

## Impact de l'activité agricole sur la qualité des eaux souterraines dans la plaine d'Henaya (Nord-ouest Algerien)

Bemoussat A<sup>(1)</sup>, and Adjim M<sup>(2)</sup>, Bensaoula F<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Département d'hydraulique, Faculté de Technologie et Laboratoire 25: Promotion des Ressources Hydriques, Pédologiques et minière Université de Tlemcen, Algérie

<sup>(2)</sup> Département d'hydraulique, Faculté de Technologie et Laboratoire 60 : Valorisation des ressources en eau Université de Tlemcen, Algérie

bemoussaek@yahoo.fr- moh.ajjim@gmail.com- fbensaoula@gmail.com

**Abstract**— Située à une dizaine de kilomètres au nord de la ville de Tlemcen, la plaine d'Henaya, considérée comme un patrimoine agrumicole, a connu ces dernières années une importante activité agricole. Cela est dû au dispositif d'aide de l'état mis en place depuis l'année 2001. L'utilisation d'intrants agricoles, l'irrigation avec les eaux non conventionnelles, les rejets d'élevage ainsi que l'accroissement de la demande en eau à des fins agricoles ont causé une surexploitation de la nappe exposant ainsi les eaux souterraines à des risques de pollutions. Cette hypothèse a été confirmée par les analyses de l'eau au niveau des puits privés. Analyses qui révèlent que la présence de nitrates dépasse les normes relatives à la qualité de l'eau de consommation humaine. L'utilisation d'un outil d'aide à la décision pour la gestion de ces ressources en eaux souterraines, permettant la délimitation des zones sensibles à la pollution, s'avère par conséquent plus qu'indispensable. Dans cette optique, nous avons pu élaborer la carte de vulnérabilité intrinsèque à la pollution de l'aquifère par la méthode d'évaluation G.O.D tout en utilisant les systèmes d'informations géographiques et notamment le logiciel ArcGIS 10. Ce document cartographique élaboré fait ressortir trois classes de vulnérabilité à savoir modérée, forte et extrême. Ce dernier ainsi que les résultats de la caractérisation qualitative de l'aquifère et de l'étude des différents acteurs de pollution pourraient être exploités dans l'aménagement régional et la mise en place d'un réseau de surveillance de qualité de l'eau.

**Key-Words**— Nappe d'Henaya, Périmètre irrigué, pollution, Vulnérabilité, Protection.

### I. INTRODUCTION

Le développement agricole dans la région durant cette dernière décennie a engendré un accroissement des besoins en eau d'irrigation conduisant ainsi à la surexploitation des eaux souterraines, l'irrigation avec les eaux non conventionnelles et l'utilisation intensif des engrais et pesticides. L'irrigation des cultures dans la plaine d'Henaya avec les rejets ouest de la ville de Tlemcen constitue un réel danger à la fois pour la santé humaine et pour l'environnement. Le manque d'installations sanitaires et d'infrastructures d'évacuation appropriées dans les villes est l'une des causes directes d'une telle pollution et d'une telle

Utilisation [6], [9]. Cette pratique d'irrigation est strictement interdite en Algérie conformément à la réglementation mis en vigueur [7] mais son application sur terrain est difficile. Par contre l'irrigation de certaines cultures avec les eaux épurées est autorisée [1]. L'utilisation des eaux usées traitées issues de la station d'épuration d'Ain el Houtz pour irriguer le périmètre équipé de 912 Ha dans la plaine d'Henaya présente aussi un risque de pollution du fait que les infrastructures ne sont pas dotés de traitement tertiaire pour éliminer les éléments toxiques. Les risques de pollution sont liés aussi à la vulnérabilité des nappes qui est la susceptibilité des aquifères à la contamination due à l'impact de l'activité humaine [4]. L'Objectif de cette étude est de déceler une éventuelle pollution d'origine agricole ainsi que l'étude de la vulnérabilité intrinsèque de la nappe d'Henaya en appliquant la méthode G.O.D qui selon [3], permet de réaliser une estimation rapide de la vulnérabilité d'un aquifère. Cette dernière utilise une approche empirique [8] basé sur l'identification uniquement de trois paramètres.

### II. PRESENTATION GENERALE DU SITE

La nappe de la plaine d'Henaya Fig.1 d'une superficie d'environ 29 Km<sup>2</sup>, se situe à une dizaine de kilomètres, au nord de la ville de Tlemcen (Nord-Ouest Algérien).

La région d'étude est constituée dans son ensemble de formations quaternaires et miocènes. Le Miocène est représenté par les marnes et grés helvétien ainsi que les grés Tortonien. Les formations du Quaternaire recouvrent toutes les formations du Miocène à l'exception du Sud de la plaine où les grés affleurent. Les sédiments quaternaires sont variés (Conglomérats, graviers, graviers argileux, argiles calcaires, croûtes calcaire et travertins). L'étude hydrogéologique hydrodynamique de l'aquifère a été réalisée à partir des données de sondages de reconnaissance, des puits existants, des essais par pompage et aussi par des coupes géologiques. Les horizons aquifères de la région sont les grés tortoniens et les sédiments quaternaires Fig.2.

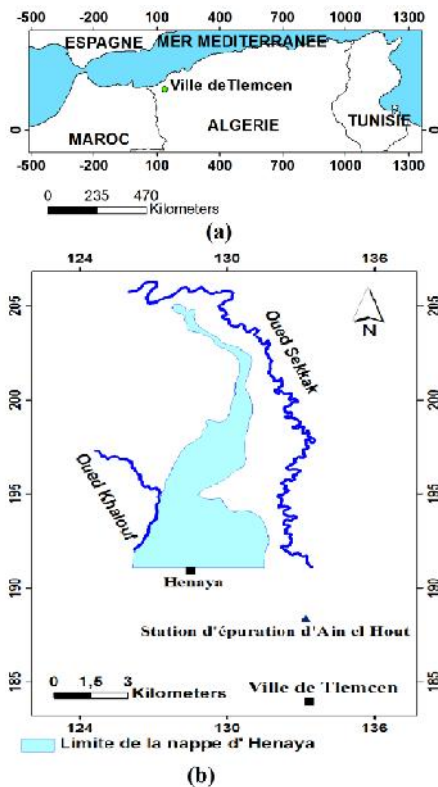


Figure 1: (a) Localisation de la ville de Tlemcen, (b) Localisation de la nappe d'Henaya.

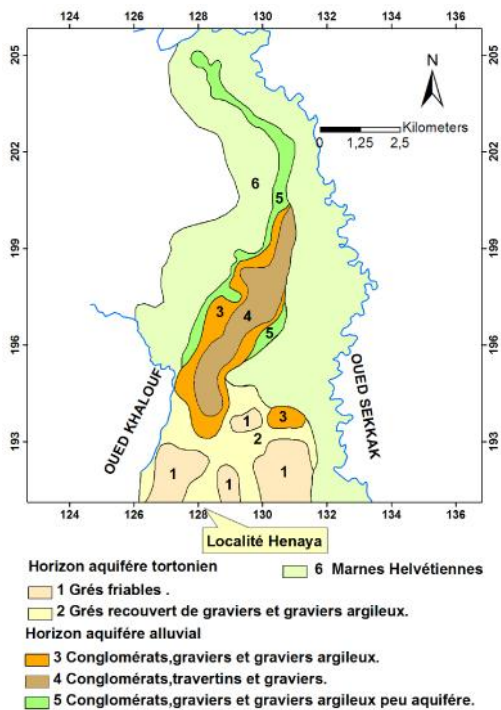


Figure 2: hydrogéologie des formations aquifère [10].

### III. METHODOLOGIE

Nous avons élaboré la carte de vulnérabilité intrinsèque à la pollution de l'aquifère par la méthode d'évaluation G.O.D tout en utilisant les systèmes d'informations géographiques et notamment le logiciel ArcGIS 10. Développée en Angleterre en 1987 par Foster, cette méthode est basée sur l'identification de trois paramètres. L'indice de vulnérabilité  $I_G$  permettant l'évaluation de la vulnérabilité est obtenu par la multiplication de ces trois paramètres. La valeur de l'indice calculée nous informe sur le degré de la vulnérabilité Tableau.1.

$$I_G = G.O.D$$

Où;

G : Valeur du paramètre type de nappe Tableau.2.

O : Valeur du paramètre type d'aquifère en termes facteurs Lithologique Tableau.3.

D : Valeur du paramètre profondeur de la nappe Tableau.4.

Tableau 1: Classification selon le degré de vulnérabilité [8]

Classe	Intervalle
Vulnérabilité très faible	0 – 0,1
Vulnérabilité faible	0,1 – 0,3
Vulnérabilité modéré	0,3 – 0,5
Vulnérabilité forte	0,5 – 0,7
Vulnérabilité extrême	0,7 – 1

#### A. Type de nappe G

Une nappe libre est plus vulnérable qu'une nappe captive protégée par des formations imperméables. L'hétérogénéité des formations géologiques de la plaine d'Hennaya constatée dans les sondages de prospection ainsi que la pédologie du sol limoneux argileux, nous permet de conclure que la nappe est captive en quelques endroits et libre en d'autres. En l'absence de carte limitant le type de nappe en zone homogène, nous avons retenu, pour l'étude de la vulnérabilité, le cas le plus défavorable en considérant que la nappe est totalement libre Fig.3.

Tableau 2: Valeur du paramètre type de nappe G.

Type de nappe	Valeur du paramètre
Captive artésienne	0,1
Captive	0,2
Semi captive	0,3
Semi libre	0,5
Libre	1

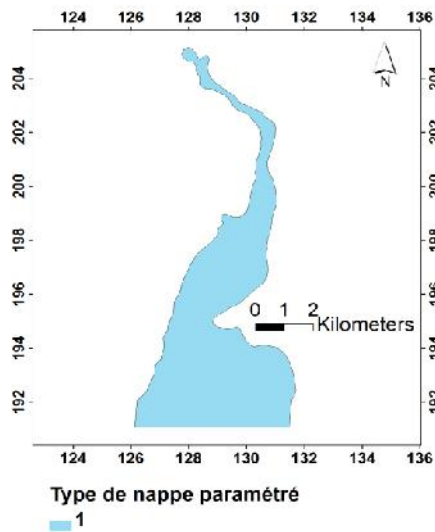


Figure 3 : Carte type de nappe paramétrée

**B. Type d'aquifère en termes de facteurs lithologique O.**

La nature géologique des formations aquifère de la nappe d'Hennaya Fig.4 Conditionne la migration de fluides vers la nappe. Dans les terrains sablonneux la pollution ne se transmet qu'à une très faible vitesse, la grandeur de la surface des particules solides permet une rétention importante, surtout s'il y a des particules argileuses.

Tableau 3 : Valeurs du paramètre type d'aquifère O.

Facteurs Géologiques	Valeur du paramètre
Grès	0,7
Conglomérats, Travertins, Gravieres et Gravieres argileux	0,8

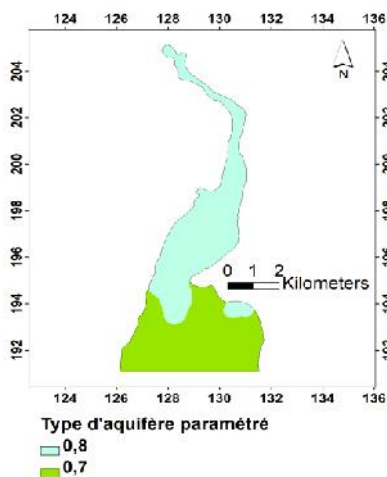


Figure 4 : Carte Type d'aquifère en termes de facteurs lithologique paramétré.

**C. Profondeur de la nappe D**

La profondeur de l'aquifère d'Hennaya conditionne le temps de transfert d'un polluant jusqu'à la nappe et donc son éventuelle dégradation en cours de transfert. La carte du niveau piézométrique paramétré Fig.5 est réalisée en se basant sur la campagne de mesure effectuée pendant la période juin 2011.

Tableau 4: Valeurs du paramètre profondeur de la nappe D.

Profondeur (m)	Valeur des paramètres
20 – 50	0,6
10 – 20	0,7
5 – 10	0,8
2 – 5	0,9

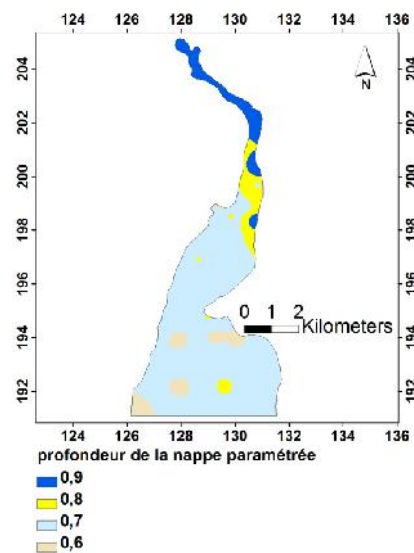


Figure 5 : Carte Profondeur de la nappe paramétrée.

La superposition de toutes les cartes thématiques réalisées avec l'application de la formule G.O.D permet d'obtenir la carte de l'indice qui s'effectue sur la base d'une discrétisation de l'espace de la zone d'étude en pixel par application de l'algèbre spatiale.

Le document cartographique Fig.6 obtenu de l'application de la méthodologie décrit la répartition spatiale de l'indice G.O.D présentant trois intervalles. Chaque indice ainsi calculé représente une évaluation du degré de vulnérabilité de la nappe. La carte finale montre une vulnérabilité extrême occupant 7,8 % de la superficie totale cartographiée. Il est à remarquer que les exutoires de la nappe se trouvent dans cette zone ; forte occupant 43,4 % en grande partie dans le centre de la nappe et modéré occupant 48,8 % au sud Figure.7.

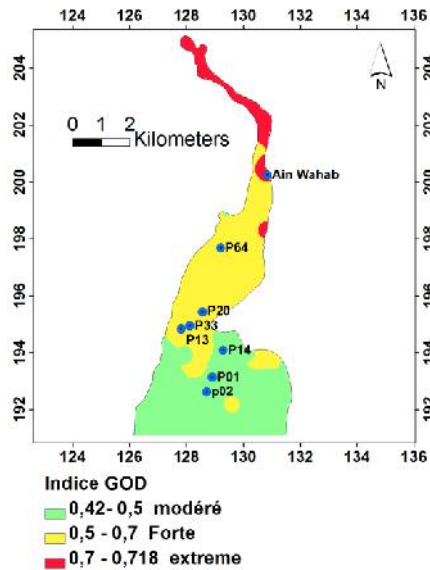


Figure 6 : Carte de l'indice GOD.

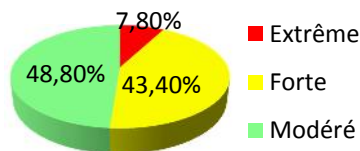


Figure 7 : Taux de vulnérabilité par rapport à la superficie totale de la nappe

#### IV. INTERPRETATION DES RESULTATS D'ANALYSE

Huit échantillons prélevés des points d'eau Figure. 8, en date du 02/10/2011, au niveau de la plaine d'Henaya, ont été analysés au laboratoire de l'agence nationale des ressources hydriques A.N.R.H d'Oran.

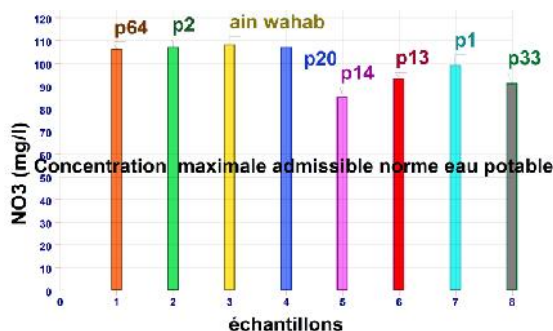


Figure 8 : Concentration en Nitrates

On remarque que pour tous les points d'eau analysés les teneurs en nitrates dépassent les normes de potabilité. Des

concentrations importantes constituent un bon indicateur de pollution azotée des eaux souterraines dont l'origine essentielle se rapporte à l'activité agricole par l'utilisation d'engrais chimiques, fumier organique et l'irrigation avec les eaux non conventionnelles.

#### V. CONCLUSION

La validité des cartes de vulnérabilités est conditionnée par l'analyse chimique des eaux souterraines [5]. Dans notre cas, seulement 8 analyses ont pu être effectuées par manque de moyens. Néanmoins, nous avons constaté que le taux des nitrates de tous les points d'eau analysés dépasse le seuil toléré de l'eau potable. Nous avons également remarqué que le taux le plus élevé de nitrate se trouve à Ain Wahab qui est de 108 mg/l. Cette dernière est bien localisée dans la zone à vulnérabilité extrême.

La carte réalisée met en évidence trois classes de degré de vulnérabilité de la nappe à savoir modérée, forte et extrême, donc on peut conclure que cette dernière est pratiquement vulnérable sur toute sa totalité. Par ailleurs, pour une meilleure validation de la carte de vulnérabilité intrinsèque de la nappe d'Henaya qui peut être exploitée dans l'aménagement régional, un projet de suivi qualitatif des eaux souterraines est en cours.

#### REFERENCES

- [1] Arrêté interministériel. 2012. Fixant les spécifications des eaux usées épurées utilisées à des fins d'irrigation.
- [2] Bemoussat A. (2012). Impact de l'activité agricole sur la qualité des eaux souterraines à travers le bassin de la Tafna. Mémoire de Magistère, Université de Tlemcen.
- [3] Bezelgues S., Des Garets E., Mardhel V. et Dörfliger N. (2002). Cartographie de la vulnérabilité de Grand-Terre et de Marie-Galatie (Guadeloupe). Phase 1 : Méthodologie de détermination de la vulnérabilité, 45p.
- [4] Foster SD. (1987). Fundamental concepts in aquifer vulnerability, pollution risk and protection strategy. In: van Duijvenbooden W, van Waegeningh HG, editors. Vulnerability of soil and groundwater to pollutants. Proceedings and Information The Hague: TNO Committee on Hydrological Research, p. 69,86.
- [5] Isabel D., Gelinas P. et Aubre F. (1990). Cartographie de la vulnérabilité des eaux souterraines au Québec. Rev. Sc. Tech. Eau, 23p.
- [6] Jiménez, B. et Asano T. (2008). Water reclamation and reuse around the world. Jiménez et coll. (dir.), Water Reuse : In International Survey of Current Practice, Issues and Needs, Londres, IWA Publishing, p. 648.
- [7] Loi n° 05-12. 2005. Relative à l'eau. journal officiel de la république Algérienne n° 60. art. 130.
- [8] Murat V., Paradis D., Savard M., Nastev M., Bourque E., Hamel A., Lefebvre R., Martel R. (2003). Vulnérabilité à la nappe des aquifères fracturés du sud-ouest du Québec : Evaluation par les méthodes DRASTIC et GOD. Commission Géologique, p.3.
- [9] Raschid-Sally L., et Jayakody P. (2008). Drivers and characteristics of wastewater agriculture in developing countries: Results from a global assessment, Colombo, Sri Lanka. IWMI Research Report 127, Colombo, Institut international de gestion de l'eau.
- [10] Technoexporstroy.(1971). Aménagement Hydraulique de la plaine de Hennaya. Etude, Direction de l'hydraulique.