



ETUDE DE LA VULNERABILITE DES EAUX A LA POLLUTION UN GAGE POUR L'ELABORATION D'UNE GIRE : CAS DE LA PLAINE ALLUVIALE DE TEBESSA

DJABRI L.¹, HANI A.¹, CHAFFAI H.¹, HABES S.² DJOUAMAA M.C.³

¹Laboratoire Ressource en Eau et Développement Durable, Université Badji Mokhtar
Annaba, Algérie.

²Laboratoire Ressource en Eau et Développement Durable.
Université Kasdi Merbah. Ouargla. Algérie.

³Département des mines, Université Badji Mokhtar, Annaba. Algérie.

djabri_larbi@yahoo.fr

RESUME

La réalisation d'une GIRE, requiert, de nombreuses informations, qui hélas en Algérie sont souvent indisponibles et d'une fiabilité incertaine. Cependant pour combler ce vide, on peut utiliser d'autres approches comme les méthodes de vulnérabilité à la pollution. Ainsi les résultats obtenus donnent un aperçu sur l'état qualitatif de la ressource en eau. Dans notre travail, nous avons considéré deux méthodes (DRASTI et Pusalti). Les résultats obtenus montrent que les eaux de la nappe superficielle conviennent à l'irrigation par contre les eaux des horizons aquifères plus profonds conviennent à l'AEP et l'irrigation. De ce fait l'établissement d'une GIRE, des eaux des horizons profonds reste réalisable et souhaité.

Mots clés : GIRE, Vulnérabilité, AEP, Irrigation.

INTRODUCTION

La gestion intégrée des ressources en eau (GIRE), est un concept qui a commencé en 1992, si au départ, ce concept était mal maîtrisé, aujourd'hui on peut élaborer une GIRE à la carte et en fonction surtout de la quantité et de la qualité des ressources disponibles. Le présent travail porte sur la nappe alluviale de la plaine d'effondrement de Tébessa, caractérisée par l'interférence

© 2015 Djabri L. et al. Ceci est un article Libre Accès distribué sous les termes de la licence Creative Commons Attribution (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>), qui permet l'utilisation sans restriction, la distribution et la reproduction sur tout support, à condition que le travail original soit correctement cité.

de plusieurs niveaux aquifères (trois), à succession discontinue et hétérogène, ce qui complique toute perspective de gestion. Pour palier à cette situation, nous avons jugé utile de prendre en considération la vulnérabilité des eaux, pour cela, nous avons utilisé deux méthodes :

la méthode DRASTIC et la méthode Pusalti relativement récente car datant de 2009 (in Tolga et al., 2009). Les résultats obtenus par l'application de ces méthodes sont convergents et montrent la même répartition des zones (vulnérables ou pas). Les résultats obtenus peuvent être utilisés pour l'utilisation pour l'élaboration d'une GIRE, pour la région étudiée.

CADRE DE LA ZONE D'ETUDE

La zone étudiée (Figure 1) est située dans l'Extrême Est de l'Algérie aux portes du Désert, à environ 230 km au Sud de Annaba sur la côte méditerranéenne. La région est limitée au Sud par la wilaya d'El Oued, à l'Ouest par celle de Constantine et à l'Est par la Tunisie.

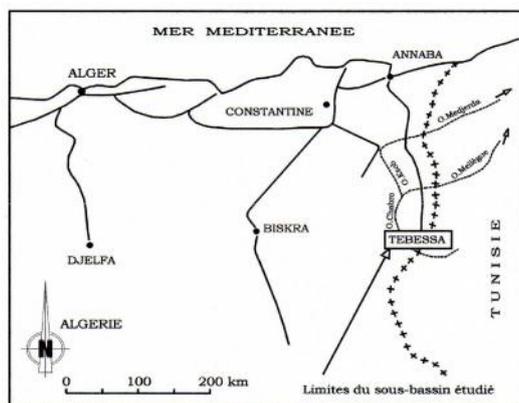


Figure 1 : Situation géographique de la zone étudiée

CARACTERISTIQUES GEOLOGIQUES

La géologie de la région, se caractérise par l'affleurement des formations d'âge quaternaire au centre de la plaine ce dernier est constitué de dépôts, ces derniers distribués dans les parties basses des reliefs et couvrent des surfaces importantes (plaines et vallées actuelles). Ils sont formés de croûtes calcaires, limons éboulis, cailloutis de gypse et poudingues. Ce matériel est remanié et est transporté par l'action éolienne et hydrique. Le Quaternaire, d'origine continentale, est d'une puissance de 10 à 30 m.

Notons que les formations triasiques particulièrement celles de Djebel Djebissa forment un ensemble chaotique non structuré. Ceci laisse supposer que les

nappes d'eau sont sujettes à une salinisation provoquée par ces formations. Ceci laisse supposer que les nappes d'eau sont sujettes à une salinisation provoquée par ces formations.

INDICATIONS HYDROGEOLOGIQUES

Extension des aquifères

L'étude géophysique réalisée par la CGG en 1970 dans la région de Tébessa a montré la succession de trois niveaux plus ou moins aquifères (Figure 2). Ces niveaux et particulièrement le niveau superficiel qui peut être exposé à la pollution engendrée par l'environnement immédiat (mine de fer abandonnée et formations gypsifères). La figure suivante (2), montre la succession des trois niveaux aquifères qui se suivent et se superposent de manière hétérogènes.

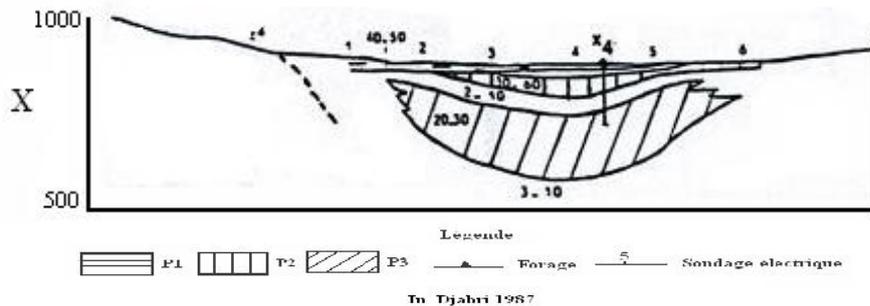


Figure 2 : Aperçu sur l'extension des niveaux aquifères de la plaine de Tébessa.

Le profil géophysique précédent, montre une variation horizontale et verticale des niveaux aquifères. Cette disposition montre la complexité de mise en œuvre d'une GIRE.

Carte piézométrique la nappe de Tébessa (Juillet 2009)

L'observation de la carte (Figure 3) montre une surface piézométrique irrégulière ; la morphologie des courbes indique un écoulement de direction sud-est nord-ouest

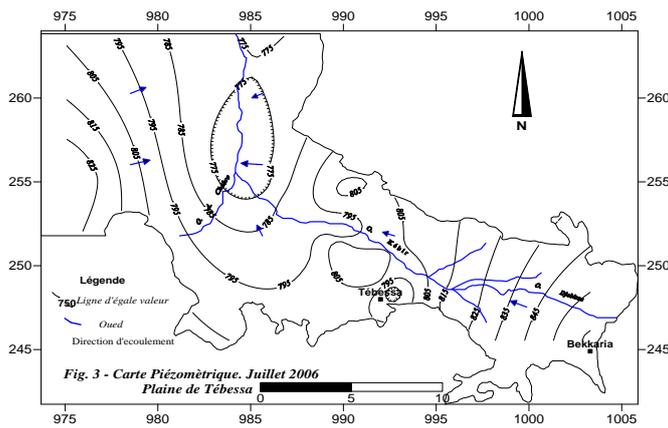


Figure 3 : Carte piézométrique la nappe de Tébessa (Juillet 2009)

MATERIEL ET METHODES

Pour réaliser notre travail, nous avons utilisé, les résultats obtenus à partir de la méthode DRASTIC (1987) et la méthode de Pusalti (2009).

Principes des deux méthodes

La méthode DRASTIC (1987), est basée sur les résultats obtenus à partir de la cartographie des sept paramètres suivant :

- D : Depth of water (profondeur de l'eau),
- R : net charge (recharge efficace),
- A : aquifère media (milieu aquifère),
- S : soil media (type de sol),
- T : topography (pente du terrain),
- I : impact of the vadose zone (impacte de la zone non saturée),
- C : hydraulic conductivity (perméabilité K).

Les paramètres DRASTIC, aboutiront à la réalisation d'une carte de vulnérabilité mettant en évidence le degré de vulnérabilité à la pollution des différentes régions. Cette carte de vulnérabilité est issue à partir des indices calculés ou chaque paramètre fait l'objet d'une évaluation qui permettra de lui attribuer une côte pouvant varier de 1 à 10. A une côte de un correspondent les conditions de moindres vulnérabilités et une côte de 10 correspond aux conditions de hautes vulnérabilités.

La seconde méthode par contre prend en compte l'indice de sensibilité. La pollution de l'eau (IS) est le produit de l'indice DRASTIC de vulnérabilité (IV) et de l'indice de qualité des eaux (IQ) (in Tolga et al., 2009). Il est donné par l'expression suivante :

$$IS = (IV) \times (IQ)$$

Par ailleurs L'indexation de la sensibilité de la qualité de l'eau tient compte de la classification des eaux en cinq groupes en fonction de chaque concentration d'ions :

I : Eau très bonne, II : bonne, III : utilisable, IV : utilisable avec prudence, V : nocive.

L'indice de qualité ponctuelle est calculé selon la formule suivante :

$$IQ = \sum_i^n (Ci)^2$$

La sommation est globalement considérée comme un paramètre de qualité (des ions). Ci est la classe du paramètre i (ion) ayant une valeur entière entre 1 et 5 à un endroit donné. L'utilisation du carré de la concentration ci de chaque ion permet de renforcer l'effet des classes de mauvaise qualité.

RESULTATS ET DISCUSSIONS

Carte de vulnérabilité des eaux issue de la méthode DRASTIC

La carte de vulnérabilité, réalisée par Djabri et al. (BSGN, 2008), montre trois zones à vulnérabilité différente, avec une extension important de la zone à très fortes vulnérabilités, ce qui limite l'utilisation de la ressource en eau. La carte globale (Figure 4), montre trois zones à vulnérabilité différente :

a. La première zone caractérise une faible vulnérabilité. L'indice I est inférieur à 100) ; son extension est faible et se localise sur les bordures du terrain et est constituée particulièrement de calcaires fissurés et compacts. Cette zone est à l'abri de toute forme de pollution.

b. La deuxième zone dite de vulnérabilité moyenne où $100 < I < 150$, occupe pratiquement la totalité du terrain. Elle est caractérisée par la présence de formations alluvionnaires plus ou moins riches en argile. La perméabilité est de l'ordre de 10^{-5} m/s.

c. La troisième zone est dénommée zone à vulnérabilité importante car l'indice I est important ($I > 150$). Faible extension, se localise au niveau de l'Oued Kebir par une faible perméabilité (10^{-7} m/s). Dans la région de l'Oued Chabro

constituée de cailloutis indiquant une très forte perméabilité (10^{-3} m/s), constituant un accélérateur de la pollution vers les nappes profondes.

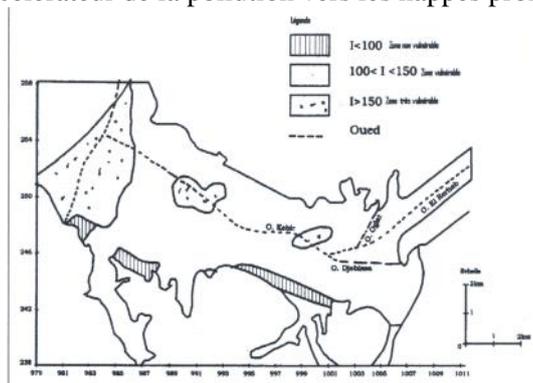


Figure 4 : Carte de vulnérabilité des eaux à la pollution (DRASTIC, In Djabri et al., 2008)

METHODE DE PUSALTI (2009)

Cartes des indices de sensibilité

La carte de l'indice de sensibilité de l'eau d'irrigation

L'observation de la carte (Figure 5), indique trois zones d'inégales extensions ; ainsi le centre de la plaine se caractérise par une très fortes sensibilité. Par contre, aux niveaux des bordures sud et au niveau de l'Oued El Rerhab, on note une sensibilité moyenne. Au niveau de la zone d'Ain Chabro et en quelques points au niveau du centre de la plaine la sensibilité est forte.

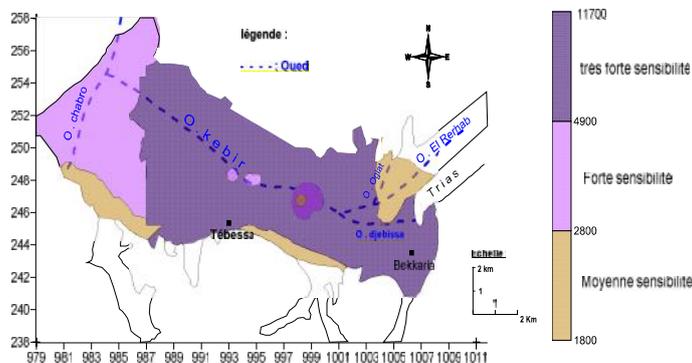


Figure 5 : Carte des indices de sensibilité de l'eau d'irrigation (puits)

Ceci revient à dire que l'eau est de mauvaise qualité dans la majeure partie de la zone d'étude avec un indice de sensibilité supérieure à 4900 (très forte sensibilité).

La carte de l'indice de sensibilité de l'eau destinée à l'AEP

La carte réalisée (Figure 6), montre la présence de cinq (05) classes. La première classe est appelée classe de forte sensibilité avec un indice atteignant 11700, cette classe est la plus dominante, elle occupe surtout les zones Est et Ouest. Au centre de la plaine l'indice maximum est de 4900, cette classe s'étale de Bekkaria jusqu'à Tébessa. Au niveau de la bordure Sud de Tébessa, les indices sont moins élevés oscillant entre 900 à 2800, ce qui montre que les eaux de cette zone peuvent être utilisées pour l'AEP.

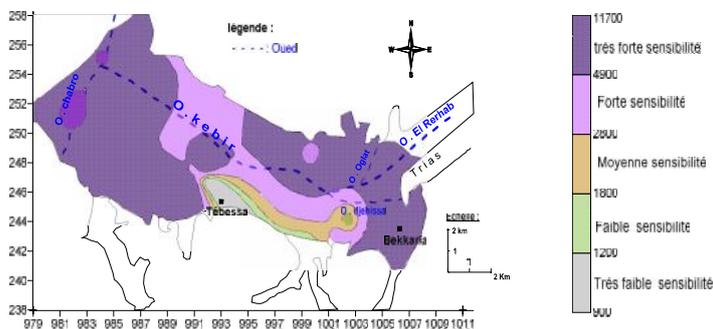


Figure 6 : Carte des indices de sensibilité de l'eau destinée à l'AEP (forages)

Nous remarquons que les eaux issues des forages peuvent être en partie utilisées pour l'AEP, par contre les eaux des puits sont uniquement utilisées pour l'irrigation et de manière sélective.

Confirmation par la carte des chlorures, des nitrates et des sulfates

La méthode de Pusalti requiert, une confirmation des résultats obtenus par comparaison avec les cartes des éléments chlorures, nitrates et sulfates (importants dans l'AEP), ce qui permettra de confirmer ou d'infirmer les résultats obtenus à partir des cartes des indices.

Carte des chlorures

L'observation de la carte (Figure 7), montre deux grandes zones : la première présente à Bekkaria et Ain Chabro, au niveau de ces deux zones les concentrations sont inférieures à 250 mg/l, préconisées par l'OMS. La seconde zone occupant le reste du terrain (Tébessa, Djebel Djebissa), où la concentration 250 mg/l, norme de potabilité fixée par l'OMS.

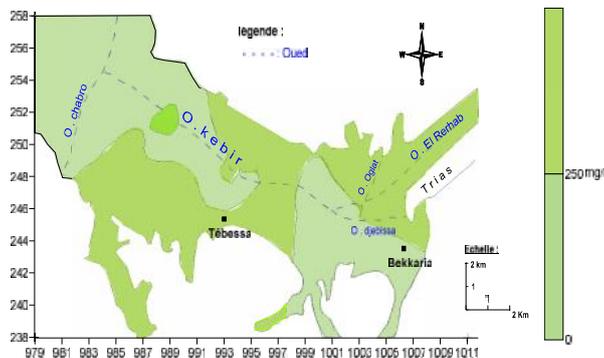


Figure 7 : Carte des chlorures

Carte des nitrates

L'observation de la carte (Figure 8), indique de forte valeurs de nitrates au niveau de la zone des Oueds (Oued Oglat, Oued El Rerhab et Oued Djebissa), ceci laisse supposer un apport en eau riches en nitrates (utilisation des engrais et apport en eau usées). Les concentrations observées au centre de la plaine sont dues aux eaux usées, en effet à ce niveau nous avons un affleurement de la nappe due à un effet de substratum.

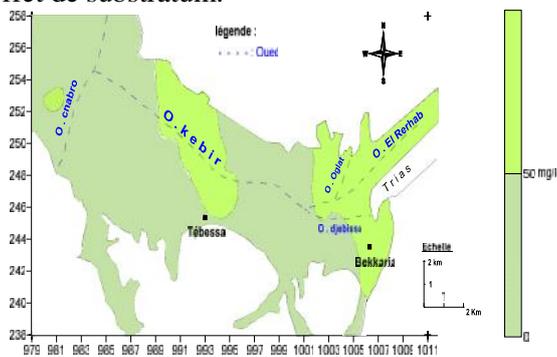


Figure 8 : Carte des Nitrates

Carte des sulfates

L'observation de la carte réalisée (Figure 9), montre que les concentrations en sulfate dépassent la norme de potabilité, fixée par l'OMS à 500 mg/l, au niveau de la frange Nord située entre Bekkaria et Tébessa, elle est également présente au niveau de la zone extrême Est (Djebel Djebissa). La partie restante de la plaine montre des concentrations faibles en sulfates.

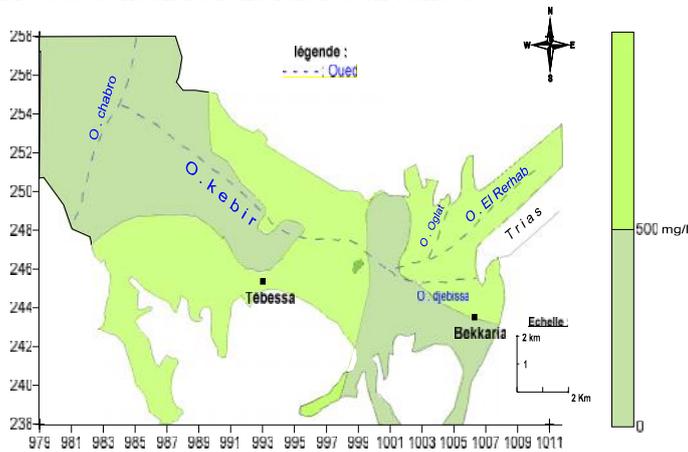


Figure 9 : Carte des sulfates

CONCLUSION

En se référant aux résultats obtenus par les deux méthodes, nous remarquons qu'au centre de la plaine (pour les aquifères considérés), les eaux sont très vulnérables à la pollution, ce qui compromet la réalisation d'une GIRE globale. Dans le cas de la plaine de Tébessa la réalisation d'une GIRE, se fera par tranche de terrain et selon la demande en eau de la zone considérée.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- DJABRI L. (2006). Contribution à l'étude hydrogéologique de la nappe alluviale de la plaine d'effondrement de Tébessa - Essai de modélisation, Thèse de Docteur Ingénieur, Université des Sciences et Technologie de Franche-Comté, Besançon, France, 176 p.
- DJABRI L. (1996). Mécanismes de la pollution et vulnérabilité des eaux de la Seybouse - Origines géologiques, industrielles, agricoles et urbaines, Doctorat ès-Sciences de l'Université de Annaba, 280 p.
- DJABRI et al. (2008). Vulnérabilité des eaux à la pollution dans une zone à climat semi-aride : région de Tébessa (Extrême Est Algérien), Bulletin du

Service Géologique National. Vol. 19, n°2, 115-133.

GHRIB L. (2007). Impact des formations triasiques sur la qualité des eaux d'une nappe en zone semi-aride, cas de la plaine de Tébessa-Bekkaria extrême Nord-est Algérien, Mémoire de magister Université de Annaba.

GHRIB L. (2010). Impact de la minéralisation des formations triasiques sur la qualité de l'eau et du sol en zone semi aride, cas de la plaine Bekkaria-Tébessa (Extrême Nord-est Algérien), Doctorat de l'Université Badji Mokhtar Annaba, 210p.

TOLGA P. et al. (2009). Susceptibility indexing method for irrigation water management planning: Applications to K. Menderes river basin, Turkey, Department of Geological Engineering, Middle East, J. Environ. Manage., Vol. 90, n°1, 341–347.