaternaire qui couvrent la partie septentrionale de la région, soit les marnes présentes dans plusieurs systèmes géologiques (Chekifi, 2011).

**Les sulfates ( $SO_4^{2-}$ ) :** La présence des sulfates dans l'eau est liée à la dissolution du gypse contenu dans les Marnes de Sénonien (Chekifi, 2011). Les valeurs enregistrées sont importantes d'origine des marnes à gypse de Sénonien (Rodier, 2009) et seule la source de Dermchane (Rodier, 2009) qui a une valeur inférieure à la norme de potabilité 250 mg/l ou les marnes gypsifères sont absentes.

**Les bicarbonates ( $HCO_3^-$ ) :** La présence des bicarbonates dans l'eau est due à la dissolution des formations carbonatées, selon la réaction suivante :  $CaCO_3 + H_2O + CO_2 = 2HCO_3^- + Ca^{2+}$  (Rodier, 2009) ; La seule valeur importante (Rodier, 2009) dépassant la norme de potabilité est observée dans la source de Dermchane suite à la dissolution des calcaires de Néogène qui caractérise le Nord Ouest de la zone d'étude.



Figure 1. Situation géographique de la région d'étude.

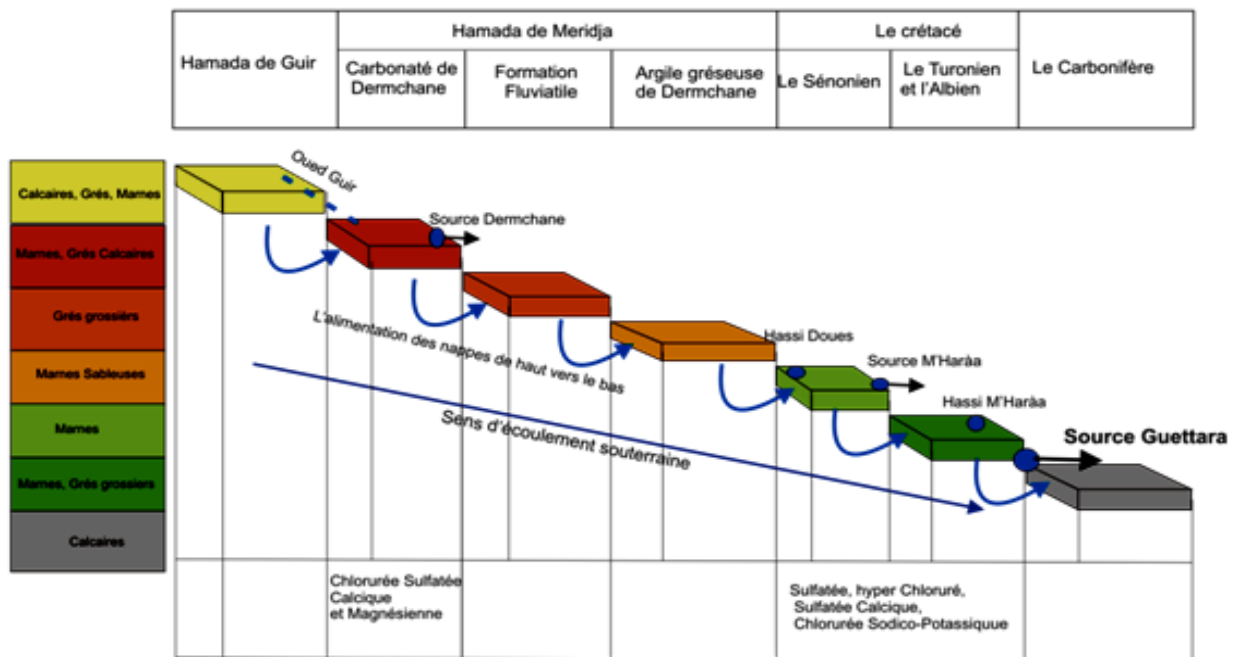


Figure 2. Modèle hydrogéologique conceptuel préliminaire dans la région de Mériidja

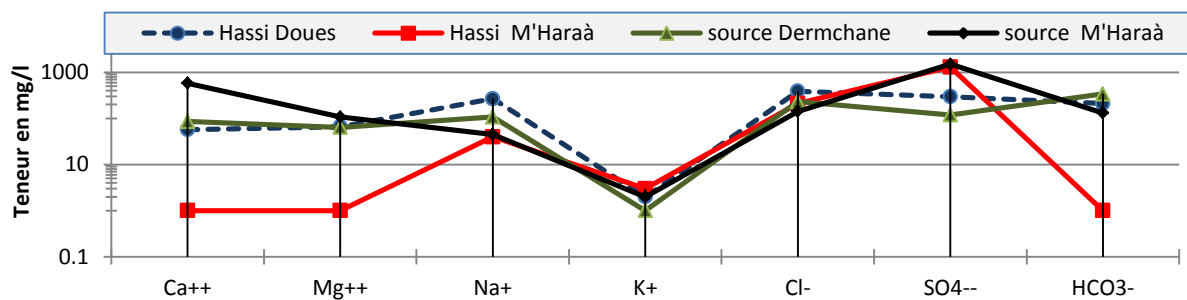


Figure 4. Graphique de l'identifier les faciès hydro chimiques.

## Conclusion

Les caractéristiques physico-chimiques et hydrodynamiques des eaux souterraines de Mériidja (SW Algérien) sont influencées par la géomorphologie et la lithologie ; Les formations géologiques se disposent en gradins avec une pente vers le sud, et elles sont tantôt perméables, tantôt semi-perméables, permettant des écoulements souterrains du NW vers le SE, et enfin, se livre en surface dans un exutoire, connu sous le nom d'Aïn Guetta.

Du point de vue hydrochimique, la présence de trois faciès chimiques marquent l'hétérogénéité de la lithologie, on peut citer, les faciès Chlorurée Sodique et Potassique, le Chlorurée et Sulfatée Calcique et Magnésienne résultant des formations évaporitiques et le faciès Sodium Potassique. La comparaison des concentrations des éléments chimiques a mis en relief la dominance proportionnellement des ions

salifères ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ) et les ions gypsifères ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ), de ce fait la qualité est nettement influencée par la nature chimique de la roche réservoir.

Il est souhaitable d'enrichir ce travail par de nouvelles analyses hydrochimiques, de contrôle, établir des piézométrique de hautes et bases eaux, réaliser des essais de pompage, pour estimer les paramètres hydrodynamiques, pour individualiser les aquifères et procéder à une simulation à l'aide de logiciel approprié.

### **Bibliographie**

Adaci, M., 2001: Les Hammadas paléogènes à l'Ouest de Béchar (Hammada de Oum Es Sebâa et de Méridja). Biostratigraphie, Sedimentologie et Corrélations. Thèse 3<sup>ème</sup> cycle, Univ. Oran, 104p.

Beido Mohamed et Ouda Talia, 2007 : Evaluation des ressources hydriques de la région de Kenadsa (W Bechar), Mémoire Ing., Université de Bechar.

Boulanouar Slimane et Chaoufi houria, 2008 : caractérisation hydrologique du bassin versant de oued Guir (SW Algérien), mémoire Ing., Université de Bechar

Chekifi Toufik., 2011 : contribution à l'étude des eaux souterraines dans la région de Méridja (W. Bechar) caractérisation hydro chimiques et hydrodynamiques des nappes, mémoire Master, Université de Bechar.

Combes M., 1966 : Étude hydrogéologique de la hamada du Guir. Commune de Bechar Dépt. de la Saoura. Étude S.E.S. : 68/DH.IM.1'I/C.de la circons.des T.P.H. des Oasis et de la Saoura, 8 fiches de sondages, 4pl, 14p.

Deleau Paul., 1951 : Les bassins Houillers du Sud oranais dans la région de Béchar-Abadla. Bulletin du Service Géologique de l'Algérie, Livre I, Stratigraphie, 275 p.

DHW (direction de l'hydraulique de la wilaya), 2009 : Etude d'inventaire et de développement de la PMH (petit et moyenne hydraulique) dans la Wilaya de Béchar, rapport final N° 2340074.

DSP (direction de statistique et planification), 2010 : Bulletin statistique.

Eric Douart et Jean Michel Vouillamoz., 1999 : Alimentation en eau des populations menacées, Edition : action contre la faim - Paris & Hermann – Paris.

Idrotecneco, 1979 : Etude hydrogéologique de la région de Bechar. Rapport interne, DHWB direction de l'hydraulique de la wilaya Bechar. 170 p.

OMS (Organisation Mondiale de la Santé), 2006. Guidelines for drinking-water quality, incorporating first addendum. Recommandations. – 3rd ed. (Electronic version for the Web), 595 p.

RODIER Jean, 2009 : l'analyse d'eau, DUNOLD, 9 éditions, Paris

SHK (Subdivision de l'hydraulique de Kenadsa), 2011 : Schéma directeur de Meridja, Rapport

SONAREM, ?????, : Etude hydrogéologique de la région de Bechar, rapport final.