Vulnérabilité de la nappe alluviale de Guerrara à la pollution

Lotfi Hemidi[(1)],Samia Hadj-Said[(1)] & Aziez Zeddouri[(2)]
[(1)] Univ Ouargla, Fac. (Hydrocarbures, Energies renouvelables et Sciences de la Terre et de l'Univers, Lab. (Géologie du Sahara), Ouargla 30000, Algérie
[(2)] Univ Ouargla, Fac. (Hydrocarbures, Energies renouvelables et Sciences de la Terre et de l'Univers, Lab. (Biogéochimie des Milieux Désertiques), Ouargla 30000, Algérie

geologue.ing@gmail.com
hadjsaidsamia@gmail.com

***Résumé*— Les cartes de vulnérabilité des aquifères sont des outils utiles pour contribuer à la protection des ressources hydriques souterraines contre une éventuelle pollution et donnent un document qui peut être utilisé en matière d'aménagement. Notre objectif est l'établissement de la carte de vulnérabilité de la nappe alluvial de la région de Guerrara en appliquant la méthode DRASTIC. Les paramètres utilisés sont la profondeur de la nappe, recharge nette, la nature lithologique de la zone non saturée, type du sol, topographie (pente). La carte obtenue par l'emploi du logiciel Mapinfo 10.1 a mise en évidence quatre zones à différents degrés de vulnérabilité, les zones à très faible et faible vulnérabilité occupent une faible aire à l'extrême nord-est. La zone à moyenne vulnérabilité est répartie sur plusieurs endroits de la zone d'étude. La zone à forte vulnérabilité présente la majeure partie de la région d'étude.**

***Mots clés*— prévention, pollution, carte de vulnérabilité, nappe alluviale**

I. INTRODUCTION

Les premiers concepts et la méthodologie des cartes de vulnérabilité des eaux souterraines ont été développés en Europe dans le milieu des années 1960 Zaporozec et Vrba [5]. Il s'agissait de montrer que la protection naturelle des nappes est variable suivant la localisation et d'identifier les aires pour lesquelles des mesures de protection devaient être envisagées.

La région de Guerrara fait partie des zones arides. Cette région est caractérisée par un climat hyper aride et une température moyenne annuelle de 22,4 °C et des précipitations moyennes annuelles de 81,51mm. La nappe alluviale est sollicitée par un grand nombre de puits traditionnels destinés à l'irrigation de la palmeraie. L'alimentation de cette nappe est assurée par les crues de l'Oued Zegrir.

Il s'avère très important d'étudier cette ressource afin de la protéger contre toute éventuelle pollution et offrir un document qui aide la future planification et décision en matière d'aménagement. Les logiciels SIG facilitent la gestion et la manipulation de données à référence spatiale et automatisent les tâches de cartographie classique (changement d'échelle, changement de projection et création de cartes thématiques).

Dans cette étude le but principal est d'établir une carte de vulnérabilité de la nappe alluviale.

II. Matériels et méthodes

La méthode utilisée dans ce travail est la méthode DRASTIC. C'est une méthode paramétrique qui utilise la somme des produits des sept paramètres: profondeur de la nappe, recharge nette, lithologie de la zone saturée, type de sol, topographie (pente), lithologie de la zone non saturée et conductivité hydraulique de l'aquifère Aller et al [1]. Pour l'établissement de la carte de vulnérabilité nous avons étudiés les paramètres suivants: profondeur de la nappe, nature du sol, la pente, impacte de la zone non saturé et la recharge nette. Chaque paramètre a été noté et pondéré suivant les classes de vulnérabilité de la méthode DRASTIC, puis ont été transformés à l'aide d'un système d'information géographique par Mapinfo 10.1 et son module intègre Vertical mapper 3.1 sous forme de cartes thématiques.

Les cartes thématiques ainsi obtenues ont été superposées pour donner une carte d'indice de vulnérabilité finale.

L'indice de vulnérabilité ID égal à la somme des produits (Notes*Poids) des paramètres étudiés selon (1)

$$ID = \sum(Notes \times Poids) \quad (1)$$

Pour le paramètre profondeur de la nappe, l'épaisseur de la zone non saturée (ZNS) est la distance entre la surface du sol et le niveau de la nappe libre. Ce paramètre a été obtenu en prenant en considération les données piézométriques de Mars 2009 [3] qui représente, la période à laquelle il y a eu d'importantes crues au cours de ces dernières années et qui fourniront ainsi la vision la plus pessimiste du degré de protection de l'aquifère pour ce paramètre. La variabilité spatiale de la profondeur de la nappe est représentée en cinq classes allant 0 à 15m (Fig.1).

Ainsi, la zone de très faible profondeur donc plus vulnérable à la pollution de 0 à 1,5m s'étend du centre de la palmeraie vers le Nord Ouest. La partie à faible profondeur de 1,5 à 4,5m est située au Sud et occupe la grande partie de la zone d'étude. La partie à forte profondeur de 4,5 à 9m est située au Nord-Est. Enfin, la zone à très forte profondeur, ainsi moins vulnérable à la pollution, de 9 à 15m est localisée au Nord Est.

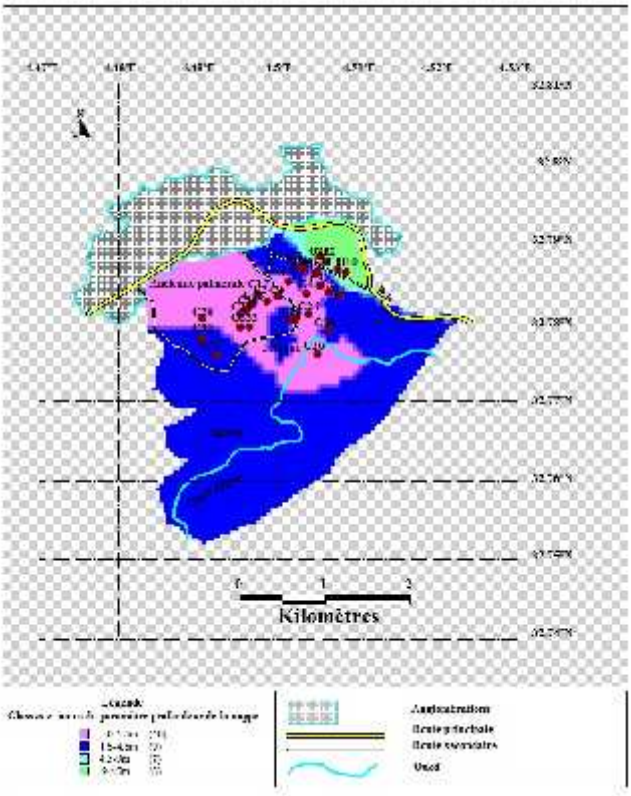

Figure 1. Carte de la vulnérabilité relative à la profondeur de la nappe

Pour le paramètre nature du sol 20 échantillons ont été prélevés par une tarière de 1m de longueur. L'analyse granulométrique permet de déterminer la taille des grains et les pourcentages pondéraux respectifs des différentes familles de grains constituant les échantillons. La classification des textures du sol a été faite en utilisant le diagramme de classification des textures du sol in Aller et al [1]. La carte de vulnérabilité relative à la nature du sol (Fig.2) met en évidence trois classes, les zones à moyenne et forte vulnérabilité sont localisées respectivement au Nord-Est et Sud-Ouest. Cependant la zone à faible vulnérabilité correspondant aux sols de la classe limono-sableuse occupe la plus grande partie au niveau de l'ancienne palmeraie.

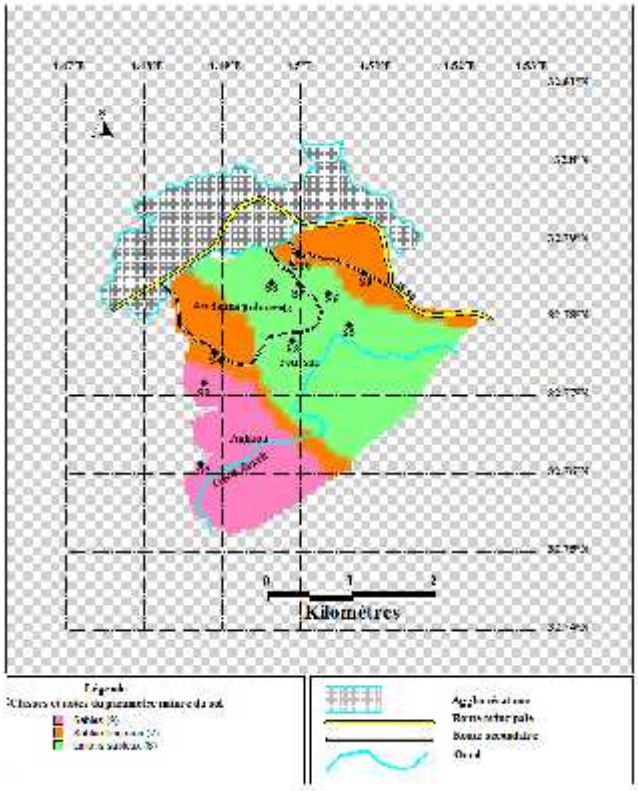

Figure 2. Carte de la vulnérabilité relative à la nature du sol

Pour le paramètre de la pente nous avons établi la carte de pente à partir d'une grille d'élévation par l'emploi du logiciel Mapinfo 10.1. La carte des pentes a mis en évidence trois classes allant de 0 à 12%. La région d'étude est caractérisée par des pentes faibles ce qui favorise l'infiltration plutôt que le ruissellement et donc une éventuelle pollution qui se produit à la surface serait ainsi entraînée vers la nappe.

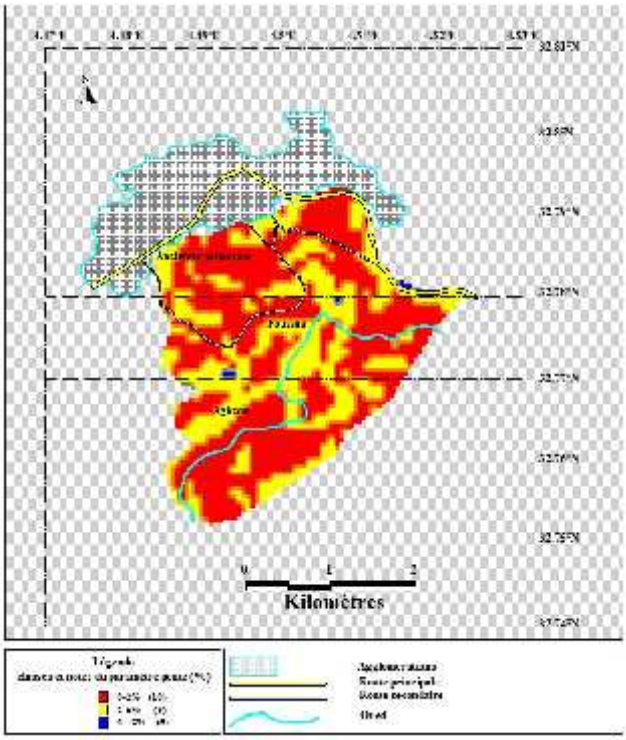

Figure 3. Carte de la vulnérabilité relative à la pente

Pour le paramètre recharge de la nappe, les régions désertiques reçoivent de très faibles quantités d'eau de manière très irrégulière (< 5 mm/an). Cette recharge en eau souterraine qui peut véhiculer des polluants, ne s'effectue pas sur la totalité de l'épaisseur des aquifères. Dans les systèmes aquifères elle s'écoule principalement à proximité du niveau statique Seiler & Lindner [4]. Alors une notation de 1 a été attribuée à toute la zone d'étude.

Pour le paramètre nature lithologique de la zone non saturée la méthode de Rhese 1970 a été appliquée pour déterminer le pouvoir épurateur selon (2)

$$Md = \sum_{i=1}^{n} hi \times Ii \qquad (2)$$

hi : épaisseur de chaque sous-couche constituant la zone non saturée.
Ii : indice d'épuration défini par Rehse
L'épuration est partielle si Md < 1.
Pour l'application de cette méthode, nous avons exploité les informations fournis par les logs de forages auxquelles ont été combinés nos résultats des analyses du sol et celles des auteurs ayant travaillé dans la région Djilli [2], Khemgani [3]. L'indice calculé était inférieur à 1 sur toute la zone, ce qui indique une zone vulnérable à la pollution. Alors une note de 10 a été attribuée à toute la zone d'étude.

II. RESULTATS ET DISCUSSION

La superposition des cartes thématiques nous a permis d'obtenir la carte de vulnérabilité de la nappe alluviale de la région.
La carte de vulnérabilité obtenue montre quatre classes de vulnérabilité: [96-105]: très faible; [105-114]: faible; [114-123]: moyenne; [123-132]: forte
Les zones à très faible et faible vulnérabilité occupent une faible aire à l'extrême Nord-Est. C'est le secteur dans lequel la nature lithologique est sable limoneux et la nappe est plus profonde donc un risque moindre d'accessibilité d'un éventuel polluant
La zone à moyenne vulnérabilité est répartie sur plusieurs endroits de la zone d'étude. Ce sont les secteurs dans lesquels la nature lithologique est limon sableux et la nappe est située à une profondeur moyenne donc un risque moyen d'accessibilité d'un éventuel polluant.
Enfin, la zone à forte vulnérabilité présente la majeure partie de la région d'étude. Elle occupe le centre de l'ancienne palmeraie où la nappe est située à une faible profondeur et au Sud-Ouest, dans le périmètre agricole d'Aghzou où la nature lithologique est sableuse donc un risque élevé d'accessibilité d'un éventuel polluant.

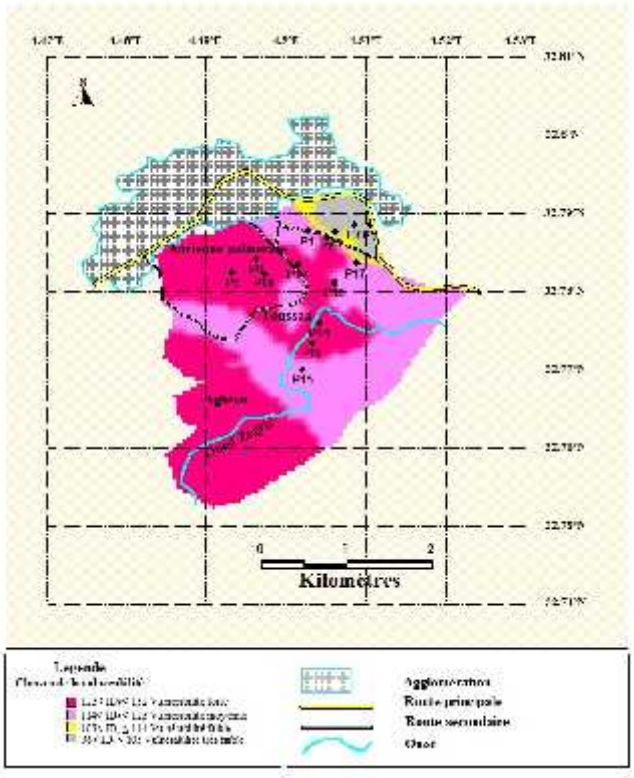

Figure 4. Carte de vulnérabilité à la pollution de la nappe

III. CONCLUSION

Ce travail a permis de tirer les résultats suivants :
La zone où la nappe est à très faible profondeur de 0 à 1,5m donc facilement accessible par un polluant, s'étend du centre de la palmeraie vers le Nord Ouest. Le secteur où la nappe se trouve à très forte profondeur, donc moins vulnérable à la pollution, de 9 à 15m est localisée au Nord Est.

L'étude de la lithologie des sols de la région a permis d'en déterminer les textures. Il s'agit d'une texture limons sableux qui occupe la grande partie de la zone d'étude. La texture sables limoneux occupe le Nord-Est et le Nord-Ouest de la région, tandis que la texture sableuse occupe le Sud-Ouest de la zone d'étude.

Le pouvoir épurateur de la zone non saturée est inférieur à 1, ce qui indique que la nature du sol de la région ne permet pas une épuration totale.

En ce qui concerne la topographie, la région d'étude est caractérisée par des pentes faibles ce qui favorise l'infiltration qui a son tours entrainerait une contamination de la nappe.

La carte de vulnérabilité est le résultat de la superposition des cartes des facteurs régissant la vulnérabilité de la nappe au risque de contamination. Ainsi, établie elle a permis de distinguer quatre zones à différents degrés de vulnérabilité : les zones à très faible et faible vulnérabilité occupent une faible aire à l'extrême Nord-Est. La zone à moyenne vulnérabilité répartie sur plusieurs endroits de la zone d'étude.

La zone à forte vulnérabilité présente la majeure partie de la région d'étude. Dans cette zone, les activités doivent être contrôlées notamment l'emploi des fertilisants qui doit être rationnel

REFERENCES

[1] Aller et al. (1987): DRASTIC a standardized system for evaluating ground water pollution potential using hydrogeologic settings. US Environmental Protection Agency, Ada, OK, EPA/600&2-878-036

[2] Djili B. (2004): Etude des sols alluviaux en zones arides. Cas de la Daya d'El-Amied (région de Guerrara), essai morphologique et analytique. Mémoire magister en agronomie saharienne. Université ouargla, 82p

[3] Khemgani M. (2010) : Caractérisation des sols alluviaux et de la nappe alluviale de l'oasis de Guerrara. Mémoire magister en sciences agronomiques. Université ouargla, 76p

[4] Seiler K.-P et lindner. W. (1995): Near surface and deep groundwater. Journal of Hydrology, 165: 33-44.

[5] Zaporozec et Vrba. (1994b): Classification and review of groundwater vulnerability maps. In Vrba J. et ZaporozecA. (Ed.), Guidebook on mapping groundwater vulnerability, International contributions to hydrogeology, Verlag Heinz Heise Publisher, Hanovre, 16, 21-29.