



L'ETUDE DES CARACTERISTIQUES HYDRODYNAMIQUES ET LA VULNERABILITE DE LA PLAINE ALLUVIONNAIRE DE KSAR BELEZMA (BATNA - NORD-EST ALGERIEN).

THE STUDY OF THE HYDRODYNAMIC CHARACTERISTICS AND THE VULNERABILITY OF THE PLAIN ALLUVIONNAIRE OF KSAR BELLEZMA (ALGERIAN NORTHEAST).

MANSOURI Z., MENANI M.R.

Earth Sciences Department, Batna University, Batna, Algeria

zinebmas@gmail.com

RESUME

La cartographie de la vulnérabilité à la pollution des eaux souterraines permet d'identifier les zones à haut risque de contamination qui prend en compte la majeure partie des facteurs hydrogéologiques qui affectent et contrôlent l'écoulement des eaux souterraines : la profondeur de l'eau, la recharge efficace, les matériaux de l'aquifère, le type de sol, la topographie, l'impact de la zone vadose (zone aérée) et la perméabilité de l'aquifère. Ces facteurs sont représentés par des poids et des cotes qui dépendent respectivement de leur importance relative et des conditions hydrogéologiques locales. La combinaison des poids et cotes des divers paramètres aboutit à une valeur numérique qui est l'indice Drastic. La cartographie de l'indice de vulnérabilité repose sur la superposition de 7 cartes indicielles.

Mots-clés : Plaine de Ksar Belezma, DRASTIC, indice de vulnérabilité, pollution.

ABSTRACT

The cartography of the vulnerability in the pollution of subterranean waters allows identifying zones with high risk of contamination who takes into account the major part of the hydrogeological factors which allocate and control the

flow of subterranean waters: the depth of the water, the refill. These factors are represented by weights and quotations which depend respectively on their relative importance and on local hydrogeological conditions. The overall of the weights and the quotations of the diverse parameters and in a numerical value which is the indication Drastic. The cartography of the indication of vulnerability bases on the overlapping of 7 indexed cards.

Keywords: Plain of Ksar Belezma, DRASTIC, vulnerability index, pollution.

INTRODUCTION

La prévention de la pollution des eaux souterraine, action d'autant plus nécessaire que la décontamination des nappes d'eaux souterraines polluées.

La cartographie de la vulnérabilité à la pollution des eaux souterraines permet d'identifier les zones à haut risque de contamination, indépendamment du type de polluant. Elle devrait en principe conditionner les plans d'occupation des sols ou, du moins, permettre de cibler les zones où des mesures rigoureuses de protection devraient être adoptées.

La méthode DRASTIC, est une méthode standardisée d'évaluation et de cartographie de la vulnérabilité des eaux souterraines indépendamment du type de polluant et qui prend en compte la majeure partie des facteurs hydrogéologiques qui affectent et contrôlent l'écoulement des eaux souterraines: la profondeur de l'eau, la recharge efficace, les matériaux de l'aquifère, le type de sol, la topographie, l'impact de la zone vadose (zone aérée) et la perméabilité de l'aquifère). Ces facteurs sont représentés par des poids et des cotes qui dépendent respectivement de leur importance relative et des conditions hydrogéologiques locales.

La combinaison des poids et cotes des divers paramètres aboutit à une valeur numérique qui est l'indice DRASTIC. La cartographie de l'indice de vulnérabilité repose sur la superposition de 7 cartes indicielles (Menani, M.R., 1991).

MATERIELS ET METHODES

Présentation générale

La plaine de Belezma est située à 30 Km au nord-ouest de Batna, entre les degrés 35°40' et 35°45' de latitude nord. Son altitude moyenne est de 850 à 900m.

Elle est bordée au nord par le Djebel Fourhal, au sud par les Djebels Bou Ari et Bou Rhioul, à l'Est par les Djebels Messaouda et Mestaoua. À l'ouest par Djebel Guetiane et Djebel Tachirt, elle débouche dans le bassin de l'oued Barika et la bordure nord du Chott El Hodna (Fig 1).



Figure 1 : Localisation géographique de la zone d'étude.

Du point de vue stratigraphique, elle est caractérisée par des dépôts conglomératiques plus ou moins argileux.

Sur le plan structural, la plaine est bordée par un ensemble d'anticlinaux attribués au Crétacé qui sont, au Sud l'anticlinal des Djebels Bou Ari et Bou Rhioul, au Nord des anticlinaux des Djebels Messaouda et Fourhal, à l'Ouest l'anticlinal du Djebel Tachirt, à l'Est le djebel Mestaoua. À faible pendage vers l'est, vient s'appuyer sur l'anticlinal du Belezma. Il est bordé par des failles (Bellion, Y. J. ,1972).

L'étude géologique et géophysique ont relevé l'existence des aquifères suivants :

- L'ensemble réservoir du Mio-Plio-Quaternaire, formé par des galets souvent galets calcaires, sables, graviers, conglomérats.
- L'ensemble réservoir du crétacé inférieur, constitué par des formations calcaires marneux (Fig. 2).

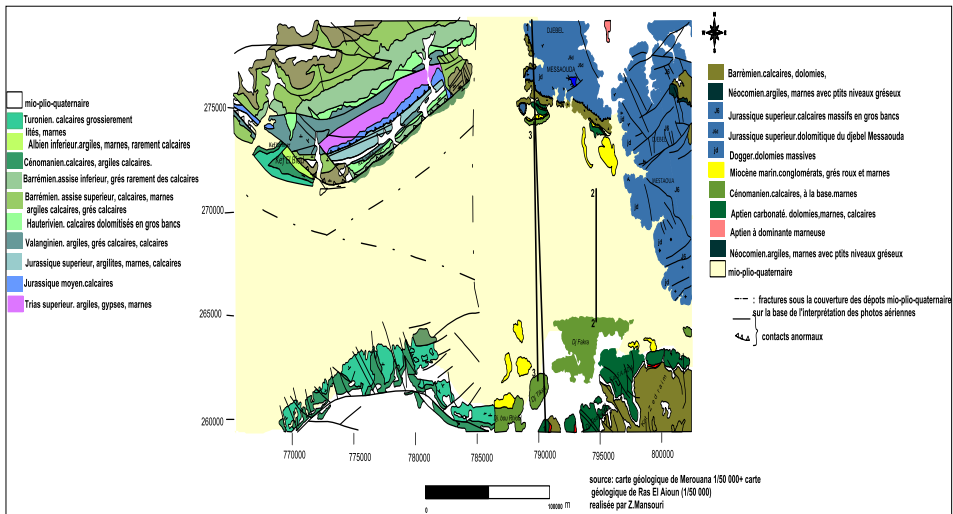


Figure 2 : Carte géologique de la plaine Ksar Belezma (d'après Vila, J. M., 1977).

D'une superficie d'environ 963 km², le sous bassin versant Merouana, reçoit une pluviométrie moyenne annuelle qui varie de 376,8 à 416,7 mm/an, dans la partie amont, au sommet de Bou Rhioul et a une température moyenne annuelle de 20,3°C, et un climat semi-aride, avec un hiver froid.

La valeur de l'évapotranspiration réelle moyenne est de l'ordre de 688,17 mm/an. Le déficit agricole des précipitations est de l'ordre de 1044,25 mm réparti du mois de Mars jusqu'au mois d'Octobre, ce qui nécessite un apport d'eau pour l'irrigation des cultures. L'analyse des bilans hydriques culturaux a permis de définir le mois de Mai comme étant le début de la période critique d'épuisement des réserves en eau du sol.

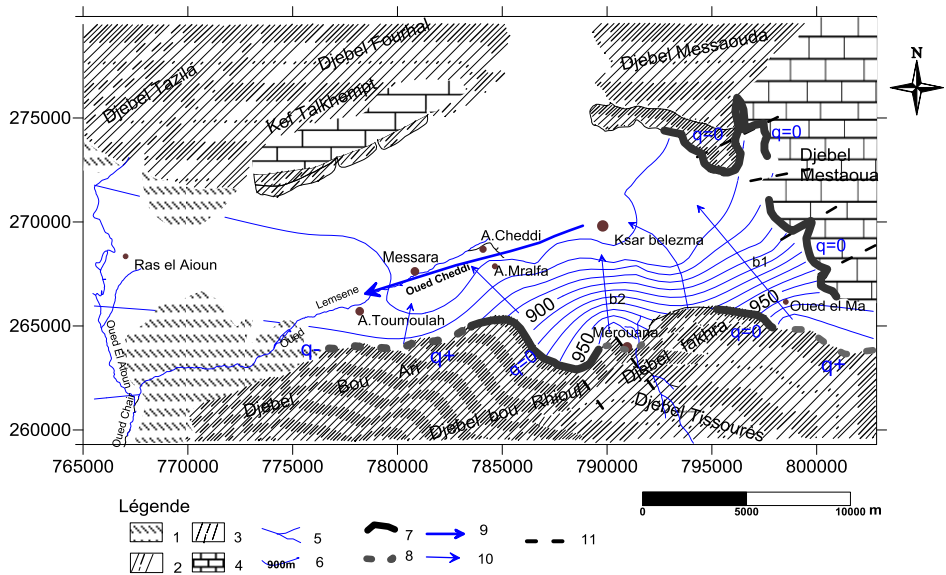
L'étude hydrogéologique, basée sur l'analyse des données piézométriques du mois d'avril 2013, effectuée sur un réseau de 88 puits, montre que la formation détritico mio-plio-quaternaire est le siège d'une nappe libre généralisée. La

partie centrale de la plaine, où l'épaisseur varie de 35 à 40 m par endroit, favorise l'existence des niveaux aquifères profonds en grande partie communiquant avec la nappe libre de surface

L'écoulement générale est vers l'ouest ; l'eau provient du Sud-est (Djebel Fakhra, Tissourès continuités des Dj Bou Ari et Dj Bou Rhioul). Il s'agit d'une alimentation de bordure classique à partir des massifs carbonatés.

L'allure et l'espacement des courbes isopièzes montrent un gradient hydraulique de l'ordre de 6% dans les parties sud-est et sud, tandis que les parties sud-ouest près des bordures de Djebel Bou Ari ont un gradient hydraulique faible de 3% (Fig.3).

Les essais de pompage ont donné des valeurs de transmissivité qui varient entre $2,03 \cdot 10^{-5}$ à $1,28 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$.



1.Miocène marneux ; 2.Crétacé moyen. Marno-calcaire ; 3. Crétacé inférieur. Marno-calcaire et gréseux ; 4.Jurassique calcaire ; 5.Oued ; 6.Courbe hyroisophyse ; 7.Débit nulle (limite étanche) ; 8.Débit imposé entrant ; 9.axe de drainage 10.grand axe de flux d'écoulement ; 11.Faille ; q-.Débit sortant.

Figure 3 : Carte piézométrique de la plaine de Belezma.

Élaboration de la carte de vulnérabilité

Le matériel utilisé pour l'élaboration de la carte de vulnérabilité à la pollution est constitué de :

- données cartographiques (topographique et géotechnique) ;
- données piézométriques ;
- fiches techniques des forages ruraux de la région.

Le traitement de toutes ces données s'est effectué avec le logiciel Arc gis10 et surfer10.

La méthode DRASTIC, permet de cartographier les zones vulnérables à la pollution [1] et de déterminer aussi le degré de protection d'un aquifère. Celle-ci est basée sur sept paramètres de vulnérabilité (Bezalgues, S ; Des Garets. E, 2002), ce sont :

- la profondeur de l'eau (D) ;
- la recharge efficace (R) ;
- les matériaux de l'aquifère (A) ;
- le type de sol (S) ;
- la topographie ou la pente (T) ;
- l'impact de la zone vadose ou zone aérée (I) ;
- la perméabilité ou la conductivité hydraulique de l'aquifère (C).

L'évaluation de la vulnérabilité par la méthode DRASTIC s'effectue par le calcul de l'Indice DRASTIC (ID) selon l'équation (1).

$$ID = D_c X D_p + R_c X R_p + A_c X A_p + S_c X S_p + T_c X T_p + I_c X I_p + C_c X C_p \quad (1)$$

Tableau 1 : Indice DRASTIC et degré de vulnérabilité.

Indice DRASTIC (Ip)	Degré de vulnérabilité
23 à 84	Très faible
85 à 114	Faible
115 à 145	Moyenne
146 à 175	Elevée
176 à 266	Très élevée

Toute la méthodologie utilisée dans le cadre de cette étude est résumée dans l'organigramme suivant (Fig. 4).

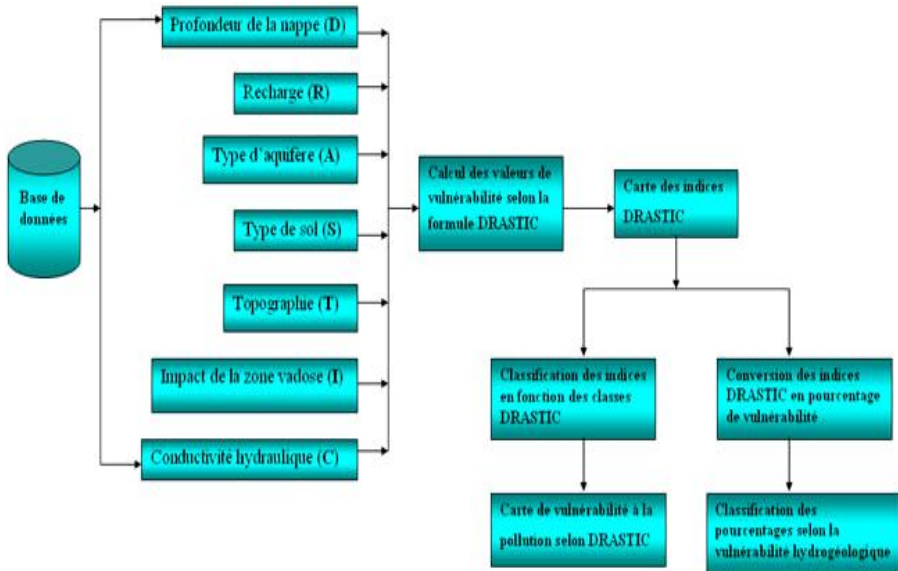


Figure 4 : Organigramme présentant les étapes de réalisation de la carte de vulnérabilité à partir de la méthode DRASTIC.

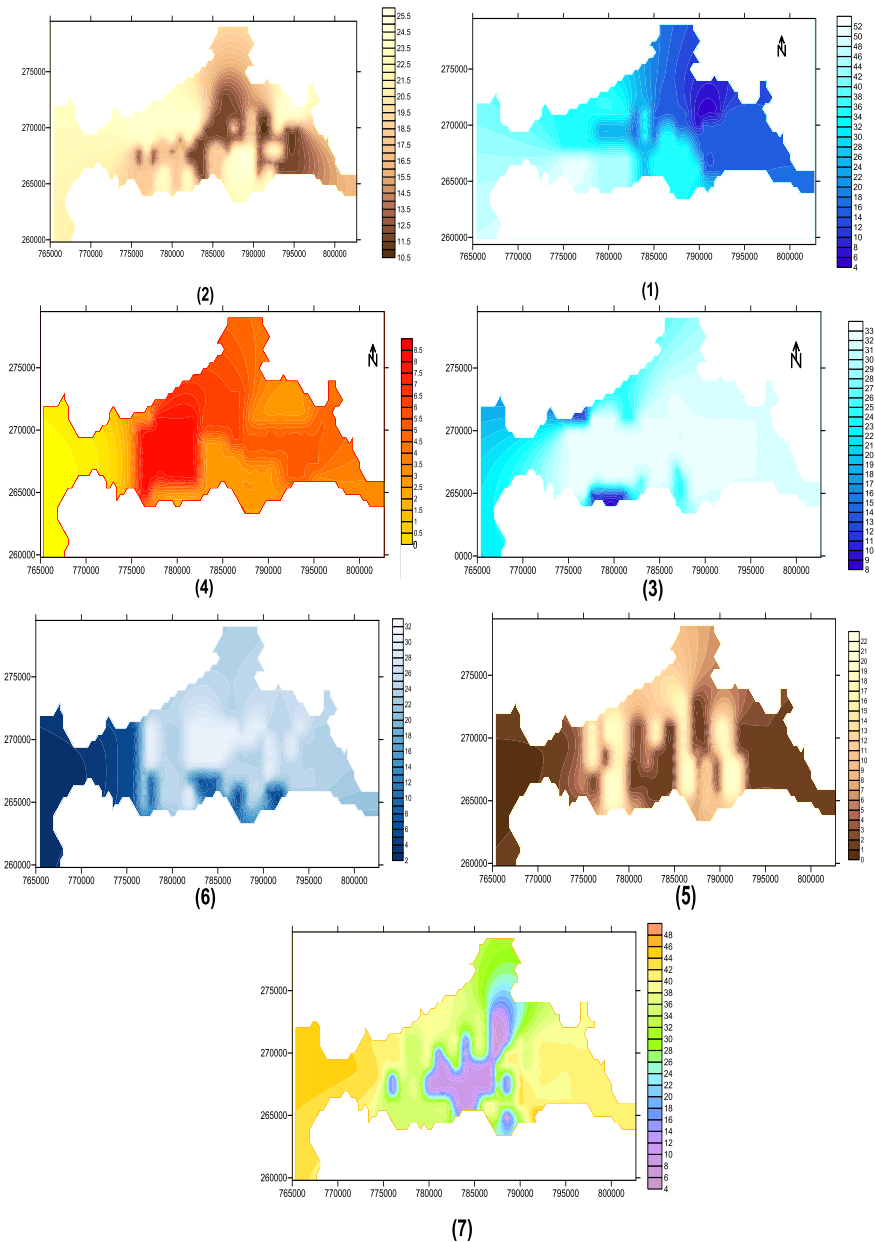
RESULTATS ET DISCUSSION

L'élaboration de la carte de vulnérabilité s'est effectuée par le calcul de l'indice de vulnérabilité (IDRASTIC) qui intègre les sept paramètres, selon l'équation (1). Les indices DRASTIC obtenus oscillent entre 92 et 182.

La carte de vulnérabilité de la plaine Ksar Belezma permet de visualiser les principales zones à risque qui sont liées à des indices élevés (Fig. 6).

Selon (Aller, L., Lehr, J. H., 1987) le Menviq4 utilise les plages de vulnérabilité suivantes :

- $I < 100$: vulnérabilité faible ;
- $100 < I < 150$: vulnérabilité moyenne ;
- $150 < I$: vulnérabilité forte.



(1) : carte de profondeur (2) carte de perméabilité : (3):carte de recharge (4) carte des pentes : (5) : carte de la zone saturée (6) carte de la zone vadose : (7) : carte de la zone vadose.

Figure 5 : Les cartes des indices DRASTIC Source :(ANRH, DHW de Batna, 2013)

Cette classification permet de constater que deux principales zones sont caractérisées par une forte vulnérabilité :

La première zone est située dans le sud-est et sud-ouest de la plaine (Merouana et Messara-Lemsen ; l'exutoire du sous bassin), où l'indice de vulnérabilité atteint une valeur de 170. Les zones sont représentées par une couleur rouge sur la carte de vulnérabilité.

La migration et l'évolution de la pollution dans ces zones se fait par les oueds, tels que oued Messara-Lemsen et oued Merouana, ou par des puits aux limites perméables de ces oueds. En période sèche.

Ce degré de vulnérabilité peut s'expliquer aussi par le fait que la profondeur de la nappe dans les zones sud-ouest est faible (8 à 15 m) avec une pente (6.68 à 10.90).

Ces conditions favorisent l'infiltration de tout contaminant présent à la surface, aussi, notons-nous que l'aquifère est constitué de sable fin et gravier dans ces zones, pouvant faciliter la circulation des polluants.

La seconde zone est la partie centrale (Ksar Belezma, Cheddi) qui est caractérisée par une vulnérabilité moyenne à forte $120 < Id < 155$, elle est représentée par une couleur orange.

L'indice moyen à fort de vulnérabilité observé peut s'expliquer par le fait que l'aquifère possède dans cette partie une pente très faible de 2.8, favorisant ainsi une recharge plus importante de la nappe.

Les niveaux aquifères captés sont constitués de galets, graviers et sables communicant entre les niveaux aquifères superficiels (sables-argileux).

Les teneurs des nitrates (NO_3^-) sont élevées, elles varient de 90,88 mg/l à 96,76 mg/l.

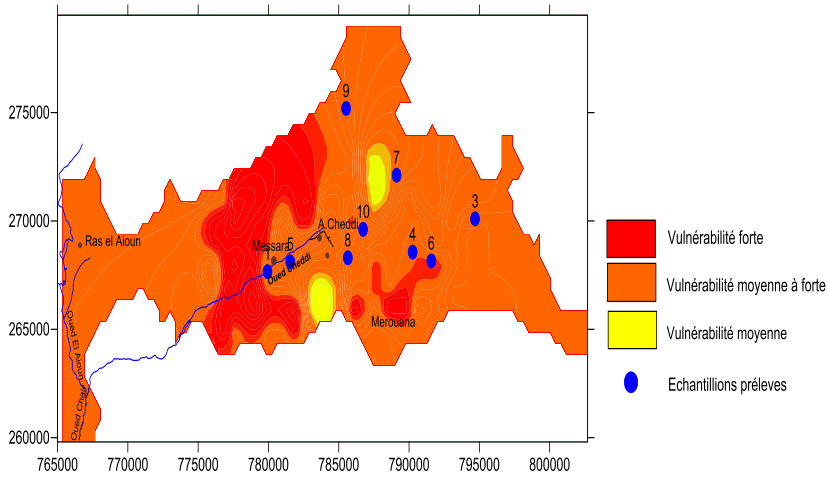


Figure 6 : Carte de vulnérabilité à la pollution de la nappe de Ksar Belezma.

VALIDATION DE LA CARTE DE VULNERABILITE A LA POLLUTION

La détérioration de la qualité de l'eau souterraine est appréciée par les mesures des paramètres physico-chimiques et bactériologiques (Aller, L., Lehr, J. H., 1987). La validité de la méthode DRASTIC peut être vérifiée en se basant sur des données chimiques des eaux souterraines.

Dans la validation des cartes de vulnérabilité, les zones réellement contaminées doivent correspondre à celles où les indices de vulnérabilité sont les plus élevés. Une zone vulnérable peut également avoir un faible indice de vulnérabilité du fait que la notion de vulnérabilité n'est pas synonyme d'une pollution actuelle mais plutôt d'une prédisposition de ces zones à une contamination éventuelle, si rien n'est entrepris pour les protéger.

La validation de la carte de vulnérabilité de la nappe de Ksar Belezma a porté sur l'analyse physico-chimique des eaux de cette nappe.

CONCLUSION

La carte de vulnérabilité intrinsèque de la nappe réalisée à partir de la méthode DRASTIC a révélé une grande tendance de la vulnérabilité à la pollution de la nappe de la région.

Trois grandes classes de vulnérabilité ont été mises en évidence (moyenne, élevée et très élevée). La classe la plus dominante est la classe moyenne à forte et correspond à une protection hydrogéologique incertaine des eaux souterraines en considérant l'échelle de vulnérabilité hydrogéologique.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALLER, L., LEHR, J. H., PETTY, R., (1987). - DRASTIC: A standardized system for evaluating ground water Pollution potential using hydrogeologic settings. National Water Well Association, Rapport EPA-600/2-87-035, 622 p.
- ANRH (2013).- Données pluviométriques, Batna, Algérie
- BELLION, Y. J. (1972)- Etude géologique et hydrogéologique de la terminaison occidentale des Monts de Belezma (Algérie), Thèse Doct,3eme Cycle, Univ Paris6 221p.
- BEZELGUES, S., DES GARETS, E., MARDHEL, V., (2002).- Cartographie de la vulnérabilité de Grand-Terre et de Marie-Galatie (Guadeloupe). Phase 1 : méthodologie de détermination de la vulnérabilité, 45 p.
- C.G.G, (1969).- étude par prospection géophysique dans la plaine de Belezma. Ministère de l'hydraulique, DHW de Batna, Algérie, 23 p.
- DHW, (2013)-coupes lithostratigraphiques des sondages,Batna, Algérie.
- MENANI, M.R., (1991).-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. Sciences et changement planétaires / sécherese, vol. 12(2) : 95-101.
- VILA, J. M., (1977).-Carte géologique de l'Algérie au 1/50 000, feuille n°172, Merouana, avec notice explicative détaillée (levés de S. Guellal). Serv. Carte géol Algérie/SONATRACH.