Geo-Eco-Trop., 2018, 42, 1 : 33-42

# Approche hydrogéologique du bassin miocène de Timgad (Wilaya de Batna -- nord-est algérien)

## Hydrogeological approach of Timgad miocene basin (Batna province -- northeastern Algeria)

LEBCHEK Soumia[1] & MENANI Med Redha[2]

**Abstract :** Timgad Basin is a part of the North-East Algerian Saharan Atlas. It is located at the northern of the Aurès Mountain. It is bordered in the North by Bou Arif, Amrane and Tagratine mountains, while in the South it is limited by Chelia, Rdam and Nerdi Bouhmar mountains. It is shaped as a synclinal gutter oriented East-West and covers an area of about 1000 Km$^2$. The climate is semi-arid (cold winter and hot summer) with average annual rainfall not exceeding 350 mm. The basin is composed by varied lithology, showing large folded structures down sloping towards the center, which favor groundwater storage. The Miocene sandstone aquifer is the most important. It is characterized by a wavy shape, which form series of shale-marl filling depressions. Recent wells drilled in the basin edges and center, put in evidence its artesian character. The piezometric survey shows a groundwater convergent flow oriented towards the basin east (Bou el Freis), likewise the sandstone aquifer is marked by the presence of a West-East drainage axis which separates the basin northern part characterized by a low reservoirs hydraulic capacity from the southern part distinguished by the groundwater relative abundance.

Keywords : Timgad Miocene Basin, sandstone aquifer, shale-marl filling, hydrous potentials

**Résumé :** Le bassin de Timgad appartient à l'Atlas saharien nord-oriental, à la terminaison septentrionale du massif des Aurès. D'une superficie de 1000 Km², il a la forme d'une gouttière de direction Est-Ouest, limitée au nord par les massifs Bou Arif, Amrane et Tagratine, et au sud par les massifs Chelia, Rdam et Nerdi Bouhmar. Le bassin est soumis au climat semi-aride (hiver froid et été chaud) avec des précipitations annuelles moyennes n'excédant pas les 350 mm. L'étude géophysique a montré la présence de deux niveaux géologiques gréseux et carbonatés relativement résistants affectés par un réseau de fracturation et qui constituent très probablement des aquifères en charge. En effet, des forages récents réalisés en bordure et au centre du bassin, ont montré le caractère artésien de l'aquifère gréseux. Les mesures piézométriques indiquent un écoulement convergeant orienté vers l'est du bassin, marqué par la présence d'un axe drainant de direction Ouest-Est. Ce dernier sépare la partie nord du bassin, marquée une faible capacité hydraulique des réservoirs, de la partie sud, caractérisée quant à elle par une relative abondance.

Mots-Clés : Bassin néogène de Timgad ; aquifère gréseux ; le remplissage argilo-marneux ; potentialités hydriques.

## INTRODUCTION

La rareté de l'eau douce est aujourd'hui une réalité incontestable, elle est plus accentuée en Algérie où les ressources en eau sont de plus en plus rares et la demande est en nette augmentation dans tous les secteurs, principalement l'agriculture.

Le bassin de Timgad se trouve au nord-est algérien occupant la majorité de la partie orientale de la Wilaya de Batna jusqu'au nord-ouest de la Wilaya de Khenchela (figure 1). Il s'étend sur sept communes abritant plus de 79500 habitants (ONS, 2008). Le bassin est en premier lieu marqué par son agriculture (DPAT, 2008), *« depuis l'Antiquité, le jardinage constitue la plus grande source de revenus des gens de l'Aurès surtout ceux de la partie septentrionale »* (DELARTIGUE, 1904).

[1] Département de géologie, Université de Batna 2, Algérie. lebcheksoumia@gmail.com,
[2] Laboratoire de mobilisation et de gestion des ressources en eau (MGRE), Université de BATNA 2, Algérie. redha.menani@univ-batna2.dz

Les eaux souterraines sont les ressources les plus importantes dans le bassin, leur mobilisation est assurée par un grand nombre de forages et de sources captées ou non captées, réparties à travers tout le bassin (DHW, 2015).

Les recherches géologiques et géophysiques réalisées ont confirmé la présence de formations perméables susceptibles de contenir de l'eau d'âge miocène et crétacé. L'objectif de cette note est de caractériser ce bassin du point de vue hydrogéologique afin de permettre d'asseoir une politique de gestion durable

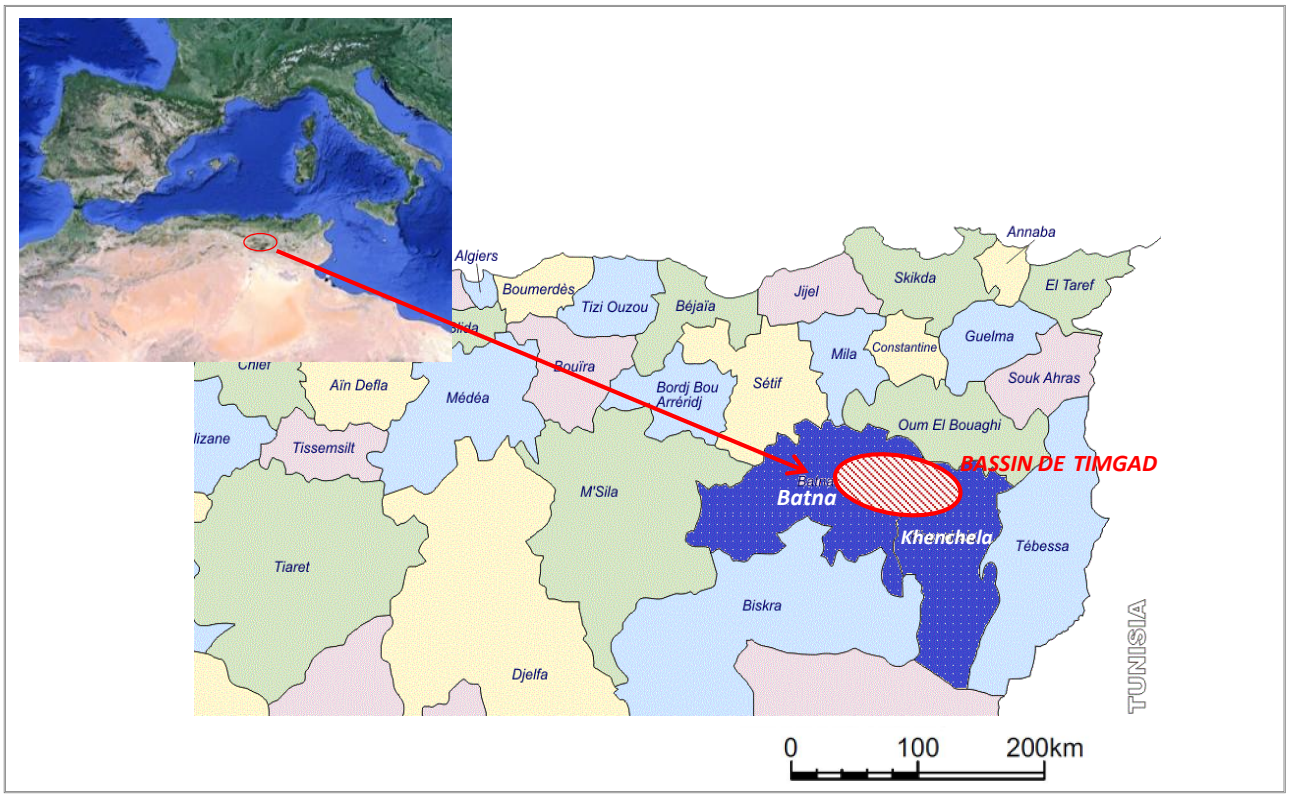


**Fig. 1** : Situation géographique du bassin de Timgad

## CADRE GEOLOGIQUE

Le bassin de Timgad fait partie de l'avant-pays atlasique autochtone à la terminaison septentrionale du massif des Aurès (figure 2). Il s'agit d'un synclinal de direction Est-Ouest, formé essentiellement par des ensembles sédimentaires du Miocène plissés (GHANDRICHE, 1991) qui s'étalent sur de grandes étendues constituées à la base par des conglomérats rouges et calcaires (Aquitanien-Serravallien) surmontés par une série marneuse avec des bancs de grés et des argiles verdâtres gypsifères (Tortonien) ; au-dessus se trouve l'alternance des argiles rouges et des argiles gréseuses (Messinien). Ces trois ensembles lithologiques reposent en discordance sur des séries marneuses et carbonatées du Crétacé par des dépôts détritiques le plus souvent grossiers (COQUAND, 1862) et sont recouverts par le Quaternaire (GUELLAL & VILA, 1973 ; GHANDRICHE, 1991). Du point de vue structural, le bassin de Timgad est influencé essentiellement par la phase atlasique qui a tracé ses structures plissées qui ont été réactivées par la phase post-miocène. Produisant un réseau de fracturations avec les directions principales suivantes : NW-SE et NE-SW, affectant à la fois les formations du Miocène et du Crétacé (VILA, 1980 ; GHANDRICHE, 1991 ; DJAIZ, 2011), le Miocène s'est déposé généralement sur une surface d'érosion formant ainsi une suite de dépressions parfois très profondes (Dj. Tagratine, Kef Lakhal…), (LAFFITTE, 1939 ; MARMI, 1995).

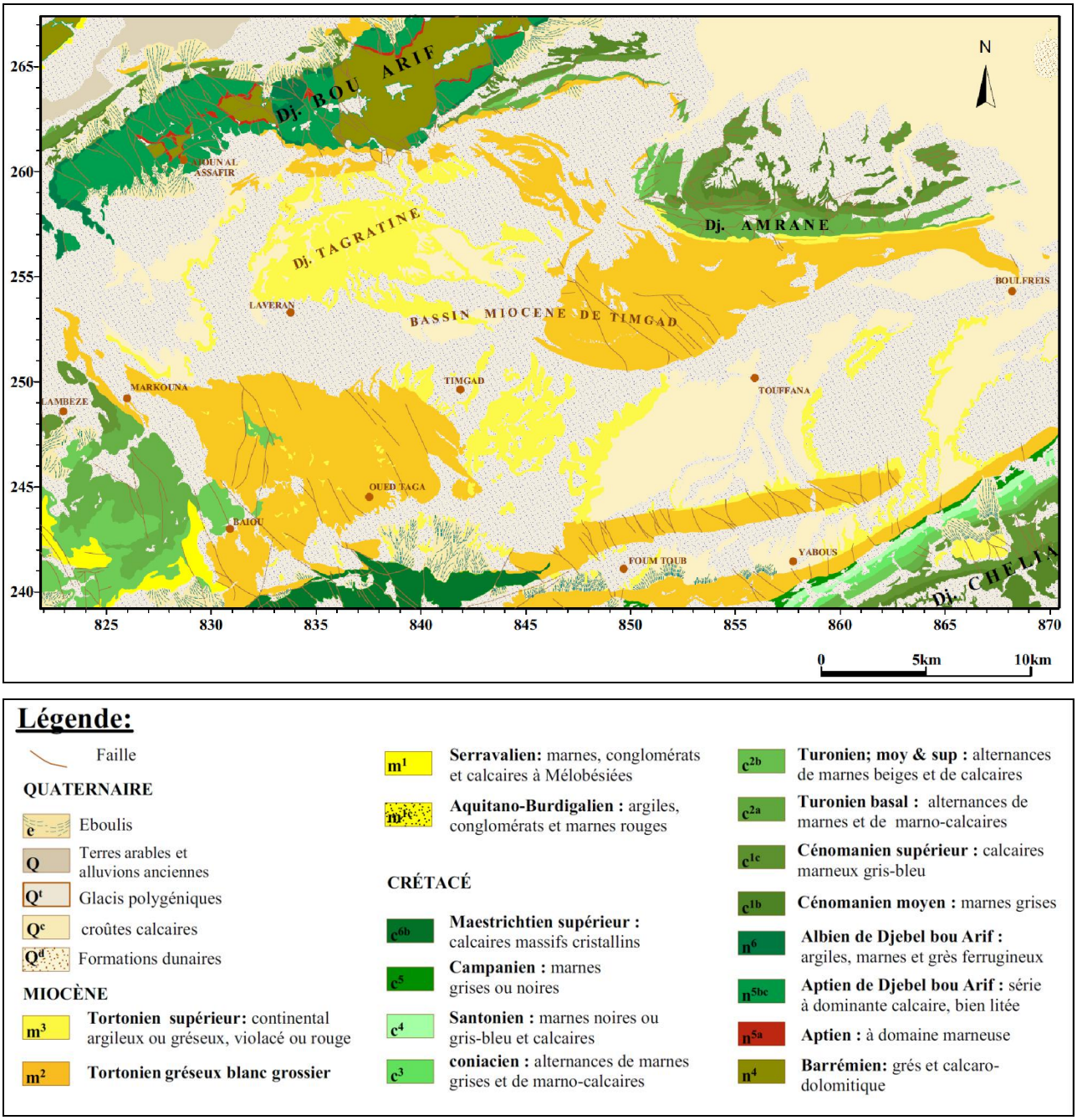


**Fig. 2** Carte géologique de la zone d'étude.
Assemblage réalisé à partir des cartes géologiques de Tazoult, Touffana, Ain el ksar, et Boulhelet.
Cartes géologiques initiales réalisées par VILA & GUELLAL 1973

**Fig. 2** Geologic map of the studied area
Map assembly was made on the support of geological maps of Tazoult, Touffana, Ain el ksar, and Boulhelet, according to VILA & GUELLAL 1973

## CADRE GEOPHYSIQUE

Dans le but de connaître les variations lithologiques et structurales des formations géologiques existantes, une campagne géophysique par sondages électriques a été entreprise sur les sites de Tazoult, Timgad et Ouled Fadhel. En réalisant 233 sondages électriques en ligne AB=4000m, l'étude a montré la présence de dépôts de faible résistivité dont l'épaisseur augmente des bordures vers le centre du synclinal, correspondant aux marnes et aux argiles du Miocène, surmontant un niveau relativement résistant

correspondant principalement à des grès du Miocène et partiellement à des calcaires du Crétacé qui affleurent sur les bordures (ENAGEO, 1993), (fig. 3).

## MATERIELS ET METHODES

La détermination des caractéristiques géométriques des différentes formations-réservoir dans le bassin de Timgad, leur superposition ainsi que le contact entre elles nécessitent une démarche basée sur les études géologiques, l'étude géophysique et la corrélation des logs stratigraphiques des sondages mécaniques réalisés au niveau du bassin qui ont abouti à la réalisation des coupes hydrogéologiques transversales, celles-ci couvrent l'ensemble du bassin (Ouest, Centre et Est, fig. 3).
La profondeur du niveau piezométrique a été mesurée entre avril et mai 2015 dans 90 forages dont les profondeurs varient entre 50 et 300m. Ces derniers exploitent l'aquifère gréseux et sont destinés à l'alimentation en eau potable ainsi qu'à l'irrigation.
Cette campagne a abouti à la réalisation d'une carte piézométrique permettant de définir les principales caractéristiques de l'écoulement souterrain au sein de l'aquifère gréseux, les principales directions d'écoulement, les conditions aux limites, les zones d'accumulation et le gradient hydraulique, (selon CASTANY, 1982).

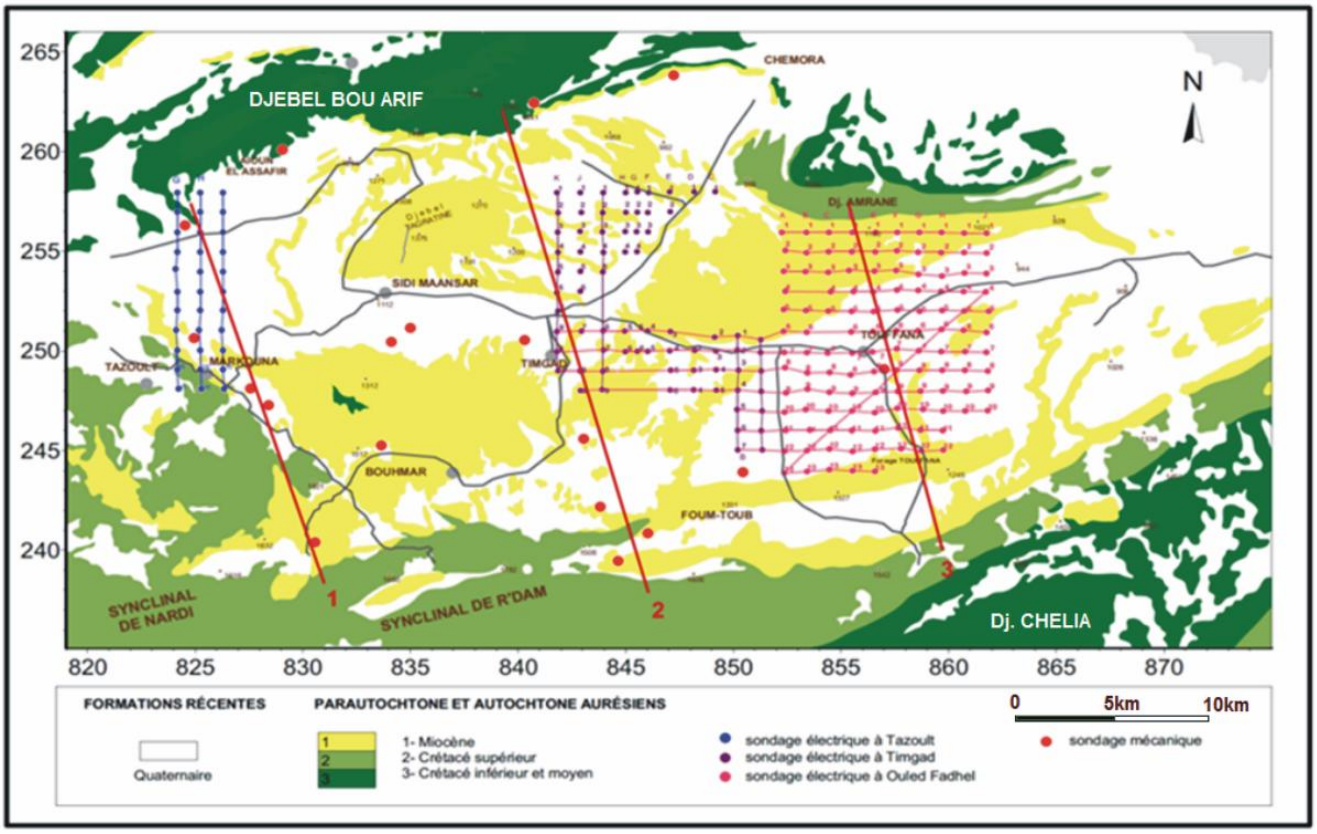


**Fig. 3** Plan de position des coupes hydrogéologiques
**Fig. 3** Position map of hydrogeological cross sections

## RESULTATS ET DISCUSSION

### Interprétation des coupes hydrogéologiques

Les coupes hydrogéologiques réalisées ont mis en évidence une lithologie contrastée et variée, organisée en structures plissées dont les pendages convergent vers le centre du bassin, favorisant l'accumulation des eaux souterraines (ENAGEO, 1993), (Fig. 4), déterminant ainsi un système aquifère composé de haut en bas comme suit :

### *L'aquifère gréseux du Miocène*

Une importante masse gréseuse d'âge tortonien étendue sur tout le territoire du synclinal, alternée des fois avec des passages de marne, se présente sous une allure ondulée, créant ainsi une suite de dépressions à remplissage argilo-marneux. Ces dernières sont d'une épaisseur variable atteignant 1000 m par endroits, principalement au centre de bassin (synclinal de Tagratine et la région de Ouled Fadhel). Cet aquifère est le plus exploité vu son caractère artésien, son épaisseur importante qui peut dépasser les 200 m, son étendue ainsi que sa géométrie ondulée particulière. En terme de caractéristiques hydrodynamiques, que nous n'aborderons pas dans cette note, les transmissivités obtenues lors des essais de pompage sont de l'ordre de $10^{-4}$ m/s² et des coefficients d'emmagasinements de $10^{-4}$ à $10^{-5}$ en conformité avec le caractère captif de l'aquifère

### *L'aquifère calcaire du Crétacé supérieur*

Des calcaires massifs cristallins d'âge maastrichtien pouvant atteindre une épaisseur de 300m, forment la bordure sud du bassin (synclinal de R'dam, Dj.Chelia) et sont surmontés en discordance par les grès blancs du Miocène. Ces calcaires sont le siège d'écoulements souterrains dont l'exploitation est restreinte par rapport à l'aquifère gréseux et se limite aux bordures méridionales dans les régions de Oued Taga, Foum Tob et Yabous. Vers le centre de la dépression de Timgad, ils n'ont même pas été détectés par reconnaissance géophysique.

### *L'aquifère des calcaires du Crétacé inférieur*

Des calcaires aptiens occupent les parties en voûte des soulèvements anticlinaux du Djebel Bou Arif au bord nord du bassin. L'Aptien est représenté par l'association d'une assise marneuse basale de 70 m d'épaisseur de teinte beige-verdâtre et grise, surmontée par des formations de calcaires épaisses d'environ 300 m, avec des variétés massives pélitomorphes et organogènes. L'exploitation de cet aquifère est limitée au versant sud et en bordure immédiate de Dj. Bou Arif (région de Ain Abderrahmane et la région de Aioun el Assafir), vu les pendages de plongement en profondeur sous les formations plus récentes.
L'empreinte de la phase tectonique post-miocène est évidente. Elle est matérialisée sur les coupes hydrogéologiques réalisées sur le bassin. Elle est responsable de la création d'un important fossé d'effondrement, la jonction entre les failles normales positionnées aux centres des coupes montre clairement l'extension de ce fossé et met en évidence le contact entre la formation gréseuse (réservoir) et le remplissage marno-argileux du fossé, qui forme une barrière étanche.

## Communication entre aquifères

Le bassin de Timgad est influencé essentiellement par la phase atlasique qui a tracé ses structures plissées, le Miocène s'est déposé généralement sur une surface d'érosion en discordance sur des séries litho-stratigraphiques (marneuses et carbonatées) du Crétacé,
Ce qui est évident dans les coupes (1, 2) qui montrent clairement au sud-ouest du bassin (Dj. Chelia et R'dam) les calcaires de Maestrichtien qui affleurent avec un pendage faible et leur recouvrement par les grés du Tortonien (Miocène). En revanche, sur la bordure nord, les calcaires de l'Aptien sont fortement inclinés. Ils plongent au-dessous des grés du Miocène et le contact entre les deux formations est très limité (Fig. 5).

## Piézométrie

La carte piézométrique réalisée pour les mesures d'avril-mai 2015 (Fig. 6) montre que l'aquifère gréseux du Miocène est alimenté essentiellement au niveau de la bordure méridionale formée de massifs des Aurès (Dj.Chelia, Rdam, Nerdi Bouhmar), avec une altitude maximale de 2328m (Dj. Chelia) et des précipitations annuelles maximales de l'ordre de 770 mm (ANRH. 2013). Cette bordure, de nature carbonatée d'âge crétacé supérieur constitue une importante source de recharge de l'aquifère gréseux miocène. Le versant sud du Dj. Bou Arif représente aussi un front d'alimentation, cependant de moindre importance. Il est formé essentiellement de marnes-calcaires d'âge crétacé inférieur (altitude maximale de l'ordre de 1744m à Koudiat Graf) (Fig. 6).

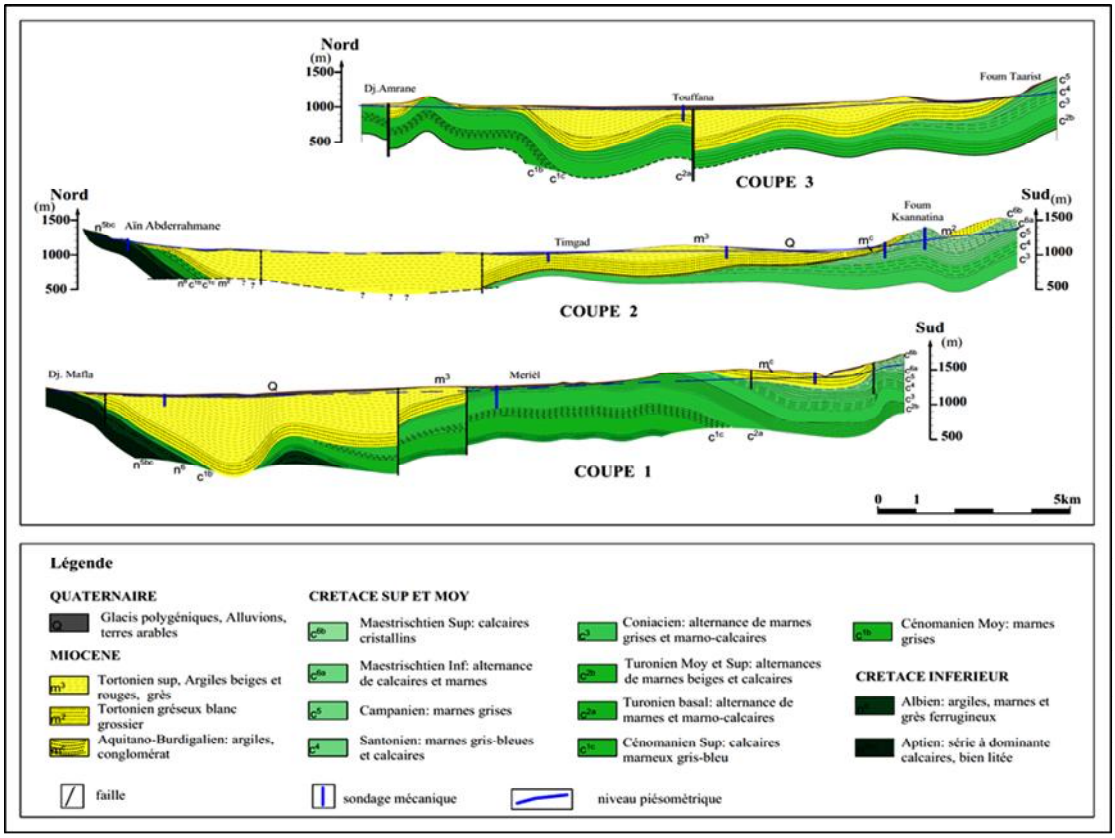


**Fig. 4** Coupes hydrogéologiques transversales du bassin de Timgad
**Fig. 4** Hydrogeological cross sections of the basin of Timgad

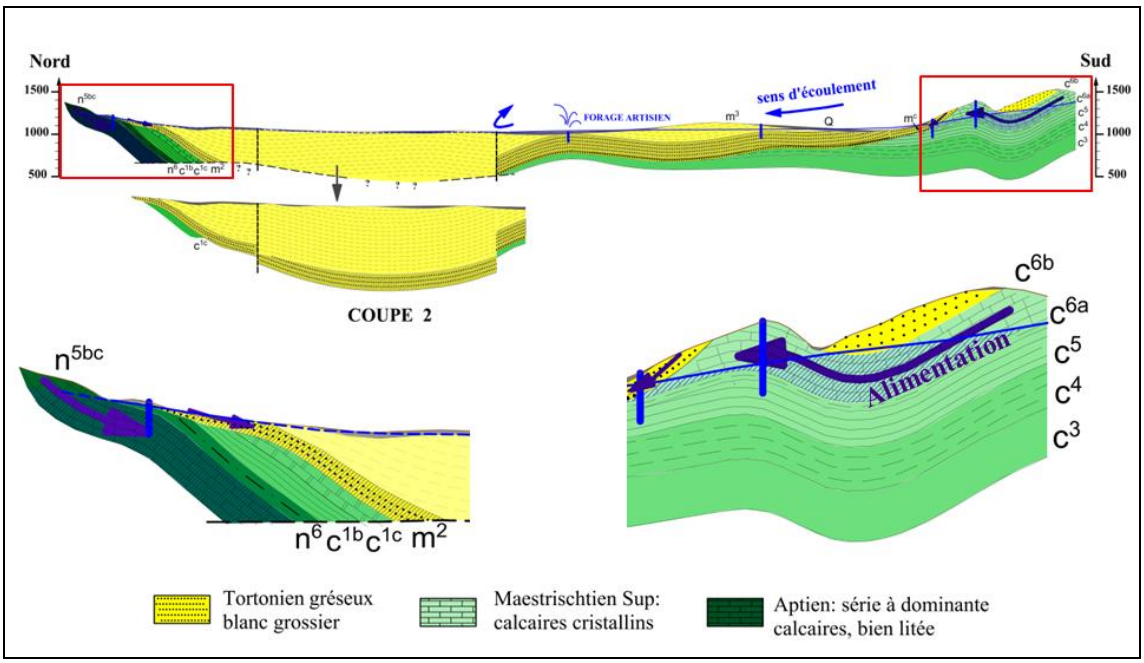


**Fig. 5** Relations morphologiques et hydrogéologiques entre les différents aquifères du bassin de Timgad
**Fig. 5** Morphological and hydrogeological relations between the various aquifers of Timgad basin

Le remplissage argilo-marneux du fossé, situé dans la partie nord du bassin, forme une barrière étanche mettant en contact quelques formations (les grès et les marnes du Miocène). Ce contact influe :

- d'une part, sur le sens d'écoulement des eaux souterraines, créant un axe d'écoulement au centre du bassin, orienté vers l'est séparant la partie sud caractérisée par l'abondance des eaux souterraines (la formation gréseuse est proche de la surface) et la partie nord du bassin caractérisée par le manque d'eaux souterraines vu l'épaisseur importante du remplissage argilo-marneux (formation gréseuse très profonde de plus de 1000m). (Fig. 7).
- et d'autre part, il contribue à l'augmentation de la pression au niveau de l'aquifère gréseux qui se traduit par la présence de certains points artésiens dans la partie sud.

La majorité des axes d'écoulement des eaux souterraines sont orientés vers l'aval (l'est du bassin, région de Bou el Freis) montrant ainsi un écoulement convergent. (Fig. 6), avec un resserrement des courbes piézométriques aux bordures du bassin (gradient hydraulique i=2.5 % à 5 %), au centre et en aval l'espacement entre les courbes piézométriques devient plus large (i= 1.5 % à 0.5 %).

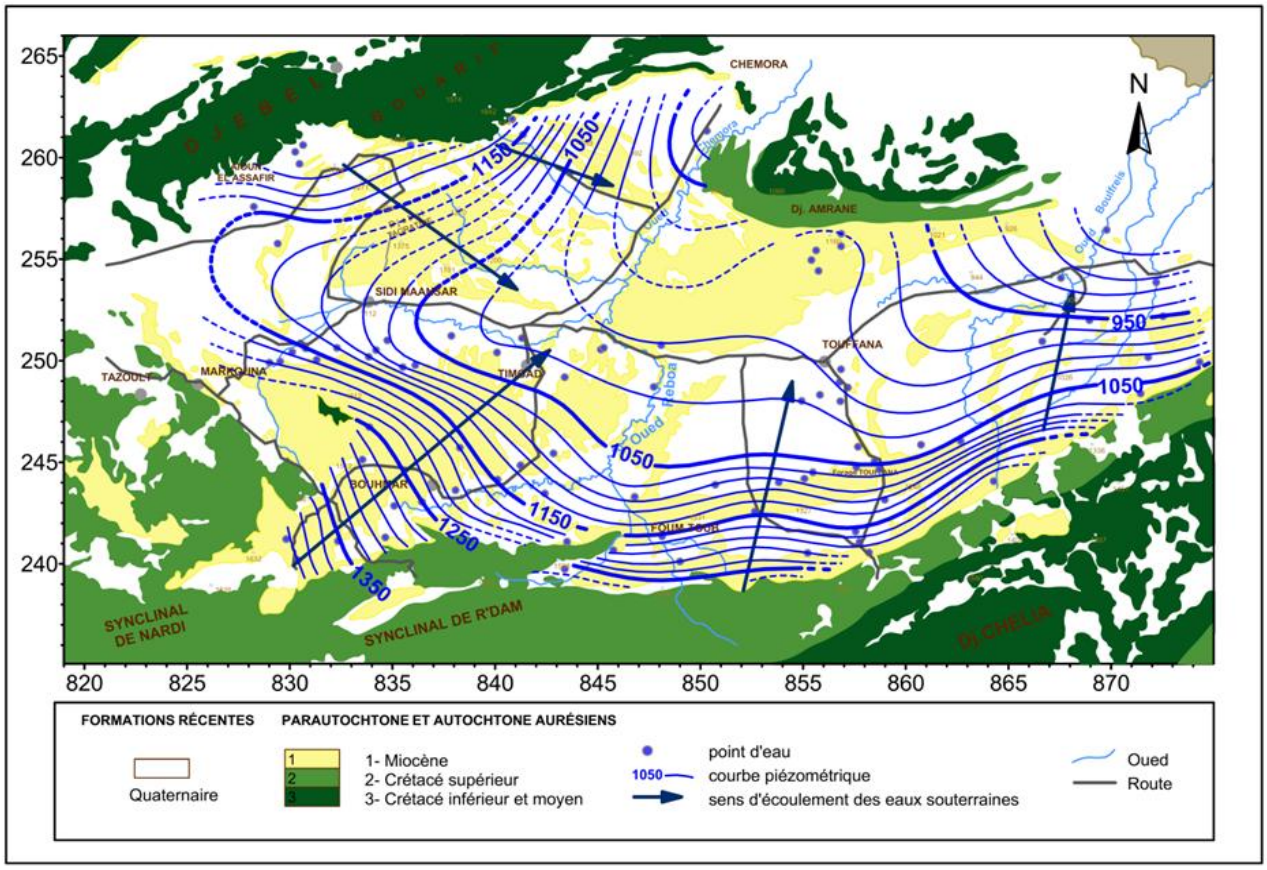


**Fig. 6** Carte piézométrique de l'aquifère gréseux du Miocène (Bassin de Timgad, Avril 2015)
**Fig. 6** Piezometric map of the Miocene sandstone aquifer (Timgad basin, April 2015)

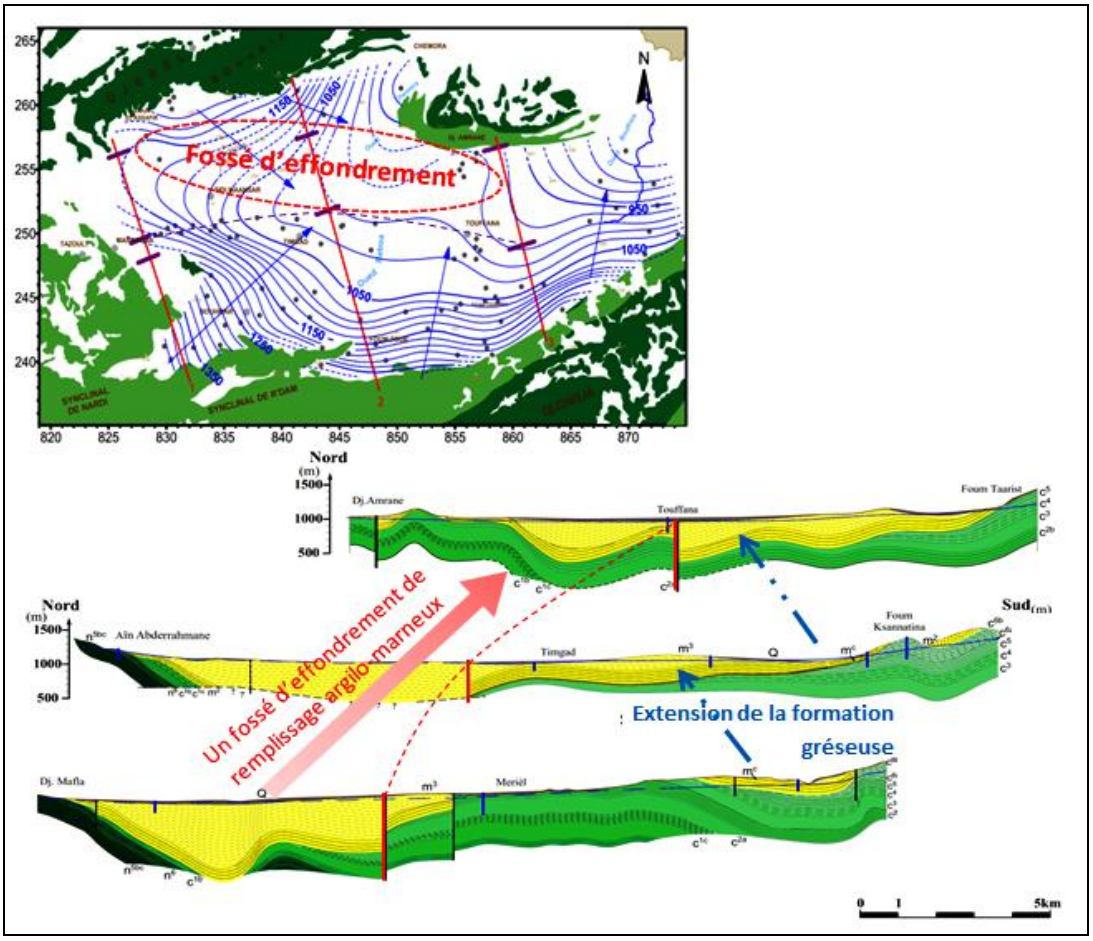


**Fig. 7** Schéma explicatif de la géomorphologie de l'aquifère gréseux de miocène
**Fig. 7** Explanatory diagram of the geomorphology of the sandstone Miocene aquifer

## CONCLUSION

Le bassin de Timgad renferme plusieurs aquifères dont le plus important est l'aquifère gréseux miocène compte tenu de son caractère artésien, de son épaisseur importante (200m), de son étendue ainsi que de sa disposition. Il est alimenté essentiellement par les massifs septentrionaux des Aurès de nature carbonatée d'âge crétacé. L'écoulement des eaux souterraines de ce dernier est orienté principalement vers l'est du bassin (région de Bou el Freis). La partie nord du bassin contient un important fossé d'effondrement de remplissage argilo-marneux, ce dernier forme une barrière étanche, influant sur le sens d'écoulement des eaux souterraines et l'augmentation de la pression au niveau de l'aquifère, ce qui explique la présence de certains points artésiens dans la partie sud. Les eaux souterraines sont en général facilement accessibles, à l'exception de la partie nord du bassin, là où le remplissage argilo-marneux est plus épais (plus de 1000m) jamais encore dépassé par sondage. Le problème de la rareté de l'eau ainsi que la difficulté d'exploitation, nous orientent vers d'autres solutions (les eaux de surface) pour alimenter les régions pauvres en eau et soutenir le secteur agricole.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES


ANRH (Agence nationale des ressources hydriques), 2013. Données pluviométriques. Algérie.

CASTANY, G., 1982. Principes et méthodes de l'hydrogéologie. Bordas, Paris, 238p.

COQUAND, M.H., 1862. Géologie et paléontologie de la région Sud de la province de Constantine. Mém. Soc. Emul. Province, II, 341 p.

DELARTIGUE, H., 1904. Monographie de L'Aurès - Histoire particulière des diverses tribus de l'Aurès, Marle-Audrino, Constantine, Algérie, 285 p.

DJAIZ, F., 2011. Le Bassin néogène de Timgad : Etudes sédimentaire et tectonique (Algérie nord-orientale), Thèse de doctorat Université de Constantine, Algérie, 260p.

DHW (La Direction de l'hydraulique de la Wilaya de Batna), 2015. Rapport de DHW Batna. Algérie, 10p.

DPAT (Direction de la Planification et de l'Aménagement du territoire), 2008. Monographie de la Wilaya de Batna, 195p.

ENAGEO, 1993. Rapport d'études géophysiques des sites TMGAD et OULED-FADHEL, 27 p.

GHANDRICHE, H., 1991. Modalités de la superposition de structures de plissement-chevauchement d'âge alpin dans les Aurès (Algérie), Thèse de doctorat Université de Paris Sud, centre d'Orsay, 196 p.

GUELLAL, M.S., & VILA, J.M., 1973. Etude géologique du permis Ain Beida. Rapport SONATRACH inédit, 120 p.

LAFFITE, R., 1939. Etude de géologie de l'Aurès. Doctorat Sciences Paris, Bull. Serv. Carte Géol. Algérie, 1re série, 15, 484 p.

MARMI, R., 1995. Les bassins continentaux de l'avant-pays de la chaîne alpine nord- orientale. Etude stratigraphique, sédimentaire, structurale et géochimique. Thèse de doctorat Université de Henri Poincaré, Nancy1, 283p.

ONS (Office national de statistique), 2008. Opération de recensement des habitants.

VILA, J.M., 1980. La chaîne alpine d'Algérie orientale et des confins algéro-tunisiens.
Thèse de doctorat Sciences nat, Université Pierre et Marie Curie, Paris, 665 p.

VILA, J.M., & GUELLAL, M.S., 1973. Cartes géologiques au 1/50 000e, Tazoult (201), Touffana (202), Boulhelet (174), Ain el ksar (173) 1ère édition