

Vulnérabilité et risque de pollution de la nappe phréatique de Oued Souf. Algérie.

MEDJANI Fethi, BOUSSALSAL Boualem, DJIDEL Mohamed, Drouich Abdelmalek, Belksier Mohamed Salah et Zeddouri Azziez

Département des Sciences de la Terre et de l'Univers, Université KasdiMerbah Ouargla, email : medjanifethi@yahoo.fr

RESUME

L'utilisation des eaux des nappes profondes (le Continental Intercalaire et le Complexe Terminal) d'une façon excessive a augmenté considérablement le volume des apports, ainsi que l'absence d'un exutoire naturel pour les rejets des eaux usées, sont les principales causes de ce déséquilibre écologique. Contribuant au dépérissement des palmiers, l'inondation des (Ghouts), entraîne des conséquences néfastes tant sur les plans de l'environnement, de l'agriculture, de l'économie et de la santé de la région de Oued Souf. D'après le degré d'autoépuration, l'étude a permis de cerner trois zones de risque à la pollution. Actuellement la région la plus vulnérable révèle des teneurs en nitrates très élevés liées directement à l'effet des activités des agglomérations.

MOTS-CLES — rejets, inondation, autoépuration, oued souf, vulnérabilité.

I. INTRODUCTION

L'Oasis saharienne classique fonctionne comme un agrosystème, reposant sur la trilogie eau/habitat/palmeraie. Pour la région du Souf, les Soufis ne se sont pas implantés n'importe où dans le Grand Erg. Ils ont choisi le centre nord de ce vaste ensemble, c'est-à-dire le secteur qui combine un couvert végétal relativement dense et une nappe phréatique proche et abondante : les eaux souterraines s'y sont progressivement concentrées (Cote Marc, 2006).

II. Evolution de la piézométrie

L'objectif principal de l'étude de l'évolution de la piézométrie dans le temps est de visualiser la direction de l'écoulement horizontal et éventuellement vertical (drainance), ainsi que la profondeur du niveau d'eau dans le sol.

C'est d'après l'écoulement qu'on peut reconnaître les zones vulnérables ou contaminées à condition de pouvoir localiser les rejets.

II.1. Piézométrie de la nappe phréatique en Mars-Avril 2001 :

L'interprétation de la carte piézométrique de la nappe phréatique d'el-oued de mars-avril 2001, montre que la partie haute de la nappe est située au Sud avec une cote de près de 90 m au piézomètre P39, implanté sur la route de Touggourt au Sud-Ouest de MihOuensa, et la partie basse

se trouve au Nord-Ouest, avec une cote de 30m au puit H1 à Foulia et -6m au piézomètre P36 à la limite Nord-Ouest sur la route de Biskra.

La pente de la nappe est faible au Sud d'El-Oued (un peu moins de 0.9%), par contre elle est plus prononcée au Nord avec 1.8 % au puits H1. Elle augmente encore au-delà de H1 pour atteindre un maximum de 2.9% aux piézomètres P38 et P36. Le sens général d'écoulement des eaux souterraines est Sud-ouest vers le Nord-est.

La carte des niveaux piézométriques présente :

- des anomalies hautes (remonté de niveaux piézométrique par rapport à la normale) correspondant à la palmeraie Mehri situé près du P17, ainsi que près du rejet H90 au Nord de l'hôpital d'El-Oued, aux alentours de Z'goum et du couloir de Kouinine-Robbah. Ces zones hautes correspondent à un surplus d'eau.
- des anomalies basses au niveau des cultures de surface du triangle Reguiba-Hassi Khalifa-Taghzout qui correspondent à un déficit en eau.

II.2. Piézométrie de la nappe phréatique en septembre 2001 :

La carte piézométrique est établie après l'extension du réseau de mesure, en septembre 2001 (107 nouveaux points), des détails apparaissent dans la zone d'étude, On constate que :

Le niveau piézométrique est monté dans les zones urbaines (la région de MihOuensa, Oued El Alenda, El-Oued et le rejet des eaux de drainage et d'assainissement de la ville El-Oued, El-Ogla, Bayada, les zones urbaines de Guemmar et de Trifaoui), à cause des quantités d'eau énormes infiltrées à la nappe à la suite d'inexistence de réseau d'assainissement. Le niveau piézométrique est remonté dans les zones agricoles irriguées à partir des nappes profondes (CT), comme le cas des palmeraies de Mehri, Domaine Daouia, et de la plantation de Foulia. à cause d'infiltration des eaux d'irrigation.

Le niveau piézométrique est baissé dans les zones agricoles irriguées à partir de la nappe phréatique à l'entourage des villes suivantes ; Ogla – Aguila, entre Guemmar, Djedida Nord, Ghour Debaa et Dmitha, à cause de l'évapotranspiration des eaux de la nappe phréatique.

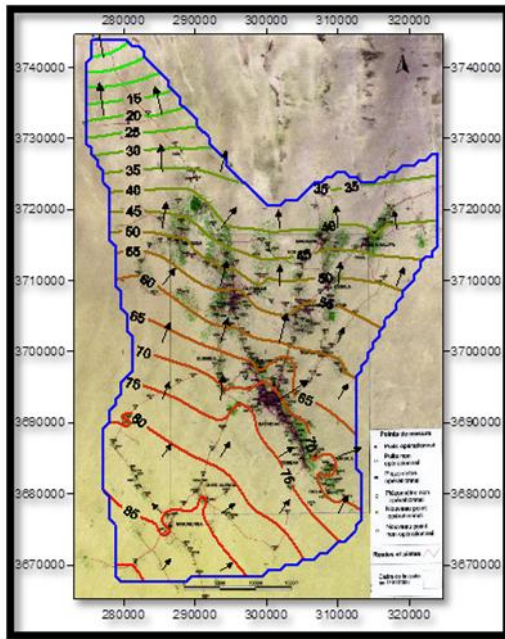
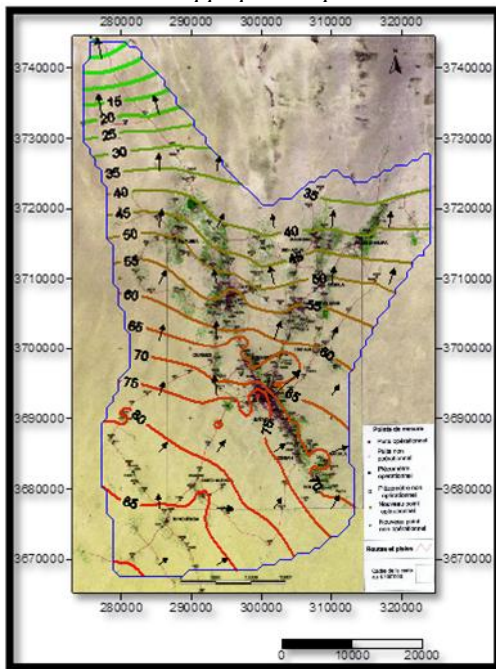


Figure 01: Carte piézométrique de mars-avril 2001 de la nappe phréatique d'El-Oued



Légende :

- Limite fictive de zone d'étude.
- Courbe hydroisohypse (m).
- Sens d'écoulement.

Figure 02: Carte piézométrique de septembre 2001 de la nappe phréatique d'El-Oued

II.3. Variations saisonniers entre Mars-Avril 2001 et Septembre 2001

La carte des variations piézométrique établie, met en évidence les mouvements saisonniers de la nappe phréatique entre mars-avril 2001 et septembre 2001. on observe:

- Une remontée de la nappe phréatique
 - Au niveau des plantations irriguées à partir de la nappe du complexe terminal, il s'agit du Domaine Daouia, et de la plantation de Foulia.
 - Du rejet de la ville d'El-Oued.
 - Des agglomérations d'Ouzitene et d'EzZeggoum.

Une baisse de la nappe phréatique dans le reste de la région d'étude entre 0.2 m et 1.8m

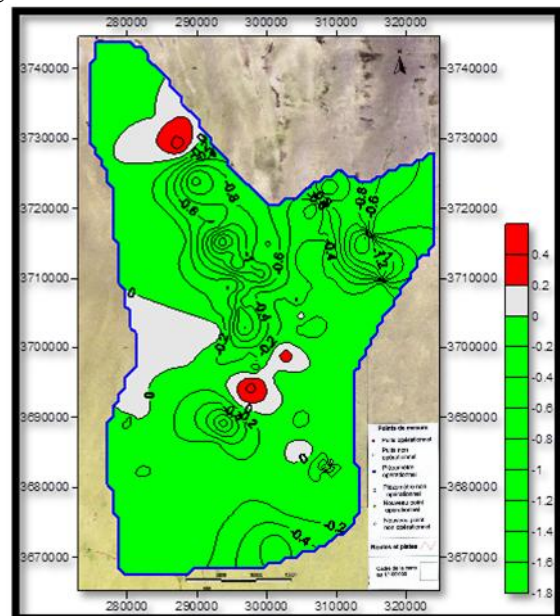


Figure 03 : Carte de variation de niveau piézométrique entre mars-avril 2001 et septembre 2001.

II.4. Variations de niveau piézométrique entre avril 2002 et mars 2010 :

La carte piézométrique établie met en évidence les variations de niveau piézométrique dans deux période de temps très différents ; en 2002 le réseau d'assainissement est absent dans la région d'el-oued, et le phénomène de la remonté des eaux est expliqué par l'absence de réseau d'assainissement, mais en 2010 après la réalisation de réseau d'assainissement, les mesures de niveau piézométrique de la nappe phréatique à donné la carte précédente.

Malgré que les points de mesures entre les deux périodes est peu nombreux mais on a établie une carte de déférence piézométrique, d'après la carteon observe:

- Une remontée de la nappe phréatiqueau :
 - Mihouensa (P39) de 6 mètre.
 - Elouglia (P20) de 2 mètre.
 - Gumare (P07) de 3.5 mètre.

Une bisse montée de la nappe phréatique

- Trifaoui (P13) de 6.5 mètre.
- Au (P17) la route de Tougourte de 5 mètre.
- Au (H006) de 4 mètre.

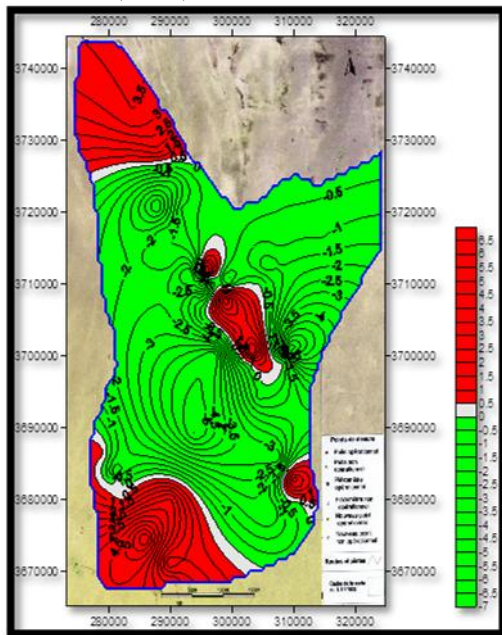


Figure04 : Carte de variation de niveau piézométrique de la nappe phréatique entre avril 2002 et janvier 2010.

III.Vulnérabilité de la nappe phréatique de Oued Souf :

L'étude de la vulnérabilité des eaux souterraines a été abordée par plusieurs auteurs (Albinet ,Margat,1970) , en Algérie ,une nouvelle politique à été instaurée récemment, visant à protéger et sauvegarder les ressources en eaux dans leurs gisements avant qu'elles ne soient contaminées, en effet , les techniques de décontamination des nappes polluées sont longues, coûteuses et incapables de restaurer pleinement la potabilité des eaux (Mariotti ,1999) .

La vulnérabilité dépend du type de nappe, libre ou captive et du mode de circulation de l'eau dans l'aquifère .Les nappes libres sont les plus vulnérables. Les polluants d'origines superficielles peuvent diffuser librement dans le sol et la zone non saturée jusqu'au niveau piézométrique.

III.1.Méthode utilisée pour le dimensionnement des zones de protection :

Plusieurs méthodes peuvent être utilisées pour le calcul de la migration dans le sol des substances indésirables et le pouvoir épurateur du sol. L'écoulement est le vecteur principal de la migration des substances de la surface vers la nappe. La détermination de la zone d'appel et du temps de transfert permettant de définir la distance parcourue par un polluant pour atteindre le pompage.

Afin d'éviter la propagation d'une pollution en direction des nappes, le calcul du pouvoir épurateur du sol (surtout de la zone non saturée) identifie la distance parcourue par le polluant avant d'atteindre la nappe.

W.REHESE a proposé en 1977 une méthode empirique pour l'évaluation du pouvoir épurateur des terrains , lors de transfert d'un polluant de la surface du sol jusqu'à la surface de la nappe par circulation verticale, puis en circulation horizontale au sein de la nappe. Le pouvoir épurateur permet de mettre en place des périmètres de protection.

Le périmètre de protection rapproché peut être défini en fonction des critères suivants :

- des caractéristiques de l'aquifère et de l'écoulement souterrain ;
- des débits d'exploitation maximum des forages ;
- de l'autoépuration des sols.

Toute fois, REHESE considère que l'épuration est variable selon les milieux traversés et proportionnelle à la distance parcourue.

Les différentes catégories de sol pouvant être rencontrées ont été classées en fonction de la granulométrie. L'auteur à défini les épaisseurs de sol nécessaire, en condition non saturée, pour une épuration des eaux polluées. De même pour quatre (04) catégories de constituants de l'aquifère ; il détermine une longueur de trajet, en fonction de la vitesse effective nécessaire pour compléter cette épuration.

Chaque catégorie de matériau est affectée d'un index.

$i = 1/H$ avec : i : indice de terrain ;

H : épaisseur en mètre du terrain nécessaire pour une autoépuration.

Le pouvoir épurateur du terrain est calculé par la formule :

$$M_x = (M_d + M_r)$$

M_x : pouvoir épurateur sur la totalité du terrain.

M_d : pouvoir épurateur sur le trajet vertical (zone non saturée de la nappe).

M_r : pouvoir épurateur sur le trajet horizontal (zone saturée de la nappe).

L'épuration est total pour $M_x = 1$.

$$M_d = h_{1i_1} + h_{2i_2} + h_{3i_3} + \dots + h_{ni_n} \quad \text{d'où :}$$

$h_1, h_2 \dots h_n$: épaisseur des différentes catégories des terrains traversés.

* Si $M_d > 1$: cela signifie que l'épuration est totale dans les couches de couverture, et que le périmètre de protection rapproché n'est pas nécessaire à calculer selon REHESE .

* Si $M_d < 1$: cela signifie que la dépollution n'est pas totale, elle doit se poursuivre dans l'aquifère lors du transfert horizontal.

Soit $M_r = 1 - M_d$ d'où

M_r : le pouvoir épurateur dans l'aquifère.

La distance L à parcourir horizontalement pour une épuration totale sera :

$$L = M_r / I_a$$

I_a : index correspondant au milieu aquifère.

L : correspondant à la limite de la zone de protection rapprochée.

S'il n'existe pas de couverture, toute l'épuration doit se faire horizontalement ; M_r doit être égale à 1.

$$L = 1 / I_a \text{ terrain sans couverture.}$$

$$L = (1 - M_d) / I_a ;$$

I_a : dépend de la vitesse réelle de la nappe.

Selon la formule de Darcy : la vitesse $V = Q / S = K.I$ (m/j).

$$\text{La vitesse réelle} = K.I / m_e \text{ (m/j).}$$

Pour une nappe libre m_e = Coefficient d'emmagasinement ou porosité efficace.

* une fois la vitesse déterminée on détermine I_a donc L .

IV.3. Carte de vulnérabilité :

Il est évident que la protection de la nappe sera d'autant meilleure que le sol et la zone non saturée sont épais, que la granulométrie est fine, que la vitesse de percolation de l'eau dans la nappe est faible, en revanche, ce type de nappe une fois contaminé par un polluant le reste longtemps.

A la base des facteurs (topographie, zone non saturée, capacité d'infiltration, densité de population, occupation du sol...) nous avons élaboré une carte de vulnérabilité à la pollution des eaux de la nappe libre d'Oued Souf (fig. 5), elle met en évidence des régions susceptibles d'être affectées par la pollution, suivant le degré d'aptitude.

A ce titre son élaboration a pris en compte plusieurs démarches, en intégrant les paramètres cités, l'étude de la vulnérabilité à été améliorée par le calcul du pouvoir épurateur du sol sur le trajet verticale M_d où on obtient ainsi trois zones :

$M_d < 1$: Zone A

$1 < M_d < 1,5$: Zone B

$M_d > 1,5$: Zone C

Zone A :

Occupant les zones à fortes agglomérations NEKHLA, EL OUED, KOUININE, le couloir TAGHZOUT HASSI ABDELKARIM DEBILA HASSI KHALIFA et la partie Nord Ouest où la cote topographique est au dessous de niveau de la mer au piézomètre P06. La lithologie de cette zone est constituée de sable fin, où le pouvoir épurateur du sol sur le trajet vertical M_d est inférieur à 1 donc l'autoépuration n'est pas totale elle doit se poursuivre dans la couche aquifère (la zone saturée). La zone A est la plus accessible à la pollution avec un risque de contamination élevé.

Zone B :

Elle est dispersée sur toute la zone d'étude. Où la nappe est peu profonde et le pouvoir épurateur sur le trajet vertical M_d est compris entre 1 et 1.5, elle regroupe les endroits à sensibilité moyenne à la pollution. Cette zone doit être

suivie, particulièrement en ce qui concerne son aménagement futur.

Zone C :

Elle se localise surtout dans la partie Sud (MIHOUENSA jusqu'à ROBAH) et aux tours des puits H7, P47 et H6 au Nord. La zone non saturée est épaisse, sa lithologie est des sables très fins et le pouvoir épurateur du sol sur le trajet vertical M_d est largement supérieur à 1 (M_d de l'ordre de 2) font que l'autoépuration est totale dans la couche de ouverture. Ainsi, une éventuelle pollution sera affaiblie ou bien éliminée avant d'atteindre la surface piézométrique.

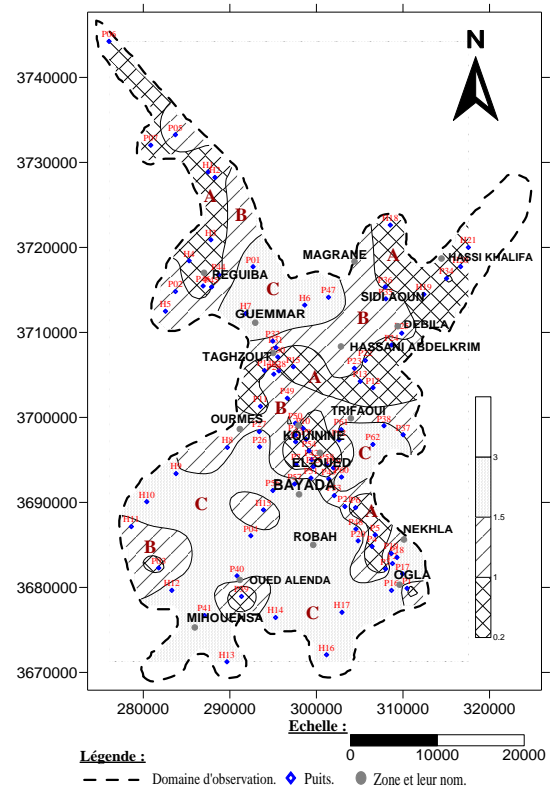


Figure 05 : Carte de vulnérabilité de la nappe libre d'El Oued

REFERENCES

- [1] Cote M, 2006 : Si le Souf m'était conté, comment fait et se défait un paysage. Edition Media-plus, Constantine. 135 p.
- [2] Drouiche.A, 2008 : Impacte des eaux de la rejet sur la qualité des eaux de la nappe libre d'Oued Souf. Mémoire de magistère, université d'Annaba.
- [3] Douche Med Ali et Younci H, 2011 : Impact de l'activité humaine sur la nappe phreatique d'El-Oued.Memoire d'ingenieur Univ d'ouargla.
- [4] Medjani Fethi, 2007 : Vulnérabilité et risque de pollution dans la nappe cotière de Skikda, mémoire de magister, université d'annaba.
- [5] Najah A 1970 : le Souf des Oasis. Edition Maison des livres, Alger. 173p.
- [6] Zine.Brahim, 2009 : La remontée des eaux souterraines en surface : Mécanisme et l'impact sur l'environnement cas de Oued Souf. Memoire de magistère Univ de batna.