



## **SYNTHESE SUR LES FORAGES HYDRAULIQUES PROFONDS DE LA ZONE FRONTALIERE ALGERO-MAROCAINE**

***F. BENSAOULA, M. ADJIM***

Département d'hydraulique, Faculté des Sciences de l'Ingénieur,  
Université Abou Bekr Belkaïd de Tlemcen.

### **INTRODUCTION**

Dans le cadre du renforcement de l'alimentation en eau potable de la population de la partie ouest de la wilaya de Tlemcen, des campagnes de reconnaissance par forage sont menées dans la région.

Au cours de ces quatre dernières années, l'agence nationale des ressources hydrauliques (ANRH) a mené dans la région de Zouia, des prospections hydrogéologiques par forages profonds. L'implantation de ces derniers fut effectuée sur la base des résultats d'une prospection géophysique, par la méthode électrique, récemment réalisée.

Ces forages profonds de 500m en moyenne, ont traversé les formations gréseuses de l'Oxfordien et les argiles du Callovo-Oxfordien. Aussi ils ont recoupé, en partie, les formations carbonatées sous jacentes du Bajo-Bathonien (Jurassique moyen). Ils ont mis en évidence un niveau aquifère dans ces formations. Sur une série de 12 forages, 5 ont permis de mobiliser de l'eau à température élevée, jusqu'à 47°C (figure 1). Les résultats de cette campagne de forages présentés dans cet article permettent de mettre en évidence des circulations d'eau profondes dans ce secteur dont la structure géologique est assez complexe. Il faut noter aussi que les conditions hydrogéologiques de la région sont très peu connues.

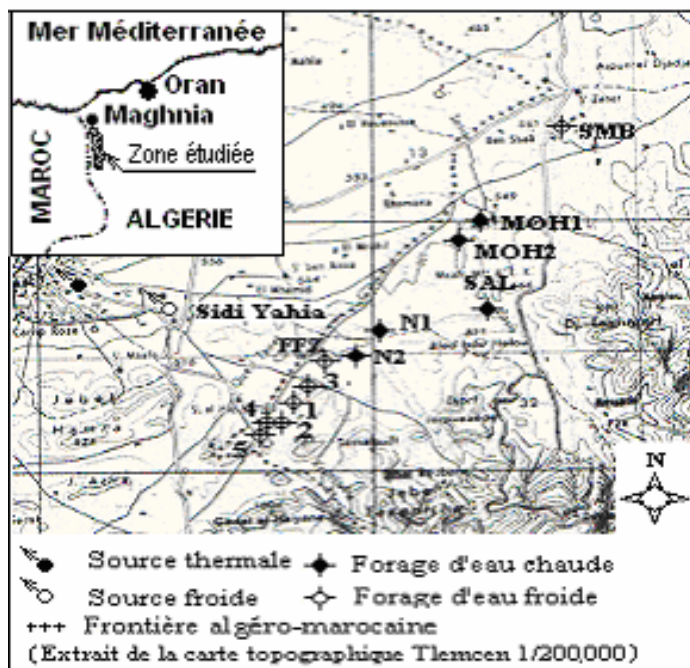


Figure 1 : Contexte géographique du secteur étudié et situation des forages.  
 Extrait de : carte modifiée de Lucas (1952), Bensaoula et al (2005).

## LES FORAGES DE LA ZONE FRONTALIERE

### Considérations générales

La région de Zouia se situe aux confins du territoire algérien à proximité de la frontière algéro-marocaine. Elle se trouve au sud-ouest de Maghnia à une distance de 25 Km. On y accède par la route qui relie Maghnia à El Abed. La zone étudiée est localisée sur les piémonts nord-ouest du Massif de Ghar-Roubane. Ce dernier constitue la terminaison occidentale des Monts de Tlemcen (figure 1). La pluviométrie moyenne annuelle est de 292mm pour la station de Maghnia (1973/1998) et de 478mm pour la station de Beni-Bahdel (1939/1998). Notons que ces deux stations se situent au nord et au nord-est du secteur étudié. Les températures moyennes annuelles sont respectivement 16.5 et 17°C. C'est une région avec un climat semi-aride. Les ressources en eau étant très faibles dans la région, la réalisation de forages profonds pour la mobilisation d'une nouvelle ressource s'est avérée urgente. Ainsi sur une longueur totale de 2127m forée dans les dolomies, 12 pertes totales de boue ont été constatées dont 9 à une profondeur inférieure à 50 m par rapport au toit des dolomies. Précisons que ces pertes totales de boue sont la conséquence d'une fissuration importante. La fréquence des pertes est de 5,6 pertes/km. Les dolomies du Bajo-Bathonien sont donc plus karstifiées dans les niveaux supérieurs. Dans la coupe géologique

synthétique de la figure 2, ont été combinées toutes les informations récoltées au niveau des 11 forages. Ces derniers ont tous été tubés jusqu'au toit des dolomies à l'exception de N1 et MOH2 où les niveaux gréseux supérieurs ont été crépinés, ceci permettrait une alimentation de la nappe contenue dans les grès par la nappe ascendante des dolomies. Le niveau piézométrique mesuré dans les différents ouvrages correspond au niveau statique et semble être de la même nappe.

Remarquons que le toit des dolomies du Bajo-Bathonien est de plus en plus profond en allant du sud-ouest vers le nord-est. Ainsi on peut mesurer une dénivellée de plus de 500 m entre le forage Z5 et le forage MOH1 distants de 10km environ. Notons que le forage SMB profond de 650m et situé plus au nord n'a pas atteint les dolomies. Cette constatation s'intègre bien dans le schéma structural général de la région qui a subi plusieurs épisodes de sédimentation contrôlés par l'effet conjugué de la subsidence et d'une tectonique distensive (Benest et al., 1999). Des accidents importants sont probablement à l'origine de ce grand rejet. Ces failles restent à mettre en évidence d'une manière plus précise.

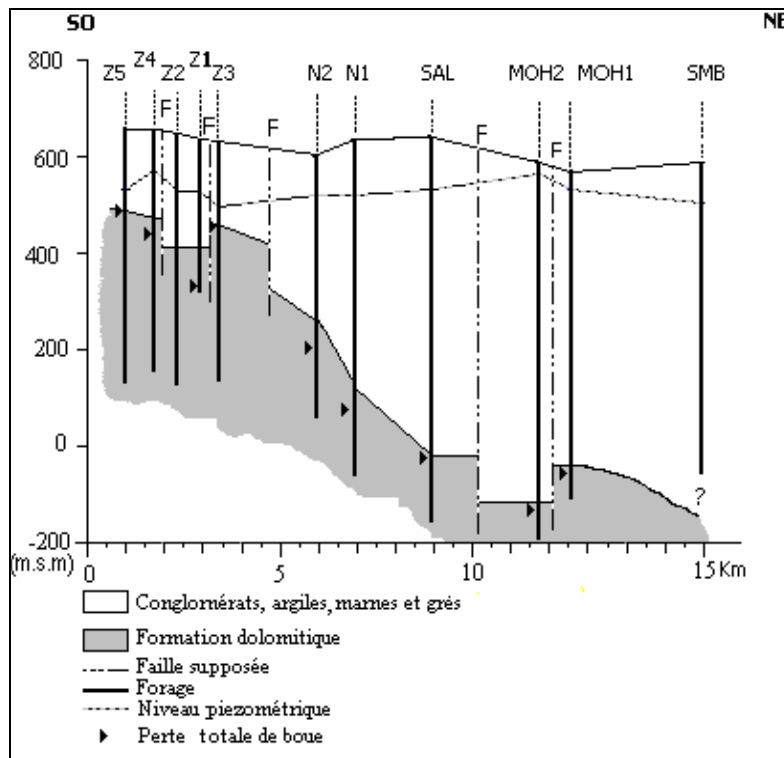


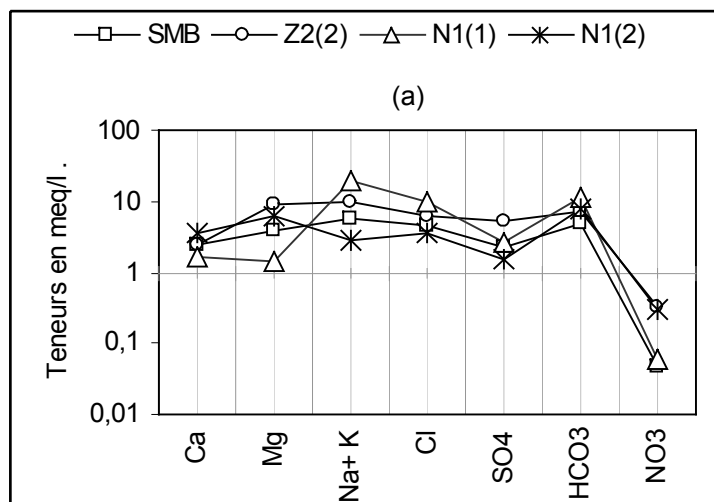
Figure 2 : Coupe géologique et hydrogéologique synthétique  
établie à partir des données de forages

### Physico-chimie des eaux

Les eaux captées par ces forages peuvent être classées en deux catégories : la première qui englobe les forages Z1, Z2, Z3, Z4, Z5 et SMB avec une température de 21°C et la seconde comprend les forages N1, N2, SAL, MOH1, MOH2, avec une température variant de 38°C à 47°C (Bensaoula et al, 2005). Seul le forage FFZ a montré une eau avec une température intermédiaire de 24°C. En effet ce forage se situe juste à la limite entre les deux catégories principales (figure 3). A la limite nord du champ de captage, l'eau du forage SMB qui n'a pas touché la nappe des dolomies, atteint 21°C; il s'agit probablement de la nappe des grès du Séquanien. Au-delà de la frontière algéro-marocaine, à une distance de 6km environ du champ de captage de Zouia, existe la source artésienne de Benkachour, dans la banlieue d'Oujda (Maroc), possédant une température de 52°C. Entre le champ de puits et la source thermique d'Oujda, la source de Sidi Yahia (figure 1) constitue le trop plein de l'aquifère liasique dans le territoire marocain (Bonnet, 1966).

L'ensemble de ces résultats se répartit bien autour d'une droite de pente 5,8 °C/100m (Bensaoula et al, 2005). Pour des forages situés dans la partie orientale des monts de Tlemcen et ayant traversé les dolomies du Jurassique supérieur, ce gradient a été évalué à 3.7 °C/100 m (Collignon, 1986b).

Les eaux sont relativement chargées en sels minéraux (1,1 g/l à 2,8 g/l) par rapport aux eaux des aquifères carbonatés du Jurassique supérieur. D'autres forages dans le Lias carbonaté des monts de Tlemcen et de Traras ont donné des résidus secs de 1,8 g/l à 3,5 g/l (Collignon, 1986a). Par contre les eaux issues des grès sont moins minéralisées. A titre d'exemple, citons le forage SMB avec un résidu sec de 0,7 g/l.



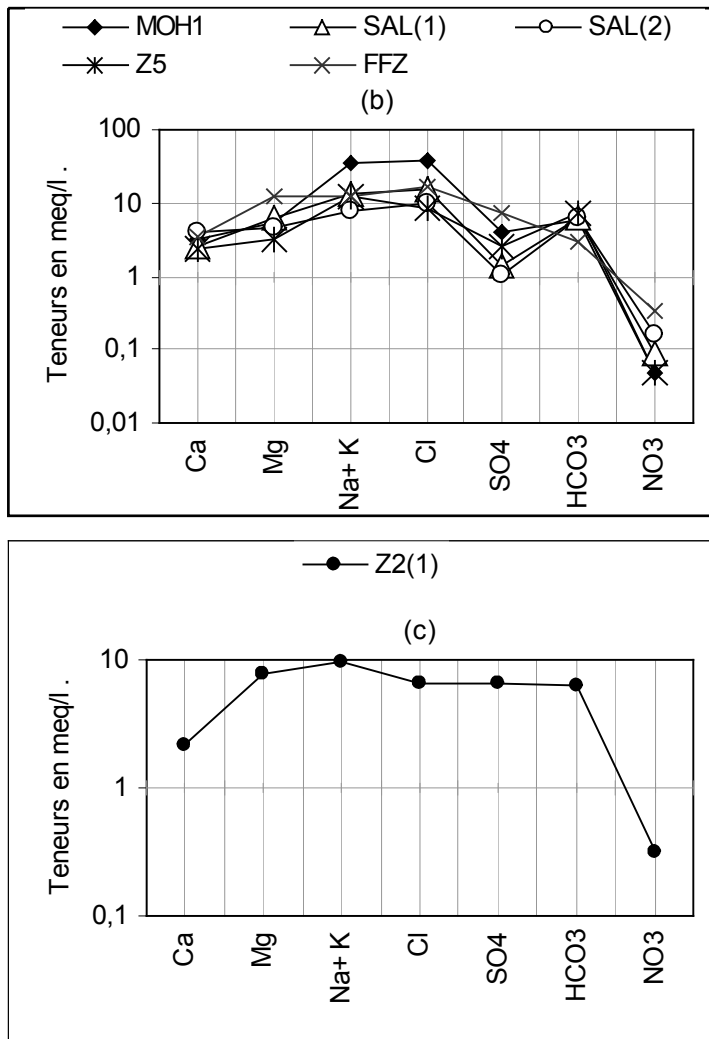


Figure 3: Représentation, sur diagramme de Schoeller et Berkloff, des ions majeurs des eaux de forages de Zouia. (extrait de Bensaoula et al, 2005). (1) premier échantillonnage d'eau, (2) deuxième échantillonnage d'eau.

Les eaux captées se répartissent en trois groupes de faciès : bicarbonaté (a), chloruré (b) et sulfaté (c). Ceci a fait l'objet d'une représentation sur le diagramme de Schoeller et Berkloff (figure 3). Il faut remarquer que le forage Z2 présente une eau sulfatée, au premier échantillonnage, avec des teneurs très semblables de sulfate, de chlorure et de bicarbonate. Le sodium est le cation dominant. Tandis qu'au second, c'est une eau bicarbonatée, chlorurée sulfatée sodique et magnésienne. Le faciès de l'eau de ce forage préconise un lessivage des formations évaporitiques (gypse et halite).

Le forage N1 a donné deux échantillons prélevés à deux périodes différentes (à

la fin du forage et 3 mois plus tard). L'eau possède un faciès bicarbonaté mais de minéralisation très différente, le premier avec un résidu sec de 1,46 g/l le second avec 0.88 g/l. Ceci peut être expliqué par le fait que ce forage met en communication les deux niveaux aquifères, les dolomies du Bajo-Bathonien et les grès de l'Oxfordien. Ceci montre que les eaux du second échantillon proviennent d'un mélange des eaux des deux niveaux dolomitiques et gréseux ; une eau de faciès bicarbonaté calcique et magnésien et une autre plus profonde bicarbonatée chlorurée sodique.

Les forages MOH1 et SAL présentent par contre des eaux chlorurées sodiques. Ce sont les forages les plus profonds qui ont atteint les dolomies au delà de 600 m. En effet, la minéralisation de ces eaux est probablement acquise en profondeur par un lessivage vraisemblable de formations gypseuse et saline.

De fortes minéralisations ont été mesurées sur les eaux issues de niveaux carbonatés du côté marocain (Bonnet, 1966). Les teneurs relativement élevées en chlorure de sodium et en sulfate ont été vraisemblablement acquises par un lessivage localisé des dépôts gypsifères et salifère du Trias.

### **Discussion et Conclusion**

Les dolomies ont montré la présence d'une karstification généralement dans les 100 premiers mètres de profondeur. Des cavités et des fissures bien développées ont été mises en évidence à des profondeurs importantes, pour la plupart supérieures à 300m. Il semble que la profondeur n'agisse pas sur la karstification. Ceci rejoint les données déjà publiées par Collignon (1988). Cet auteur avait étudié les dolomies du Jurassique supérieur dans les monts de Tlemcen, recoupées par 25 forages ayant cumulé une longueur de 5500m.

A la lumière des résultats des analyses physico-chimique, il apparaît que les eaux captées par ces forages sont de faciès chimique soit bicarbonaté soit chloruré. Elles sont assez minéralisées mais dans la limite de la potabilité. Les fortes minéralisations ont été acquises à des profondeurs importantes par un lessivage des formations carbonatées mises en évidence par les forages et les formations évaporitiques du Trias sous-jacent. Des observations similaires ont été effectuées, sur des eaux karstiques dans le haut Atlas marocain. (Qurtobi et al., 2001).

Les données actuellement disponibles sont trop fragmentaires pour pouvoir tirer des conclusions définitives. Il serait notamment intéressant de comprendre si cet aquifère profond peut être relié au volcanisme récent de type alcalin de l'Oranie occidentale qui se poursuit au Maroc dans la région d'Oujda. De nouvelles investigations sont menées de façon à pouvoir comprendre le système de ces circulations profondes.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BENEST M., BENSALAH M., BOUABDELLAH H., OUARDAS T. (1999). La couverture mésozoïque et cénozoïque du domaine Tlemcénien (Avant-pays Tellien d'Algérie occidentale) : Stratigraphie, paléoenvironnement, dynamique sédimentaire et tectogénèse alpine. *Bulletin du Service Géologique de l'Algérie*, 10(2), 127-157.
- BENSAOULA F, BENSALAH M., ACHACHI A. (2005). Etude des circulations d'eaux profondes dans les dolomies du Dogger de Zouia, Bordure occidentale des Monts de Tlemcen, nord-ouest algérien, *Bulletin d'hydrogéologie*, n°21, 16-32.
- BONNET P. (1966). Etude hydrogéologique de la plaine de Maghnia (Département de Tlemcen). Rapport Services des études scientifiques, non publié.
- COLLIGNON B. (1986a). Hydrogéologies appliquées des aquifères karstiques des Monts de Tlemcen (Algérie). Thèse de doctorat, Université d'Avignon, 293 p.
- COLLIGNON B. (1986b) Les sources bicarbonatées tièdes des piémonts de la Meseta oranaise. 6<sup>ème</sup> Séminaire national des sciences de la terre, Décembre, Alger.
- COLLIGNON B. (1988). Evolution avec la profondeur des pertes de boue en forage dans les aquifères karstiques de l'ouest de l'Algérie 4<sup>ème</sup> Colloque d'hydrologie en pays calcaire, 29 sept.-1<sup>er</sup> oct., 25-30, Besançon, France.
- LUCAS G. (1952). Bordure Nord des hautes plaines en Algérie occidentale, XIX Congr. Géol. Int. (Alger) Monographies régionales, 1<sup>ère</sup> série, Algérie 21, 139 p.
- QURTOBI M., BOUTALEB S., BOUCHAOU L., CHAUVE P., MUDRY J. (2001). Apport de la géologie et de l'hydrochimie à la connaissance des circulations karstiques dans le haut Atlas occidental d'Agadir (Maroc). In : 7<sup>th</sup> Conference on limestone hydrology and fissured media, September, 305-310, Besançon, France.