

HYDROGEOLOGIE D'UN SYSTEME AQUIFERE EN ZONE SEMI-ARIDE.CAS DE LA REGION DE KHENCHELA (ALGERIE)

¹CHAFFAI HICHAM, ²TOUBAL ABDERRAHMANE, ³MICHEL LACROIX, ¹BOUBELLI SALIM, ¹DJABRI LARBI

¹Laboratoire Ressources en Eau et Développement Durable,
²Laboratoire de Recherche en Géologie, Département de Géologie, Faculté des Sciences de la Terre, Université Badji Mokhtar, Annaba
³Ecole Polytechnique Universitaire de Nice-Sophia Antipolis, France.
hichamchaffai@yahoo.fr

RÉSUMÉ

L'hydrogéologie des zones arides et semi-aride de l'Algérie, est un thème complexe. La région de Khenchela, qui se trouve touchée par une sécheresse chronique et un bilan climatique toujours négatif ne permet pas de justifier ou de préciser l'existence d'une recharge des nappes aquifères. Or cette recharge, même si elle est limitée, existe souvent dans ces régions arides où l'irrégularité du climat peut provoquer certaines années quelques événements pluvieux exceptionnels [1, 2, 3, 4].

Trois systèmes aquifères sont distingués dans la wilaya de Khenchela : le Quaternaire, le Crétacé et le Miocène. On dénombre quatre nappes aquifères, l'une est superficielle, il s'agit de nappes phréatiques hétérogènes et le reste sont des nappes profondes représentées par la nappe des plaines d'effondrement, la nappe des calcaires fissurés et la nappe des formations continentales.

La profondeur de ces formations aquifères varie de **5 à 600 m**. Le volume total prélevé à partir de l'ensemble des aquifère est de 34 millions de m³/an [1].

L'objectif essentiel est d'identifier les aquifères de la région afin de constituer une base de données sur les possibilités hydrauliques des formations de la région de Khenchela.

MOTS CLÉS: Hydrogéologie, Zone semi-aride, Système aquifère, piézométrie, eau, Khenchela.

ABSTRACT

The hydrology of arid and semi-arid Algeria is a complex subject. Khenchela region, which is affected by chronic drought and climate always negative balance does not justify or clarify the existence of a groundwater recharge. Now this charge, even if limited, often exists in these arid regions where the climate can cause irregularity in some years a few exceptional rainfall events [1, 2, 3, 4].

Three aquifer systems are distinguished in the wilaya of Khenchela: Quaternary, Cretaceous and Miocene. There are four aquifers, one is superficial, it is heterogeneous aquifers and the rest are represented by the deep groundwater aquifer plains of collapse, the web of cracked limestone formations and the water inland.

The depth of these aquifers ranges from 5 to 600 m. The total collected from all aquifer is 34 million m³/year [1].

The main objective is to identify the aquifers in the region to establish a database on water training possibilities in the region of Khenchela.

KEYWORDS: Hydrogeology, semi-arid zone, aquifer system, hydraulic head, water, Khenchela.

1 INTRODUCTION

La wilaya de Khenchela située à l'Est du pays, au Sud-Est du Constantinois et au contrefort du Mont des Aurès, elle s'étend sur une superficie de 9 811 km². Elle est composée de 21 communes représentées par 08 daïra et confine avec les wilayas de: Oum El Bouaghi au Nord, El Oued au Sud, Tébessa à l'Est, Batna à l'Ouest et Biskra au Sud-Ouest. L'étude hydrogéologique repose sur l'identification du système aquifère, sa géométrie, ses limites et son alimentation. L'ensemble du système d'écoulement souterrain est défini par la piézométrie des différentes structures et unités géologiques représentées par quatre types de nappes qui constituent le système aquifère de Khenchela [1].

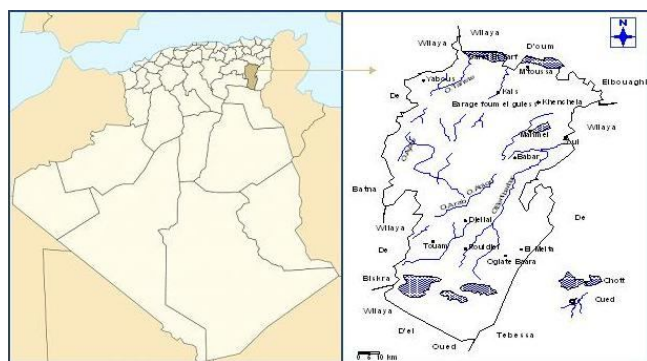


Figure 1: Situation géographique de la wilaya de Khenchela

La nappe superficielle : Il s'agit des nappes phréatiques dont la profondeur moyenne varie de 5 à 30m et sont exploitées essentiellement par des puits.

La nappe des plaines d'effondrement : Comblées par un remplissage d'alluvions importantes alimentées par les précipitations et les oueds qui les traversent. Leurs profondeurs variant de 100 à 200 m et son d'âge mio-pliocène. Dans ces plaines d'effondrement on peut associer les nappes des calcaires fissurés du Turonien et du Miocène dont la profondeur dépasse les 300m.

La nappe des calcaires fissurés : L'épaisseur de certaines formations carbonatées dépassent les 250m et constituent la nappe des calcaires maestrichtiens.

La nappe des formations continentales : Localisées essentiellement dans la région Sud de la wilaya, leurs profondeurs varient de 200 à 600m.

2 MATERIELS ET METHODES

Pour comprendre le système aquifère de la région de Khenchela, deux coupes hydrogéologiques sont disponibles :

2.1 Interprétation de la coupe hydrogéologique I (Fig. 2)

Cette coupe de direction NW-SE est réalisée grâce à la carte géologique de Toufana (J.M Vila, au 1/50 000) et la carte piézométrique. La coupe hydrogéologique montre l'aquifère superficielle du Mio-Quaternaire qui est constitué par des Glacis polygénique du Quaternaire et des grès blanc grossiers du Tortonien Supérieur. Cela traduit, un aquifère a nappe libre dont le niveau piézométrique est subhorizontal et s'incline vers le Sud-Est (30m au NW et 5m au SE), il s'approche de plus en plus de la surface en s'avançant vers le massif du Djebel Islafbor el Arouah

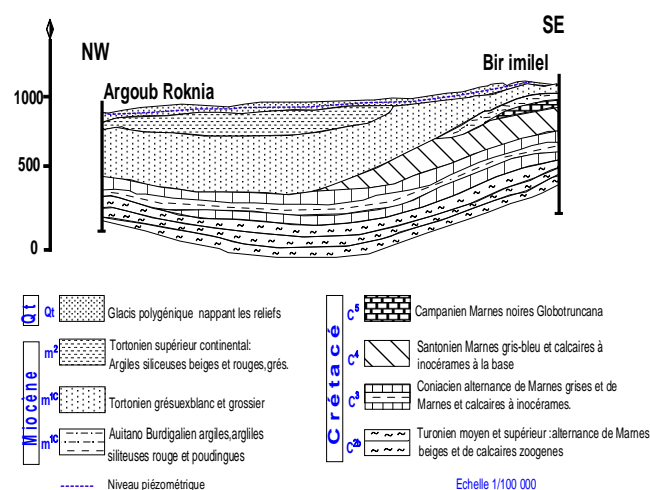


Figure N°2: Coupe hydrogéologique schématique I

2.2 Interprétation de la coupe hydrogéologique II (Figure 3)

Cette coupe est de direction Nord-Ouest Sud-Est, elle est basée essentiellement sur les logs stratigraphiques des forages : Z3, Z9, Z5, Z6, Z18 et les données géophysiques effectuées dans la région par CGG de 1972 (D'après la DHW de Khenchela). La coupe montre deux formations assez importantes, l'une est superficielle à porosité d'interstice et l'autre profonde, à porosité de fissures.

La première est représentée par des sables, des sables marneux, des graviers, des grès et des conglomérats. Cette formation est perméable formant une nappe libre. Au Sud-Ouest, cette formation est d'une épaisseur relativement faible, elle est de l'ordre d'une dizaine de mètres. Au Nord-Est l'épaisseur est beaucoup plus importante. La deuxième formation est constituée par des marnes, des calcaires et des marno-calcaires. L'épaisseur de cette formation au Sud-Ouest est relativement plus importante qu'au Nord-Est

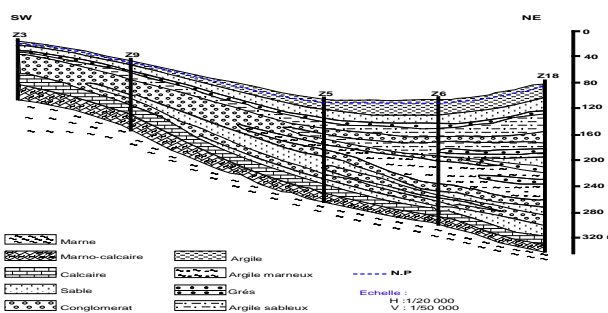


Figure 3: Coupe hydrogéologique schématique II

2.3 Etablissement des cartes piézométriques

La piézométrie joue un rôle déterminant quant à la connaissance des écoulements souterrains, elle permet également de connaître et de fixer les conditions aux limites d'une nappe [5].

A partir des observations faites sur le terrain, nous avons matérialisé l'ensemble des points d'eau (puits) sur la carte d'inventaire (Fig. N°4). Plus de cent soixante cinq forages implantés dans la région de Khenchela exploitent les différentes nappes pour l'alimentation en eau potable d'une part et d'autre part, pour l'irrigation des terres cultivées (bilan annuel de la DHW de Khenchela pour l'année 2008).

3 RESULTATS ET DISCUSSION

3.1 Piézométrie

3.1.1 Le Quaternaire (Fig. N°5)

La carte piézométrique dressée pour les formations quaternaires détermine trois secteurs principaux :

Secteur Ouest : le sens de l'écoulement est Sud Ouest - Nord Est, les courbes hydro isohypses sont relativement rapprochées indiquant un gradient hydraulique fort.

Secteur Est : l'écoulement se fait d'Est en Ouest, les courbes hydro isohypses sont parfois espacées avec une concavité orientée vers l'Ouest.

Secteur Sud : Le sens de l'écoulement est Est - Ouest, les courbes hydro isohypses sont espacées indiquant un gradient hydraulique faible

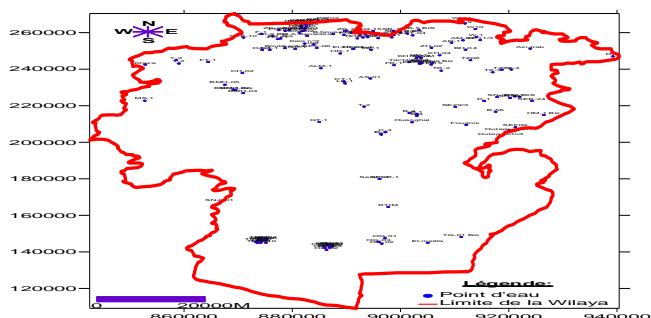


Figure 4: Carte d'inventaire des points d'eau

3.1.2 Le Crétacé (Fig. N°6)

La réalisation de la carte piézométrique du Crétacé est basée sur les données de 36 forages localisés dans la région de Khenchela. Elle montre un écoulement de direction Nord Ouest - Sud Est dans la

partie Ouest et Nord Est - Sud Ouest dans la partie Est avec des courbes espacées indiquant un gradient hydraulique faible, sauf dans la partie Sud-Est marquée par des courbes serrées indiquant un gradient hydraulique fort [1].

3.1.3 Le Miocène (Fig. N°7)

Quelques 13 sondages exploitent le Miocène parmi les 165 ouvrages déclarés par la DHW de Khenchela en 2008. Ces forages, ont permis de tracer la carte piézométrique de ces formations miocènes situées au Nord de la région de Khenchela. Cette carte, montre un sens d'écoulement général de direction Ouest-Est avec une zone de convergence formant des dépressions piézométriques au niveau des forages Y-3 et Y-2 dans la partie Ouest, les courbes sont serrées indiquant un gradient hydraulique fort. Par contre, dans la partie Est, le sens d'écoulement s'oriente un peu vers le Nord-Est avec des courbes séparées signalant un gradient hydraulique faible [1]

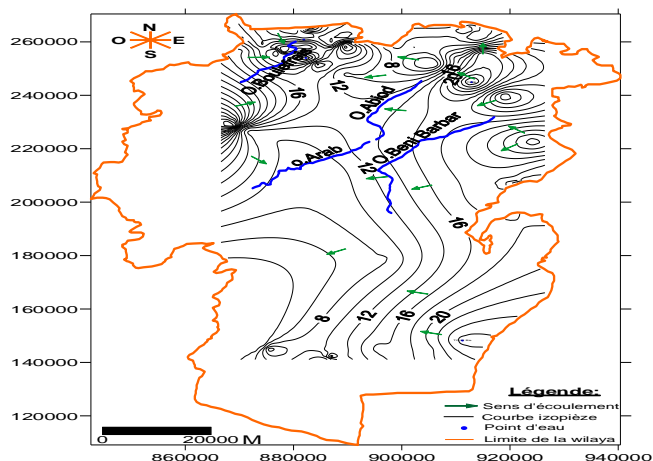


Figure 5: Carte piézométrique du Quaternaire

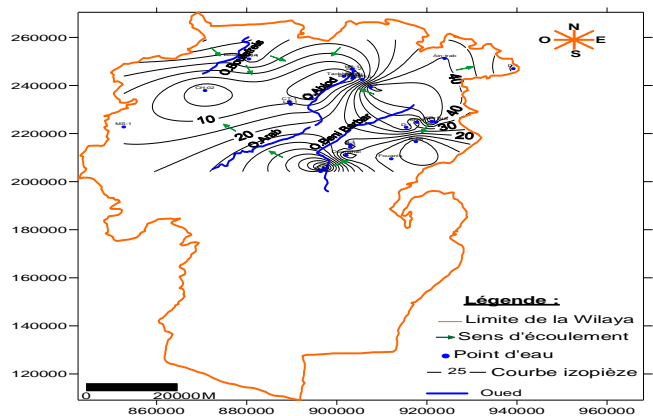


Figure 6: Carte piézométrique du Crétacé

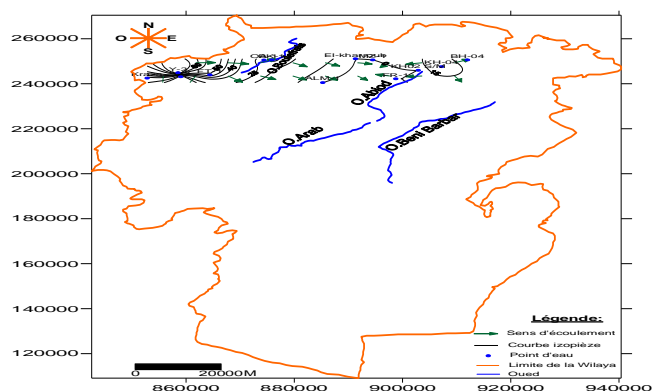


Figure 7 : Carte piézométrique du Miocène

3.2 Identification quantitative des aquifères

Le volume prélevé de ces trois aquifères est d'environ 34 millions de m^3 /an, avec des débits qui varient de 2 à 80 l/s.

L'exploitation des différentes formations est répartie comme la suit :

3.2.1 Les formations du Quaternaire

Sont les plus importantes par rapport à une grande exploitation de quelques 111 forages sur 165 implantés dans la région et qui captent le Quaternaire.

Ces forages peuvent fournir des débits importants et qui varient entre 2 l/s et 50 l/s, c'est le cas des régions de Babar et de Tamza. Le volume d'eau prélevé à partir de cette formation est de 24,5 millions de m^3 /an, soit 72.25%.

3.2.2 Les formations du Crétacé

Est la deuxième dans l'importance, 39 forages du total exploité dans la région sont des forages exploitant la formation Crétacé. Cette formation caractérisée par des débits très importants qui arrivés jusqu'au 80 l/s, c'est le cas du forage D-1 à Ain Touila. Le volume d'eau prélevé à partir de cette formation est de 8 millions de m^3 /an, soit 23.80%.

3.2.3 Les formations du Miocène

Est la troisième selon l'importance, le nombre total des forages exploitant la formation Miocène est n'est que 15 forages. La formation du Miocène marquée par des débits qui ne dépassent pas largement les 12 l/s. Le volume d'eau prélevé à partir de cette formation est de 1,5 millions de m^3 /an, soit 3.95%.

3.3 Synthèse et délimitation des aquifères (Fig. N°8)

Pour tous les sondages ou l'information est disponible, Il a été possible de :

Relever les zones en profondeur marquées par la venue d'eau la plus importante lors de la réalisation du sondage en question et d'identifier la formation aquifère dans le secteur. de procéder à l'analyse de diverses surfaces géologiques (toits et murs des formations).

Ainsi, les zones aquifères qui se distinguent dans la région de Khenchela, se répartissent comme suit:

Zone 1 : L'aquifères principale du Quaternaire marqué par des éboulis à blocs, alluvions récentes, terres arables, glaciis polygéniques et croûtes calcaires, admet à sa base des argiles siliceuses beiges et rouges. L'eau circule au sein de ces unités caractérisées par une épaisseur variant de 5 à 30 m [1].

Zone 2 : L'aquifères du Crétacé représenté par des formations semi-perméables constituées essentiellement par des marnes et calcaires crayeux, marnes grises bleu, marno-calcaires et calcaires à écailleuses, l'eau circulant dans ces formations marquées par un mur d'argiles et d'argiles siliceuses rouges et un toit de marne grise et gris bleuté. L'épaisseur de ses formations ne dépasse pas les 250 m [1].

Zone 3 : C'est l'aquifères du Miocène, l'eau circule dans les grès blancs grossiers du Turonien inférieur, les marnes biomicrites et biomicroparites et grés blanc du Langhien-Serravalien. L'épaisseur de cette aquifère varie de 100 à 200 m [1].

3.3.1 La synthèse des données de forage permet la délimitation suivante des aquifères [6, 7, 8]

Zone 1: L'aquifère du Quaternaire (le principal) : La formation du Quaternaire caractérisée par un toit dont la profondeur varie de 0 à 70 m, un mur qui peut varier de 0 à 400 m et une épaisseur qui peut aller jusqu'à 400 m.

Zone 2: L'aquifère du Crétacé : La formation du Crétacé est marquée par des toits pouvant atteindre 75 m de profondeur, un mur qui se situe entre 50 m et 170 m de profondeur. L'épaisseur de cette formation varie de 45 à 165 m.

Zone 3: L'aquifère du Miocène : La formation du Miocène se distingue par un toit dont la profondeur varie de 0 à 40 m, un mur allant de 120 à 280 m de profondeur et une épaisseur pouvant atteindre 240 m par endroit

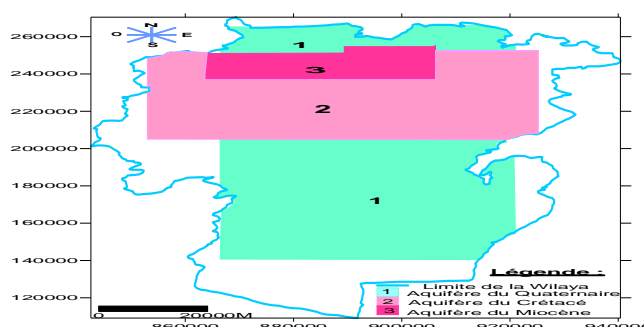


Figure 8 : Carte de délimitation des zones aquifères de la région de Khenchela

4 CONCLUSION

En se basant sur les informations tirées des 165 forages considérés dans cette étude, il ressort que la région d'étude est constituée par trois formations hydrogéologiques intéressantes, c'est le système aquifère en zone semi-aride de Khenchela identifié par le Quaternaire, le Crétacé et le Miocène.

Dans cette configuration, il existe quatre nappes aquifères reconnues, une superficielle dont la profondeur moyenne varie de 5 à 30 m, l'autre est profonde et englobe trois nappes :

La nappe des plaines d'effondrement alimentée par les précipitations et les oueds qui la traversent, sa profondeur varie de 100 à 200 m,

La nappe des calcaires fissurés dont l'épaisseur dépassent parfois dans certains faciès les 250 m et finalement,

La nappe des formations continentales d'une profondeur qui varie de 200 à 600 m.

L'analyse de la surface piézométrique des cartes montre une morphologie non uniforme avec un écoulement différent d'un système aquifère à un autre.

D'après la DHW de Khenchela, le volume d'eau prélevé est d'environ : 34 Millions de m³/an, ce qui représente un débit fictif continu supérieur à 1000 l/s.

L'affectation des ressources par rapport aux 165 forages déclarés, sont répartis comme suit :

- Alimentation en eau potable (AEP) : 18,7 millions de m³/an, soit 55%
- Irrigation (IRR) : 12,9 millions de m³/an, soit 38%
- Alimentation en eau industrielle (AEI) : 2 ,4 millions de m³/an, soit 7%

Remarque

Cette affectation prouve si besoin est, que la région est à vocation essentiellement agricole, tandis que l'industrie représente encore une activité restreinte dans la région et par conséquent, elle est appelée à se développer dans un futur proche avec une demande en eau plus significative.

REFERENCES

- [1] **BOUBELLI Salim (2009)** : Identification et mise en évidence des formations hydrogéologiques de la wilaya de Khenchela (Nord-Est algérien). Analyse et synthèse de données. Mémoire de Magister, Université Badji Mokhtar-Annaba, 103 p.
- [2] **CASTANY, G. (1982)**: Principes et méthodes de l'hydrogéologie, Ed. Dunod, 263 p.
- [3] **CHAFFAI H. (1986)**: Evaluation des ressources en eaux de la plaine de Chéria (Algérie). Synthèse et analyse des données. Thèse Doctorat 3^{ème} cycle, USTL, Montpellier II, 245 p.
- [4] **CHAFFAI H. (1993)**: Ressources en eau des formations karstiques de Chéria [Algérie]. Séminaire International d'hydrogéologie des roches carbonatées profondes. 8-12 Février 1993, Tozeur, Tunisie.
- [5] **DE MARSILY, G. (1981)**: Hydrogéologie quantitative, Ed, Masson, 215 p.
- [6] **HOUHA, B. (2007)** : Etude du fonctionnement hydrogéologique et salin d'un bassin semi-aride. Rémila – Khenchela. Thèse de Doctorat, Université Badji Mokhtar-Annaba.
- [7] **LAFFITTE, R. (1939)**: Etude géologique de l'Aurès. Publ. Serv. Carte géol. Algérie, Alger, Alger, 2^{ème} sér. Bull. n° 15.
- [8] **VILLA, J.M. (1980)**: La chaîne alpine d'Algérie Orientale et des confins Algéro-Tunisiens. Thèse Sciences, Pierre et Marie Curie, Paris VI, 450 p