

Vulnérabilité et risque de pollution de la nappe du complexe terminal « mio-pliocène » de la région de Hassi Messaoud (Algérie)

REZIG Amina^(1,2), KALEM Hanane⁽³⁾, TIDJANI Karima⁽⁴⁾, SAGGAI Sofiane⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Laboratoire de génie de l'eau et de l'environnement en milieu saharien (GEEMS). Université Kasdi Mebah Ouargla.

⁽²⁾ Institut de technologie, Université Akli Mohand Oulhadj, Bouira, amina22sba@yahoo.fr & a.rezig@univ-bouira.dz

⁽³⁾ Département Génie civil et Hydraulique. Université Kasdi Mebah Ouargla. kalemhanane@outlook.fr

⁽⁴⁾ Département Génie civil et Hydraulique. Université Kasdi Mebah Ouargla. rimajalou@gmail.com

⁽⁵⁾ Laboratoire de génie de l'eau et de l'environnement en milieu saharien (GEEMS). Université Kasdi Mebah Ouargla.

saggai.so@univ-ouargla.dz & sofianeaero@yahoo.fr

Résumé— En matière de sécurité hydrique, la politique de l'Algérie s'est appuyée sur la protection des eaux souterraines avant qu'elles ne soient contaminées. L'étude de la vulnérabilité des nappes à la pollution s'avère indispensable pour leur protection, d'où l'intérêt de notre étude qui traite le cas du complexe terminal « mio-pliocène » dans la région de Hassi Messaoud ; ou la nappe est exposée essentiellement à des rejets pétroliers issus des activités industrielles des hydrocarbures.

L'objectif de ce travail est de déterminer le degré de vulnérabilité de cette nappe à la pollution avec la méthode DRASTIC qui est basée sur différents paramètres (profondeur de la nappe, recharge nette, lithologie de l'aquifère, sol de couverture, zone non saturée, topographie, et la perméabilité de l'aquifère). Les résultats obtenus sur 04 points de prélèvement (puits) montrent que le degré de vulnérabilité est faible au sud par contre il est moyen dans la partie nord de la région.

Cette approche permet de contribuer à une gestion plus durable des ressources souterraines tout en gérant les risques liés à la nappe d'eau (pollution).

Mots clés— pollution, Vulnérabilité, rejets pétroliers, méthode DRASTIC.

INTRODUCTION

La nappe phréatique du Complexe Terminal Hassi Messaoud est exposée directement aux

sources de pollution car la région connaît un développement industriel rapide des activités pétrolières depuis plus d'une cinquantaine d'années. Elle est précisément due aux différents types des rejets pétroliers comme les rejets des forages (bourbiers, boue de forage à base d'huile) et les rejets d'activités industrielles des hydrocarbures.

Le volume d'eau exploité pour l'activité pétrolière est de 80,3 Hm³ en 2004, dont 63 Hm³ proviennent du Continental Intercalaire, et 17,3 Hm³ pour le Complexe Terminal [1], répartis sur les activités suivantes :

- Forage de développement dans les centres industriels.
- Traitement des hydrocarbures dans les centres industriels.
- Injection d'eau dans les gisements à hydrocarbures dans les centres industriels.
- Entreprise parapétrolières.
- Base de vie. [2]

L'objectif de ce travail est de déterminer le degré de vulnérabilité de la nappe du Mio-pliocène à la pollution dans la région de Hassi Messaoud.

MATERIELS ET METHODE

A. Présentation de la zone d'étude

La commune de Hassi Messaoud se situe à 830 Km au sud-est d'Alger et couvre une superficie d'environ 2250 Km², compte une population de

53000 habitants. Repéré par les coordonnées géographiques (31° 30' et 32° 00' N ; 5° 40' et 6° 20' E).

Le Mio-pliocène est caractérisé par des dépôts détritiques qui se répartissent sur toute la superficie du champ, il est constitué par :

- Sable blanc avec fines passées d'argile brun-rouge, tendre à pâteuse.
- Calcaire blanc, crayeux, tendre avec passées d'argile versicolore.
- Marne gris-brun, fortement sableuse.

Ces terrains, formant un recouvrement continental essentiellement sableux, se sont mis en place par l'intermédiaire de chenaux (grande disparité de leur granulométrie horizontale et verticale)

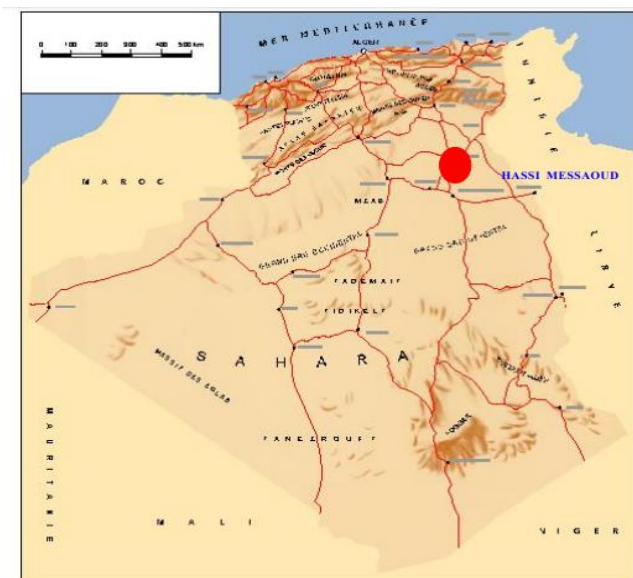


Fig. 1: Situation géographique du champ de HASSI MESSAOU. [3]

B. Méthodes

Dans le but d'une étude de vulnérabilité de la nappe du Moi-pliocène (Complexe Terminal), On effectuera une enquête sur la qualité des eaux par des analyses élaborés par le CRD (Centre de Recherche et de Développement) en 2008.

Tableau .1 : Points de prélèvements à partir de la nappe du Moi-Pliocène. [4]

Puits	X (°)	Y (°)	Z (m)
MDH-148	795753,9	120716,8	157,45
OMOH-111	813737	131439	149,50
OMJH-108	805176,5	141709	139,47
OMPH-106	828086	135572	135,48

Il existe plusieurs méthodes pour l'évaluation de vulnérabilité des eaux souterraines a la pollution, celle qui est la plus utilisée est la méthode DRASTIC qu'on va travailler.

c'est une méthode standardisée, d'évaluation de vulnérabilité des eaux souterraines indépendamment du type de polluant et qui est basée sur la majeure partie des facteurs hydrogéologiques qui affectent l'écoulement des eaux souterraines, elle a été mise au point par l'Agence de protection environnementale (EPA) en 1987. [5]

L'acronyme DRASTIC représente les sept paramètres utilisés dans le modèle, qui sont: profondeur de la nappe, recharge nette, lithologie de l'aquifère, sol de couverture, zone non saturée (vadoze), topographie, et la perméabilité de l'aquifère. Elle s'applique à des unités hydrogéologiques de superficie supérieure à 40 ha. Elle repose sur trois hypothèses fondamentales[6] :

1. Les sources de contamination se situent à la surface du sol (donc les sources souterraines ne sont pas considérées);

2. La nature du contaminant n'intervient pas dans l'application de la méthode, mais il est mobile dans le sol en phase dissoute;

3. Les contaminants ne peuvent atteindre la nappe que par infiltration verticale (l'écoulement souterrain n'est pas considéré).

L'indice DRASTIC est obtenu en multipliant la cote de chaque paramètre par son poids relatif et en faisant la somme de ces produits :

$$ID = D_R \cdot D_W + R_R \cdot R_W + A_R \cdot A_W + S_R \cdot S_W + Tr \cdot T_W + I_R \cdot I_W + C_R \cdot C_W \quad (1)$$

W (Weight) : Poids du paramètre ; **R (Rating)** : cote du paramètre (Varie de 1 à 10).

L'indice DRASTIC (ID) ainsi calculé représente une évaluation du niveau de risque de contamination d'une formation aquifère, ce risque augmentant avec la valeur de l'indice.

L'indice DRASTIC minimum est de 23 tandis que le maximum est de 226. Ces extrêmes théoriques sont toutefois très rares et les indices calculés sont plutôt dans la gamme 50 à 200 . [6]

À chacun de ces paramètres correspond un poids (valeur prédéterminée) compris entre 1 et 5, qui traduisent l'importance du paramètre dans les processus de transport et l'atténuation des contaminants (voir tableau 2).

Tableau .2 : Les valeurs des poids des paramètres de la méthode DRASTIC [7].

Symbole	Paramètre	Poids
D	Profondeur de la nappe(Depth)	5
R	Recharge net (Net Recharge)	4
A	Lithologie de l'aquifère (Aquifère Media)	3
S	Sol (Soil Media)	2
T	Topographie (topography)	1
I	Zone non saturée (Imapct of vados zone)	5
C	Permeability of the aquifer	3

Selon les résultats de l'indice DRASTIC obtenue on peut déterminer le degré de la vulnérabilité d'une nappe, et Le tableau suivant nous montre l'intervalle de l'indice DRASTIC et le degré qui lui convient.

RESULTATS ET DISCUSSION

Les Données des paramètres de l'indice DRASTIC pour chaque puits sont obtenues à partir du centre de de recherche et de développement et la SH DF [4], ils sont représentés dans le tableau 3 suivant :

Tableau 03 : Paramètres DRASTIC pour chaque puits

Paramètres /Puits	D (m)	R (mm)	A	S	T (%)	I	C (m/s)
MDH-148	28,5	8,5	Sable	Sableux	2 à 6	Sable	2. 10 ⁻⁴
OMOH-111	38	8,5	Sable	Sableux	2 à 6	Sable	2. 10 ⁻⁴
OMJH-108	33	8,5	sable	Sableux	2 à 6	Sable	2. 10 ⁻⁴

OMPH-106 22,5 8,5 sable Sableux 2 à 6 Sable 2. 10⁻⁴

Le tableau 04 qui suit représente la note associée de chaque paramètre DRASTIC pour chacun des puits étudiés.

Tableau 04 : Notes de chaque paramètre DRASTIC

Paramètre/ Puits	DR	RR	AR	SR	TR	IR	CR
MDH-148	2	1	8	9	9	8	6
OMOH-111	1	1	8	9	9	8	6
OMJH-108	1	1	8	9	9	8	6
OMPH-106	3	1	8	9	9	8	6

Déterminant maintenant l'indice DRASTIC pour chaque puits, les résultats sont représentés dans le tableau 10.

Tableau 10 : Indice DRASTIC pour chaque puits

Puits	ID	Degré de vulnérabilité
MDH-148	113	Vulnérabilité faible
OMOH-111	118	Vulnérabilité moyenne
OMJH-108	118	Vulnérabilité moyenne
OMPH-106	128	Vulnérabilité moyenne

On a trouvé pour chaque puits une valeur d'indice DRASTIC qui signifie un certain degré de vulnérabilité à la pollution. Le puits MDH-148 situé au sud de Hassi Messaoud est d'une vulnérabilité faible tandis que les puits OMOH-111, OMJH-108, OMPH-106 situés au nord de la région sont d'une vulnérabilité moyenne.

CONCLUSION

Dans la région de Hassi Messaoud, la nappe du Mio-Pliocène est la plus exploitée suite à son potentiel hydraulique par rapport aux autres nappes du Complexe Terminal.

Le champ de Hassi Messaoud a connu, ces dernières années, une augmentation d'activité pétrolière (réalisation des forages pétroliers, l'exploitation des hydrocarbures), et suite au degré de la vulnérabilité trouvé dans notre étude, on peut dire qu'il y a un grand risque de pollution des eaux de la nappe du Mio-pliocène par les déchets pétroliers.

Afin de préserver notre source d'eau de tout risque de contamination par l'activité pétrolière,

on doit prendre certaines précautions citées comme suit :

- Utiliser des citernes pour séparer les différents types de fluides contaminés ;
- Renforcer les équipements de contrôle des produits solides ;
- Utiliser moins d'éléments toxiques dans la boue de forage (amidon) ;
- Le tubage doit être conçu pour résister à la corrosion et doit être bien cimenté pour éviter tout contact entre l'eau de l'aquifère et le fluide de forage ;
- Eviter l'utilisation des fluides de forage à base d'huile ;
- Utiliser des fluides de forage à base d'eau qui contient surtout la bentonite ;
- Respect de la réglementation concernant l'implantation et la réalisation des forages hydriques et pétroliers.
- Prendre les mesures de précaution appropriées lors d'un forage dans des endroits où existe un degré de vulnérabilité de la couche aquifère.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] BEDDINE, A. (2016). Qualité des eaux des aquifères de Hassi Messaoud. MFE, universite KASDI MERBAH- Ouargla.
- [2] KALEM ,H . TIDJANI ,K . (2017). Vulnérabilité de la nappe du complexe terminal « mio-pliocène » à la pollution des eaux par les rejets pétroliers dans la région de Hassi Messaoud. MFE.Universite KASDI MERBAH- Ouargla.
- [3] DJEGHOUBBI ,R .(2013) .Apports de l'analyse statistique des données et la géostatistique non-paramétrique à l'étude hydro-chimique de la nappe du complexe terminal (CT) –Hassi Messaoud, Sud-Est algérien.MFE.Universite KASDI MERBAH- Ouargla.
- [4] CRD. 2008. Données du Centre de Recherche et de Développement et la SH DF (2008) .
- [5] Allen, L., et al., (1987) .DRASTIC: A standardized system for evaluating

groundwater pollution potential using hydrogeological settings. Oklahoma: US Environmental Protection Agency.

- [6] MENANI, M.R.(2001), Evaluation et cartographie de la vulnérabilité à la pollution de l'aquifère alluvionnaire de la plaine d'El Madher, Nord-Est algérien, selon la méthode Drastic. Science et changements planétaires/Sécheresse,. 12(2): p. 95-101.
- [7] LALLEMAND-BARRES, A., Normalisation des critères d'établissement des cartes de vulnérabilité aux pollutions. Etude documentaire préliminaire. Rapport BRGM R, 1994. 37928.