



LA VULNERABILITE A LA POLLUTION DES EAUX SOUTERRAINES DE LA REGION TEBESSA-HAMMAMET (EST ALGERIEN)

SEGHIR K.

Faculté des Sciences exactes et Sciences de la Nature et de la vie, Université de
Tébessa, Algérie.

seghir_karima@yahoo.fr

RESUME

Comme dans toutes les régions de l'Afrique du Nord, notamment du Maghreb, la région du grand bassin Méllègue a connu au cours des vingt dernières années une sécheresse très intense et persistante. Cette sécheresse a été caractérisée par un déficit pluviométrique considérable et a eu un impact très négatif sur les régimes d'écoulement des oueds et des sources et sur l'alimentation des nappes aquifères. Ce déficit hydro pluviométrique s'est répercuté sur l'ensemble des activités socio-économiques de cette région surtout sur son développement agricole. Par ailleurs ce phénomène a eu ainsi un impact écologique en dégradant, en générale, l'environnement et en favorisant notamment, la pollution des eaux et le dépérissement du milieu naturel. Pour cela, il est important de mettre en place une politique qui permettrait d'une part d'accroître nos ressources en eau et de les protéger d'autre part.

Dans le but de localiser les zones vulnérables à la pollution et leurs origines, des campagnes d'échantillonnage d'eaux et des mesures piézométriques ont été réalisées pendant les périodes des Hautes et Basses Eaux des années 2005, 2006. L'indice de contamination calculé nous a permis de dresser des cartes de vulnérabilité sur lesquelles on a distingué trois zones à degré de contamination croissant.

Mots clés : vulnérabilité, pollution, indice de contamination, pouvoir épurateur, protection.

ABSTRACT

As in all areas of the North, including the Maghreb Africa, the region of the Great Basin Mellegue has experienced over the last twenty years a very intense

and persistent drought. This drought is characterized by a significant lack of rainfall has had a very negative impact on the flow regimes wadis and springs and the aquifer recharge.

This hydro rainfall deficit has affected all socio-economic activities in the region especially in its agricultural development. More over, this phenomenon has an ecological impact and degrading treatment, in general, the environment and promoting particular, water pollution and decline of the natural environment.

Given the gravity of this situation, comes at a time when, the demand for water for different uses has increased significantly, it is important to develop a policy that would enhance and protect our water resources.

In order to locate the areas vulnerable to pollution and origin of water sampling and piezometric measurements campaigns were conducted during periods of High and Low water years 2005, 2006. The contamination index calculated enabled us to develop vulnerability maps on which identified three areas increasing degree of contamination.

Keywords: vulnerability, pollution, contamination index, cleaner power protection.

INTRODUCTION

Beaucoup de phénomènes météorologiques sont soudains et momentanés tandis que la sécheresse est plus insidieuse, car elle frappe progressivement une région et maintient son influence au fil du temps. Dans les cas graves, elle peut durer de nombreuses années. La salinité des eaux souterraines constitue l'un de ces conséquences et un problème plus répandu ces dernières années dans les régions Méditerranéennes. Elle est souvent liée à la nature des formations géologiques, et à l'effet alterné des deux phénomènes d'origine climatique à savoir : évaporation, lessivage (Seghir, 2005).

La région d'étude est située Nord Est Algérien, elle appartient au domaine de l'Atlas saharien oriental aux confins Algéro-Tunisiens. Elle est comprise entre les coordonnées géographiques suivantes : (longitude 7° 50- 8° 10 Est ; Latitude 35° 24 – 35° 35 Nord) (Figures 1,2).

Elle fait partie du bassin d'effondrement Tébessa-Hammamet-Morsott, qui est comblée par des sédiments d'origine continentale à caractéristiques hydrodynamiques très importantes.

De point de vue géologique, cette zone comprend une série stratigraphique étalée qui s'échelonne du Trias au Quaternaire recouvrant ainsi plusieurs formations aquifères dont les plus importantes sont datés du Mæstrichtien (calcaires fissurés aux bordures), et les alluvions datées du Mio-Pliocène qui sont constituées de cailloutis de calcaires enveloppés dans une matrice plus ou moins argileuse avec une épaisseur qui dépasse dans quelques zones 350m, et

qui forme la structure de la plaine (Seghir, 2004; 2006; 2008)

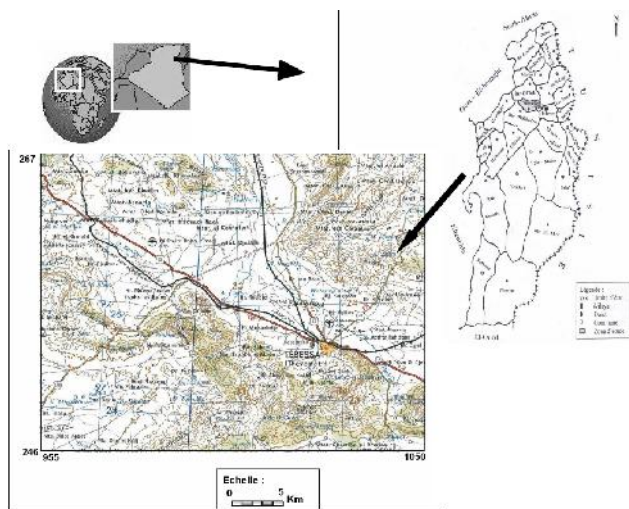


Figure 1 : Situation géographique de la région d'étude

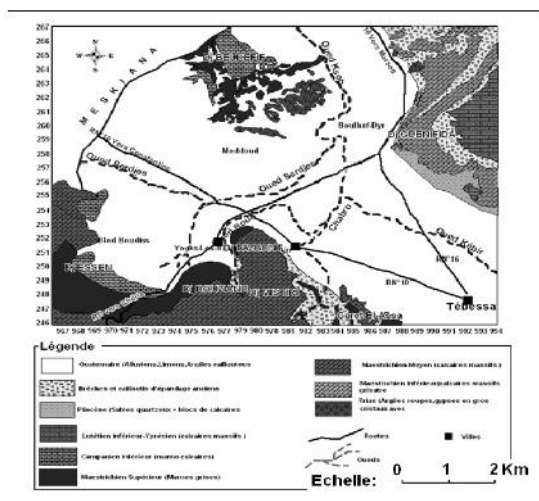


Figure 2 : Carte géologique de la région d'étude

MATERIELS ET METHODES

L'étude hydrochimique des eaux de la nappe a été menée selon la disponibilité et la répartition des points d'eau dans la zone d'étude. Quarante deux puits et forages ont fait l'objet d'un suivi de la composition chimique des eaux pendant

les années 2005,2006.Quatre campagnes piézométriques ont été réalisées en parallèle. Les paramètres physico-chimiques (pH, T°C, conductivité, Eh, TDS, Salinité, O2) ont été mesurés in situ à l'aide d'un appareil multiparamètres de type WTW. Les niveaux piézométriques ont été mesurés sur place à l'aide d'une sonde électrique. Tandis que, les analyses chimiques des éléments majeurs (cations, anions) ont été effectuées dans le laboratoire LGIT à l'Université Joseph Fourier à Grenoble (France).

RESULTATS ET DISCUSSIONS

Caractérisation hydrogéologique

La nappe aquifère de Tébessa-Morsott-Hammamet couvre pratiquement l'ensemble de sous bassin versant d'oued Chabro et Bouakous. Elle est constituée essentiellement de remplissage de quaternaire.

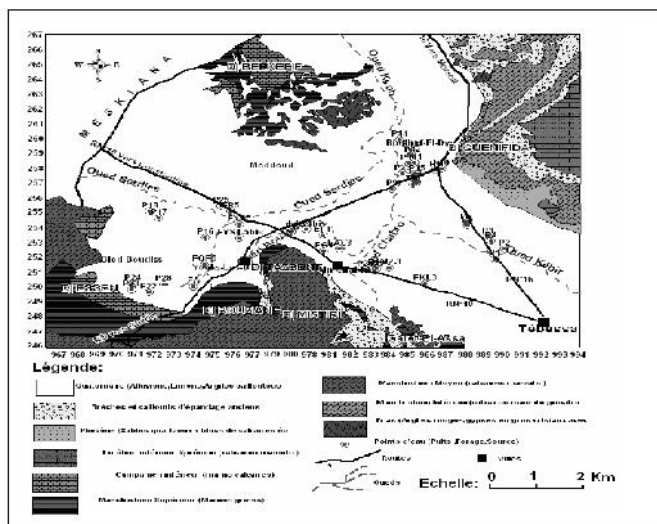


Figure 3 : Carte d’inventaire des points d’eau existants dans la région d’étude

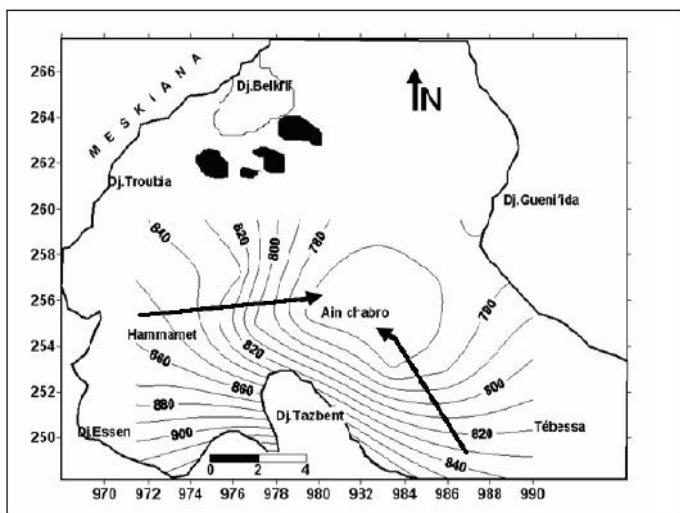


Figure 4 : Carte piézométrique (2005)

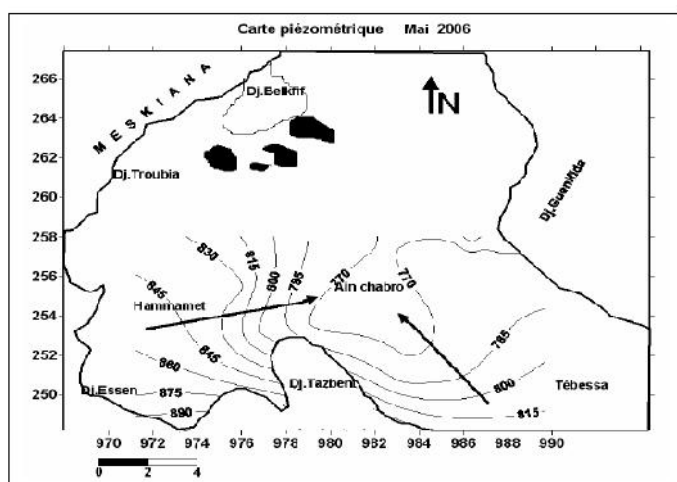


Figure 5 : Carte piézométrique (2006)

Les mesures piézométriques montrent que la profondeur de la surface piézométrique, par rapport au sol, est très variable dans l'espace et dans le temps. Il varie entre 1,5 et 25m en période des hautes eaux et entre 9 à 45 m en période des basses eaux. L'analyse de la carte piézométrique relative à la période hautes eaux 2006 (Fig.3,4,5) a montré que le sens d'écoulement général des eaux est Sud-Est/Nord-Ouest avec l'existence d'un autre sens d'écoulement secondaire orienté de l'ouest vers l'est (de Hammamet vers Aïn chabro) ; avec la présence des dépressions au niveau des forage (J₂₋₃ bis, et E₁) cela est due certainement à une surexploitation. La perméabilité du sol est de l'ordre de 10^{-2} à 10^{-3} m.s^{-1} et la transmissivité de l'ordre de 10^{-3} à $10^{-4} \text{ m}^2.\text{s}^{-1}$

Cet aquifère joue un rôle très important dans l'alimentation en eau potable des agglomérations.

Caractérisation hydrochimique

Nous avons essayé de comparer les teneurs des éléments chimiques entre eux et par rapport aux normes précisées selon l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé). Par ailleurs, voir leurs évolutions dans le temps et dans l'espace, l'ensemble des résultats montre surtout, des valeurs élevées de la conductivité avec un maximum qui atteint 9120 $\mu\text{S}/\text{cm}$ dans les puits et 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ dans les forages.

Les fortes teneurs de la salinité sont très marquées dans les eaux des puits avec un maximum de 4g/l et une moyenne de 1,12g/l.

La variation des concentrations en éléments majeurs des eaux sur deux périodes différentes (Hautes et basses eaux) montre bien qu'il y ait une forte liaison entre les teneurs des éléments chimiques et celles des conductivités.

Le report des résultats sur le diagramme de Piper montre une variabilité du faciès chimique des eaux, qui sont positionnés entre trois pôles (fig.6) [78,79,80,81] :

Le pôle salifère qui se caractérise par un faciès chloruré sodique, surtout dans les puits P1,P2, P3, P4, P26, P27, qui sont positionnés dans la partie Est et Nord Est de la plaine. Ce pôle est sûrement dû à l'existence des lentilles évaporitiques.

Le pôle des carbonates représenté par un faciès bicarbonaté calcique, dû à la dissolution des calcaires des bordures SW et NE de la plaine. Les points caractéristiques de ce pôle sont les puits P16, P6, Fys4-5 bis, et F1. Ces points se positionnent près des bordures carbonatées au niveau de la zone de Ain chabro-Hammamet.

Le pôle gypseux, caractérisé par des eaux sulfatées calciques, représenté seulement dans les puits P19, P13, P11, P7, P12, et P18 (campagne de mai 2006), situés dans la partie NE de la nappe et positionnés près des monts de Dj Belkfif là où se trouvent des affleurements gypsifères triasiques.

Les triangles des cations et anions nous indiquent qu'il n'y a pas de cations ou d'anions dominants et représente ainsi des mélanges. Sur les quatre périodes d'observation nous avons remarqué que la majorité des points présentent les mêmes faciès chimiques (chloruré calcique et chloruré sodique). Cette répartition est remarquable sur toute la plaine. Le faciès chloruré calcique est d'origine géologique (formations alluvionnaires), alors que l'apparition des faciès chloruré sodique en pourcentage important par rapport aux autres faciès ne peut s'expliquer que par le phénomène d'échange de base où d'enrichissement des eaux en sodium se domine avec un remplacement du calcium. Le faciès bicarbonaté calcique provient des calcaires Mæstrichtien qui

bordent la plaine dans sa partie SW prouvant ainsi l'alimentation naturelle de la nappe [78,79,80,81].

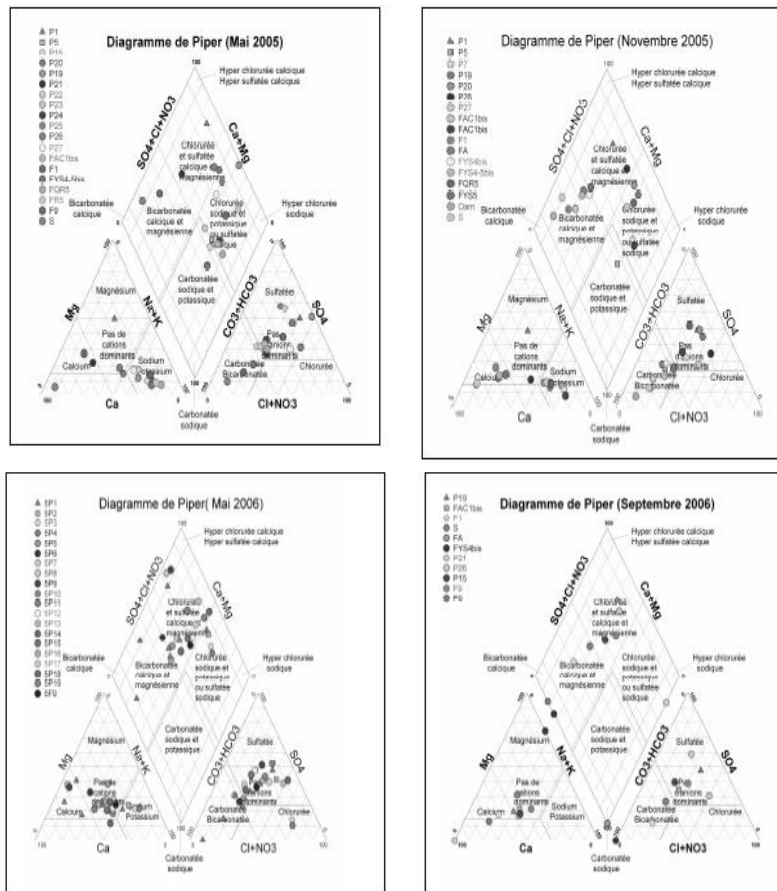


Figure 6 : Diagramme de Piper des eaux souterraines des deux périodes Hauts et Basses Eaux des années 2005 et 2006

Indice de contamination de la nappe

Pour étudier la contamination des eaux de la nappe nous avons calculé l'indice de contamination en utilisant l'ensemble des éléments chimiques considérés comme étant d'origine anthropique :

$$I.C = [Na^+] + [SO_4^{2-}] + [Cl^-] + [NO_3^-] \quad (1)$$

Plus cet indice est élevé et plus le point de prélèvement est contaminé donc pollué (Khérici, 1993). Nous avons tracé trois cartes de répartition des indices de contamination dans la région d'étude (Fig.7):

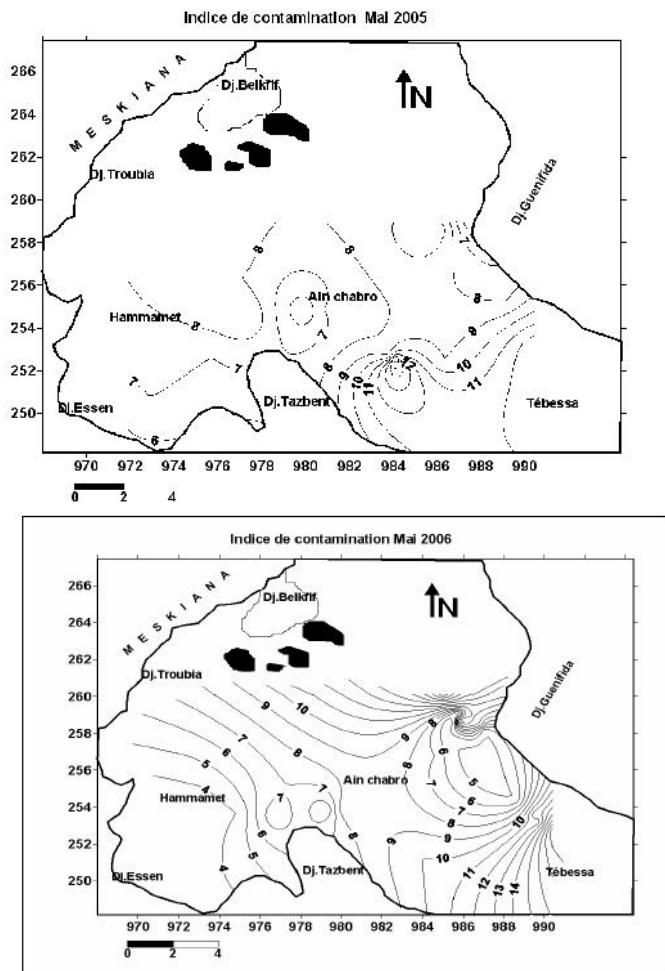


Figure 7 : Carte d'indice de contamination pour la campagne de Mai 2005 et 2006

Selon les cartes établies, on peut diviser la région d'étude en trois zones distinctes selon l'intensité de l'indice de contamination calculé:

La zone de faible indice de contamination (3-6), qui caractérise la zone de Hammamet, dans la partie ouest de la ville de Tébessa. Cette zone est faiblement vulnérable à la pollution éventuelle ;

La zone de moyenne indice de contamination (6-9) qui caractérise la zone de Ain Chabro, dans la partie centrale de la plaine de Tébessa. Elle est donc moyennement vulnérable à la pollution ;

La zone de fort indice de contamination (10 - 19), qui caractérise la partie Est de la plaine de Tébessa. Cela montre bien que cette partie de la plaine est très exposée et plus vulnérable à la pollution. Elle nécessite donc des mesures de protections très rapides.

CONCLUSION

L'analyse chimique des eaux a révélé une salinité importante d'origine géologique et a mis en évidence les effets négatifs de la pollution causée par l'homme (eaux usées rejetées sans traitement, décharges publiques). L'épaisseur du remplissage quaternaire est importante et joue son rôle de protection. En somme, à la base de tous ces résultats, nous sommes dans l'obligation de recommander aux autorités locales de la région de prendre des mesures de protection des ressources hydriques existantes et d'améliorer leur qualité chimique par deux possibilités :

La protection de la nappe contre les pollutions anthropiques de surface (rejet des eaux usées, décharges, engrais chimiques,...) par l'interdiction des rejets vulgaires de décharge, et eaux usées dans la nature ; l'établissement des périmètres de protection (rapprochée, éloignée) et l'installation des stations d'épuration des eaux usées.

L'amélioration du rendement de la nappe par la recharge artificielle en utilisant des eaux de surface de bonne qualité ou bien le captage des eaux de pluie (notons que l'étude de faisabilité de cette proposition fait partie de notre étude de recherche en cours) (Seghir, 2008 a,b)

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- CASTANY G. (1979). Principes et méthodes de l'hydrogéologie, Dunod.
- REMINI B. (2005). La problématique de l'eau en Algérie, Edition Office des Publications Universitaires.
- RODIER J. (1981). Analyse de l'eau (eaux naturelles, résiduelles eaux de mer), Edition 8.
- DE MARSILY G. (1981). *Hydrogéologie quantitative*. Edition Masson.
- KHERICI N. (1993). Vulnérabilité à la pollution chimique des eaux souterraines d'un système de nappes superposées en milieu industriel et agricole (Annaba - La Mafragh) Nord-Est Algérien, Th. Doct. Es-Sciences, Université d'Annaba, 170p.
- SEGHIR K. (2008a). La réalimentation artificielle des nappes phréatiques dans le Nord-Est Algérien, Visions croisées, Université Joseph Fourier, Grenoble, France, Mai 2008, P8
- SEGHIR K. (2008b). Vulnérabilité, protection des ressources en eaux, essai de gestion active du sous système aquifère Hammamet Ain Chabro (Est Algérien), Thèse de Doctorat hydrogéologie, Université de Annaba, 152p