

Hydrogeological and hydrochemical synthesis of Bougaa region (North Eastern Algeria)

Synthèse Hydrogéologique et Hydrochimique Cas de la région de Bougâa (Nord Est Algérien)

Riad.KOUADRA¹, Abdeslam.DEMDOUM²

- 1- Faculté des sciences de la terre, de géographie et d'aménagement de territoire. Université des Frères Mentouri-Constantine. kouadrariad@gmail.com
- 2- Faculté des sciences de la terre. Université de Sétif -1-. slimdem@yahoo.fr

Résumé :

La région de Bougâa se situe au Nord-Est d'Algérie, c'est une zone montagneuse caractérisée par un climat subhumide avec une température moyenne annuelle proche de 15,6°C. Les précipitations moyennes annuelles sont de l'ordre de 604,4 mm et une évapotranspiration réelle estimée à plus de 60% des précipitations. Au point de vue structural, la région est caractérisée par deux grandes accidents conjugués NW-SE et NE-SW. La région fait partie de la nappe de Djemila caractérisée des formations allons de jurassique au miocène. Hydrogéologiquement la nappe de Djemila identifiée par deux grandes aquifères : superficiel (Mio-Plio-Quaternaire) et profond (Crétacé-Eocène)

Les eaux caractérisés par une minéralisation moyennes à élevées avec un PH varie entre 6,5 et 7,9, ont des faciès chimiques Sulfaté-sodique ou chloruré-calcique et sulfatée-magnésien.

D'une manière générale, les eaux de la nappe du Mio-Plio-Quaternaire sont généralement de bonne qualité chimique, potable, présentant un faible danger d'alcalinisation, et une salinisation moyenne.

Mots clés : *subhumide- aquifère-minéralisation- -alcalinisation-salinisation*

Introduction :

La région de Bougaa connaît un développement très rapide accompagné d'une croissance très poussée de la population. Cet accroissement nécessite d'énorme quantité d'eau pour les différents secteurs d'activité (urbaine, industrielle et agricole). Ainsi la présence des eaux thermale en même endroit avec les eaux posent des questions sur la morpho-structure de la région d'une part et la nature des réservoirs de l'eau et la relation entre eux d'autre part.

Pour cela, nous nous proposons de faire une étude hydrogéologique de la région d'étude située au Nord-ouest de la Wilaya de Sétif, plus précisément la nappe alluviale de Bougaa. Après un

aperçu sur les conditions générales morphologiques, hydro climatologiques et géologiques, en se basant sur les analyses des données litho stratigraphique et structurale de la région. Une étude géophysique et hydrogéologique pour déterminer les caractéristiques hydrodynamique des aquifères.

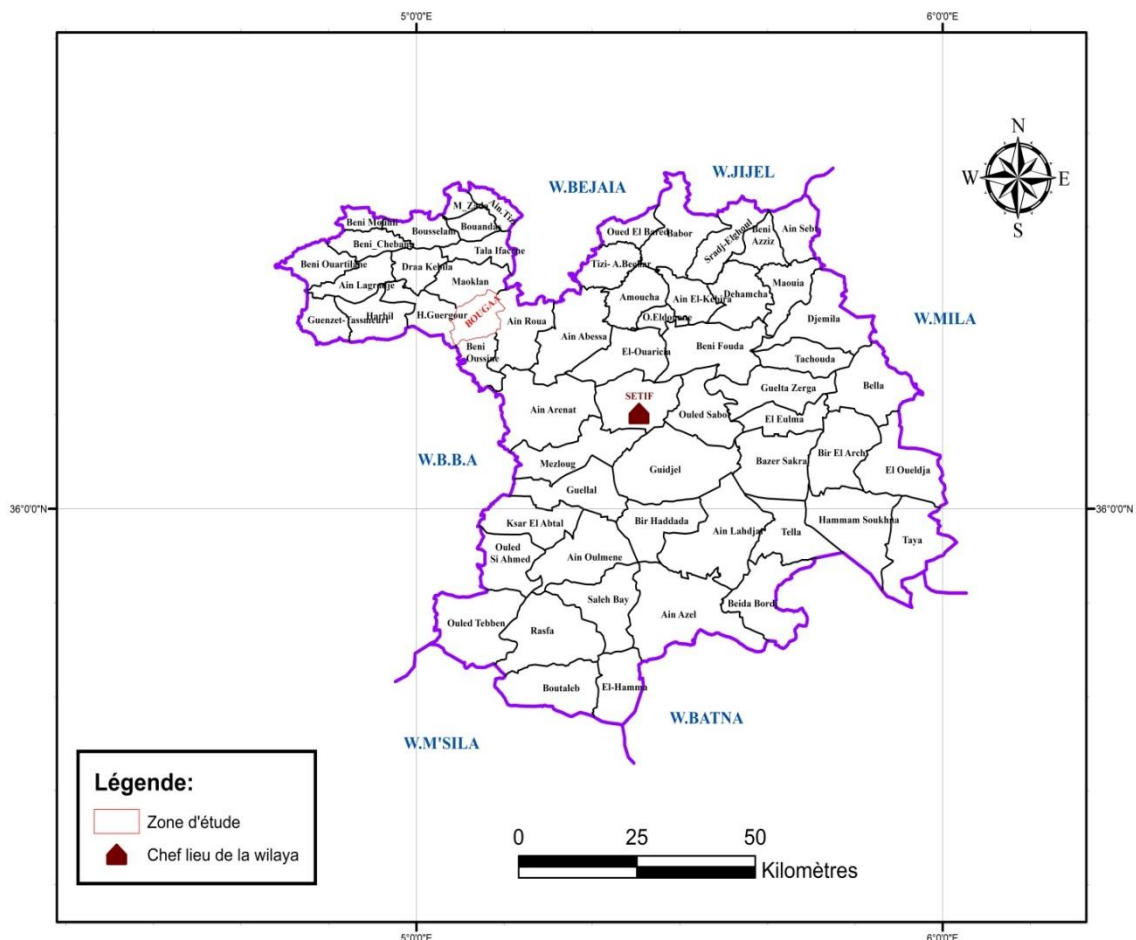
Et enfin , une étude hydro chimique basée sur les analyses des eaux permettant de connaître la teneur des différent éléments chimiques dont l'interprétation conduira à classer les eaux suivant des faciès bien définis.

2-Présentation de la région :

2.1 Situation géographique :

La région de Bougâa est située au Nord-ouest de la Wilaya de Sétif, on s'y rend en empruntant d'abord la RN 75 jusqu'à Ain Roua, en suite la RN 74 sur 9 Km (Fig.I.1). Elle est limitée administrativement par :

- ✓ Au Nord, la commune de Maoklane;
- ✓ Au Sud, la commune de Beni Oussine ;
- ✓ A l'Ouest, la commune de Hammam Guergour;
- ✓ Eta l'Est, la commune d'Ain Roua.



Carte de situation géographique de la région de Bougâa

2.2-Climat et géomorphologie du secteur d'étude :

Le domaine qui fait l'objet du présent travail correspond à la région de Sétif. Celui-ci fait partie d'un grand ensemble du sous bassin versant de l'Oued Kef Annser qui est situé dans la zone montagneuse nord sétifienne à pente abrupte et relief assez fort. L'altitude moyenne est de 1050m. Sa surface s'étale sur 29Km², son réseau hydrographique est assez dense.

Le talweg principal présente un changement dans son sens d'écoulement lié à un accident tectonique orienté NW à SE. Le relief du secteur de Bougaa n'est pas uniforme et présente beaucoup d'irrégularité indiquant des paléo-instabilités. La précipitation moyenne annuelle est de l'ordre de 604,4 mm avec une température moyenne annuelle est de l'ordre de : 15.5 ° C. Nous distinguons deux périodes : une première allant de la moitié du mois de Mai jusqu'à la dernière semaine du mois d' Octobre, c'est la période sèche ; et une deuxième période humide, s'étalant du mois de Novembre jusqu'à la moitié du mois de Mai. L'évapotranspiration potentielle (ETP) et l'évapotranspiration réelle (ETR) déterminées par la méthode de Thornthwaite, sont respectivement égales à 828,45 mm (137 % des précipitations) et 419.66 mm (69.37% des précipitations). Le ruissellement (R) estimé par la formule de Tixeront-Berkaloff est de 107,23 mm/an, soit 17,47 % des précipitations moyennes annuelles. L'infiltration (I) est estimée de l'équation du bilan de l'eau, elle est de l'ordre de 77,51 mm/an, soit 12,82 % des précipitations. Le déficit d'eau estime de l'ordre de 251,42 mm et étalé sur la période de cinq mois allant de Mai jusqu'au mois d' Octobre.

2.3-La géologie:

Le secteur du site de Bougâa constitue la limite la plus méridionale de la nappe de Djemila, où l'accident de direction E-W à extension régionale délimite l'affleurement des formations tertiaires. Les directions conjuguées NE-SW à décrochement senestre et NW-SE à décrochement dextre, post éocène sont les plus fréquentes.

Du point de vue lithologique, ce sont les formations marneuses (typique pour la nappe péni tellienne) les plus abondantes. Au niveau de la ville de Bougâa les caractéristiques des formations géologiques sont les suivantes :

- **Les dépôts de pente fins (colluvions) :** Ils sont représentés par des argiles beiges, brunes à jaunâtres renfermant parfois des graviers et cailloux.
- **Les dépôts de pente grossiers :** ce sont des éboulis ancien fixés dans une gangue argileuse.
- **Les alluvions anciennes :** C'est la plaine alluviale de l'Oued Kef Annser. Ces alluvions sont formées par des graviers et cailloux enrobés dans une matrice limono argileuse.
- **Les argilites schisteuses gris à brunes, à boules jaunes :** Elles sont parfois légèrement calcaires avec quelques bancs de calcaire marneux.
- **Les calcaires à silex :** En affleurement très limité et très réduit.

La fracturation existe plus dans la partie Sud que la partie Nord de la région d'étude, elle est représentée essentiellement par deux familles majeures qui sont :

- Une famille orientée NW-SE a pour direction préférentielle N130° à N 140° , N140° à N 150°, N150° à N 160°,N 160° à N 170°.
- Une famille orientée à N-S a pour direction N 0° à N 10°

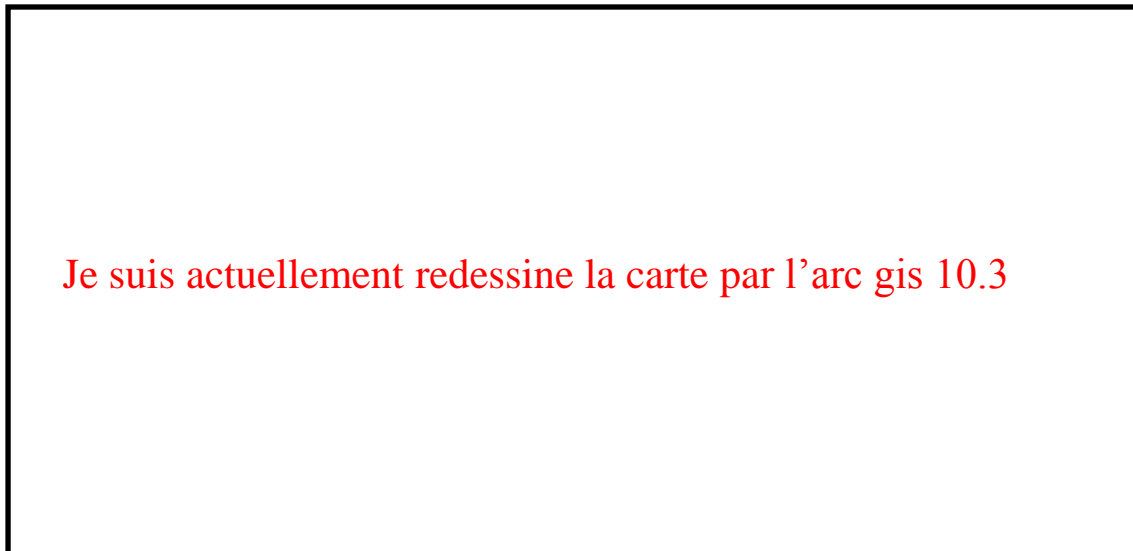
Les accidents ont une direction préférentielle NW-SE est en particulier de N130 ° à N 140°.

Je suis actuellement redessine la carte par l'arc gis 10.3

3- Méthodologie

3-1 Echantillonnage et prélèvement :

La campagne de prélèvements a été effectuée en Mai 2014. La désignation des points de prélèvements (Fig) comporte six (14) points au niveau de la région d'étude (9 puits et 6 sources) Nous avons réalisés les analyses des éléments majeurs exprimés en cations (Ca, Mg , Na+k) et les anions (Cl , Hco3 ,SO4) plus les analyses de la dureté globale, le titre alcalin complet



Carte d'inventaire des points de prélèvement

4. l'analyse hydrogéologique :

Piézométrie et gradient hydraulique

Inventaire des points d'eau :

L'inventaire des points d'eau est la phase préliminaire de toute étude des eaux souterraines dont l'élément essentiel est la cartographie.

Sur la carte d'inventaire de la plaine d'étude nous avons effectué une campagne de nivellement d'un ensemble de puits et sources.

Durant de débit de mois de Avril, un ensemble de 21 puits d'eau et 5 source d'eau répartir sur la surface du secteur a été inventorie.

Les puits inventoriés captant la nappe superficielle dont le niveau de 1 jusqu'à 13m.

Je suis actuellement redessine la carte par l'arc gis 10.3

La carte piézométrique de la région d'étude

L'interprétation de la carte piézométrique :

Dans l'ensemble, l'examen de cette carte en fonction de l'allure des courbes iso pièzes et la direction des axes d'écoulement permet de distinguer trois (02) zones :

➤ **La zone Est**

Dans la partie NW, les courbes isopièzes sont serrées, avec un sens d'écoulement du centre vers le NE, c'est-à-dire vers Oued Sidi Ali. La convergence des lignes de courant présente une direction N et NW dans le même sens d'écoulement que l'Oued Sidi Ali, cela permet de dire que la nappe alimente l'oued.

L'allure des courbes isopièzes indiquent un espacement faible, c'est-à-dire un fort gradient hydraulique et une vitesse d'écoulement souterraine forte et une faible perméabilité.

➤ La zone Ouest

Cette zone est caractérisée par des courbes isopièzes serrées qui traduit une faible perméabilité et forte gradient hydraulique ainsi que une vitesse d'écoulement souterraine rapide vers l'Oued Sidi Ali NE de la nappe mio-plio-quadernaire

4. Résultats Hydrochimique :

L'examen des résultats des analyses réalisées sur les eaux des différents points de prélèvement (puits et sources) montre que ces eaux sont caractérisées par :

- Une température moyenne comprise entre 14 et 22 °C.
- Un PH basique et acide varie de 6.69 à 7,88.
- Une conductivité très élevée et dépassent de loin les normes (250 µmho/cm).
- Une minéralisation moyenne et qui augmente avec le sens d'écoulement.

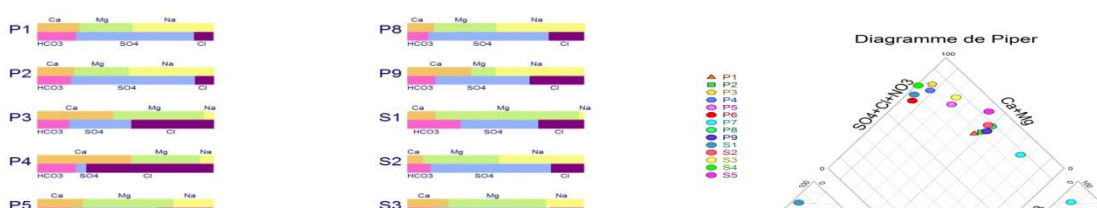
On note une bonne corrélation entre la conductivité et la minéralisation.

Il convient de mentionner que l'ensemble des paramètres physico chimique s'est avéré conformes aux normes O.M.S. Ces puits et Sources peuvent être destinés à l'A.E.P et l'irrigation à l'exception de quelques points qui présentent des valeurs dépassant de loin les normes de potabilité. Un traitement préalable des valeurs préconisé pour une exploitation rentable, sans conséquences sur l'environnement et la salinité publique.

L'étude des valeurs relatives et des rapports caractéristiques montre une prédominance du Ca s'explique par la dissolution des calcaires ainsi que la prédominance des chlorures qui sont liées aux lessivages des terrains gypsifères et marno-argileux.

D'après la classification des eaux par les différentes méthodes on note que les eaux des puits et sources présentent une eau de mélange et acquissent un faciès chloruré et sulfaté calcique et magnésienne.

Pour la qualité chimique des eaux, on peut considérer que les eaux sont généralement de bonne qualité chimique, potables, présentant un faible danger d'alcalinisation, et une salinisation moyenne. Elles sont considérées comme excellentes à bonnes pour l'irrigation.



Conclusion :

L'étude géologique concernant la région nous permis de reconnaître les différentes formations aquifères potentielles qui sont :

- ❖ Aquifère superficiel : le Mio-Plio-Quaternaire (sable),
- ❖ Aquifères profond crétacé –éocène : ((Sénonien (marno-calcaire), l'Yprésien-Lutétien (calcaire), Campanien–Maastrichtien (marno-calcaire), l'Albien Cénomanién (calcaire)).

L'analyse tectonique nous donne l'aspect morpho-structural (la direction de la majorité des failles présentes autour de la région de Bougaa qui sont NE-SW). Ce qui constituée probablement un bon indicateur sur la formation de la plaine et la communication entre les différents aquifères.

Sur le plan hydrogéologique de la région se caractérise par :

- ❖ Le schéma général de la piézométrie montre que les écoulements des eaux souterraines se fait principalement des massifs vers les plaines.
- ❖ De plus, les variations du gradient hydraulique témoignent de l'hétérogénéité du milieu (lithologie), et par conséquent de la diversité des faciès chimiques.

- L'analyse Hydrochimique montre que la majorité des échantillons analysés ont une minéralisation moyenne, élevée et avec un PH variant entre 6,5 et 7,9.
- La classification des eaux de la nappe Mio-Plio-Quaternaire selon la méthode de Stabler donne trois faciès dominants pour les eaux souterraines: Faciès Sulfaté sodique, faciès Chloruré calcique et faciès Sulfaté magnésien. Quant aux eaux de la nappe profonde, elles sont caractérisées par trois faciès : Faciès Sulfaté sodique, faciès Sulfaté calcique et faciès Sulfaté magnésien.
- D'une manière générale, les eaux de la nappe du Mio-Plio-Quaternaire sont généralement de bonne qualité chimique, potable, présentant un faible danger d'alcalinisation, et une salinisation moyenne.

BIBLIOGRAPHIE

- **A.N.R.H (Agence Nationale des Ressources Hydrauliques. Constantine) 2014** : Données climatologiques.
- **BOUDOUKHA A. (1998)** : Hydrogéologie des hautes plaines Sétifiennes et qualité chimique des eaux souterraines. Thèse de doctorat Inst. Chimie. Univ. Annaba. 230 pages.
- **Athemna M. (2006)** : Etude des ressources thermales de l'ensemble allochtone Sud Sétifien. Thèse de magister, université de Batna. 131p.
- **Castany G. (1982)** : Principes et méthodes de l'hydrogéologie.
- **Cheddad Souhila. (2008)** : Apport de l'étude hydrogéologique dans l'étude et le traitement des glissements de terrains Cas du site de Bougaa. Algérie Nord orientale. Thèse de magister, Université Mentouri Constantine.
- **Demdoum Abdeslam. (1996)** : Etude hydrogéologique et problème de qualité des eaux des bassins fermes d'El Eulma. Thèse de magister, Université Mentouri Constantine, pp202.
- **DIB-ADJOUL H. (1985)** : Le thermalisme de l'Est Algérienne. Thèse de magister, Université Mentouri Constantine. 281 pages.
- **DIB-ADJOUL H. (2008)** : Guide pratique des sources thermales de l'Est algérien.
- **DURAND-DELGA M. FONBOTE J.-M, (1980)**: La méditerranée occidentale étape de sa genèse et problèmes structuraux liés à celle-ci. In livre jubilaire de la société géologique de France 1930-1980.
- **E.Na.Géo (1983)** : Etude géophysique de la région de Bougaa. Rapport interne DHW de Sétif.
- **Gelard J.P. (1969)** : Géologie du Nord-est de la grande Kabylie (un segment interne de l'orogène littoral Nord-Africain). Thèse sciences, Dijon. 326p.

- **Glangeaud L. (1932)** : Etude géologique de la région littorale de la province d'Alger. Thèse ès sciences, Paris. Bulletin service carte géologique d'Algérie, 2° série, n°8. 608p.
- **Ikhlef Lotfi (2002)** : Etudes des sources thermales dans les régions de Constantine-Mila-Sétif. Mémoire d'ingénieur, Institut des sciences de la terre, Université Mentouri Constantine.
- **ISSAADI A. (1992)** : Le thermalisme dans son cadre géostructural, apports à la connaissance de la structure profonde de l'Algérie et de ses ressources géothermales. Thèse de doctorat d'état. IST. USTHB. Alger. 274 pages.
- **Laboratoire des travaux publics de l'Est (direction de Sétif). (2001)** : Etude géotechnique de la ville de Bougaa.
- **Obert D. (1984)** : Géologie des Babors (Algérie) ; importance de la paléotectonique alpine dans l'orogénèse tellienne. Article, revue de géologie dynamique et de géographie physique. Vol. 25, fascicule 2, p- 19-117, Paris.
- **O.N.M de Sétif (2014)** : Données climatologiques.
- **Réméniéra G. (1986)** : L'hydrologie de l'ingénieur. 2ème édition, Eyrolles, pp 465.
- **Rodier (1936)** : Analyse de l'eau Dunod-édit Paris, 642 pages.
- **Viers G. (1971)** : Eléments de géomorphologie. Edit. Nathan, Paris. 208p.
- **Vila JM. (1977)** : Notices explicatives des cartes géologiques au 1/50000 d'Ain Roua, Bou Selam, édition Sonatrach.
- **Vila JM. (1980)** : La chaîne Alpine d'Algérie Orientale et des confins Algéro-Tunisiens. Thèse Sc. Paris, deux tomes, 665 p.
- **Wildi W. (1983)** : La chaîne tello rifaine (Algérie, Maroc, Tunisie) : structure, stratigraphie et évolution du Trias au Miocène. Revue géologie dynamique et géographie physique, vol. 24, fascicule 3, pp. 201-297.