

Chapitre III

Etude de la vulnérabilité de la nappe de Boussaâda

Introduction

Dans cette partie nous allons rapporter les travaux pratiques relatifs à l'étude de la vulnérabilité de la nappe de Bou Saada. On commencera par développer les moyens et les méthodes utilisées dans notre travail.

La méthode GOD a été adoptée. Cependant La méthode DRASTIC aurait été souhaitable si les données utilisées par cette méthode étaient disponibles. On se contentera donc de la méthode GOD qui donne une approche plus simpliste que la méthode DRASTIC.

Le système d'information géographique utilisé est le logiciel MapInfo + verticiel Mapper qui reste un outil très puissant dans l'analyse spatial.

1. Matériel et méthode

Pour la cartographie de la vulnérabilité des eaux souterraines de notre région d'étude, nous allons adopter la méthode GOD. Pour ce faire on utilisera les données suivantes :

- ✓ La carte de la profondeur de la nappe (carte des isobathes) digitalisée dans le SIG
- ✓ La carte topographique digitalisée à partir des cartes au 50 000 des feuilles partielles de Bous Saada et Ain Disse.
- ✓ La carte d'occupation du sol digitalisée sur Google Earth
- ✓ Les logs stratigraphiques des forages situés dans la région d'étude
- ✓ Les coupes géologiques de la littérature

La cartographie de la vulnérabilité des eaux souterraines a nécessité la mise en place d'un Système d'Information Géographique. En effet toutes les données utilisées dans cette étude ont été intégrées dans un SIG supporté par le logiciel MAPINFO. Ce SIG est constitué de données diverses, géo-référencées dans le même système, ce qui a permis le traitement de l'information

(tris, sélections, analyses thématiques, etc.). Le croisement des différentes cartes a permis par ailleurs de dresser la carte de vulnérabilité à la pollution des eaux souterraines.

Pour cartographier la vulnérabilité de notre région d'étude avec la méthode GOD, trois cartes de base sont nécessaires :

- ✓ La carte du type d'aquifère (**G**roundwater occurrence) Ci
- ✓ La carte des caractéristiques de l'aquifère (**O**verall aquifer class) Ca
- ✓ La carte de la profondeur de la nappe (**D**epth of water table) Cp

Chacune des trois cartes fera l'objet d'une préparation selon les données disponible.

1.1 Procédure de générations des cartes :

Pour établir les carte du type d'aquifère (son degré de confinement) et la carte des caractéristiques de l'aquifère, on va se référer aux logs stratigraphiques des forages disponibles dans la région d'étude avec l'aide de quelques coupes géologiques. Les données ponctuelles Forage et points ajoutées grâce aux coupes géologiques seront interpolés avec Vertical Mapper dans le logiciel Mapinfo.

Pour exprimer les différents degrés de confinement de l'aquifère nous avons eu recours aux logs stratigraphiques des forages situés dans la région. A noter que cette méthode est employé en même temps que pour la carte caractéristique de l'aquifère.

Le degré de confinement concerne la zone non saturée alors que le type d'aquifère concerne la zone saturé. Le niveau piézométrique nous permet de séparer l'aquifère « zone saturée » de la zone non saturée.

Les descriptions stratigraphiques des logs des forages sons d'abord portées sur une feuille de calcule. Les terrains son ensuite classée selon leur perméabilité relatives en utilisant un code couleur approprié. (Voire Annexe)

Les différentes couleurs sont ensuite affectées d'un indice marquant leurs degrés de perméabilité allant des terrains les plus perméables à celles qui le sont le moins.

La notation de chaque zone est obtenue en faisant la somme des indices affectés aux terrains relativisés par leurs épaisseurs respectives pour donner une image fiable du degré de perméabilité de chaque couche.

Les notes obtenues pour chaque forage et chaque zone sont ensuite portées sur le SIG pour être interpolées à l'aide du logiciel Vertical Mapper. Ce qui nous permet de générer les deux cartes «type d'aquifère » et « caractéristiques de l'aquifère ».

1.2 La Carte du type d'aquifère (Ci)

Les différentes classes de terrains obtenues par interpolation sont ensuite notées selon la méthode GOD dans le SIG. Chaque classe de terrain est affectée d'une note Ci exprimant son degré de confinement (Voire Tableau 31 et figure 31)

Tableau 3.1 Notation de la carte « Type d'aquifère »

Degrés de confinement	note Ci
Très Grand degrés de confinement	0
	0,1
	0,2
	0,3
	0,4
	0,5
	0,6
	0,7
	0,8
	0,9
Très faible degrés de confinement	1

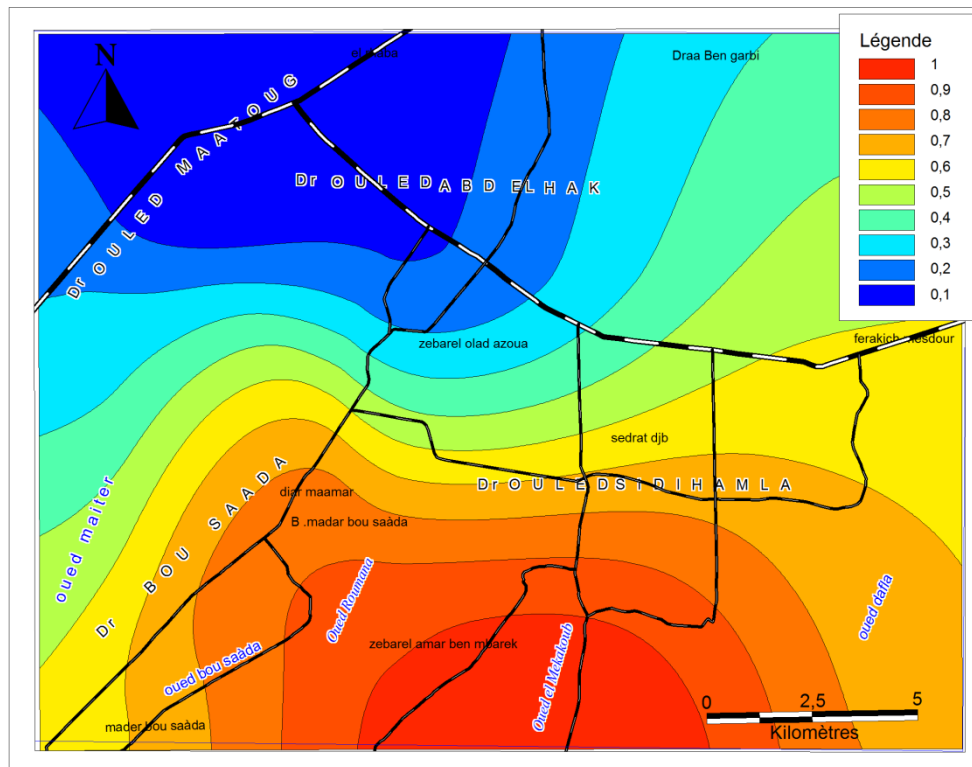


Figure 3.1 Carte du type d'aquifère (Ci)

1.3 La carte des caractéristiques de l'aquifère (Ca)

Les différentes classes de terrains obtenues par interpolation sont ensuite notées selon la méthode GOD dans le SIG. Chaque classe de terrain est affectée d'une note Ca exprimant son degré de perméabilité (Voire Tableau 32 et figure 32)

Tableau 3.2 Notation de la carte « Caractéristiques de l'aquifère »

Caractéristique de l'aquifère	note Ca
Perméabilité élevée	0,1
	0,2
	0,3
	0,4
	0,5
	0,6
	0,7
	0,8
	0,9
Perméabilité faible	1

25-30	0,4
30-35	0,3
35-40	0,2

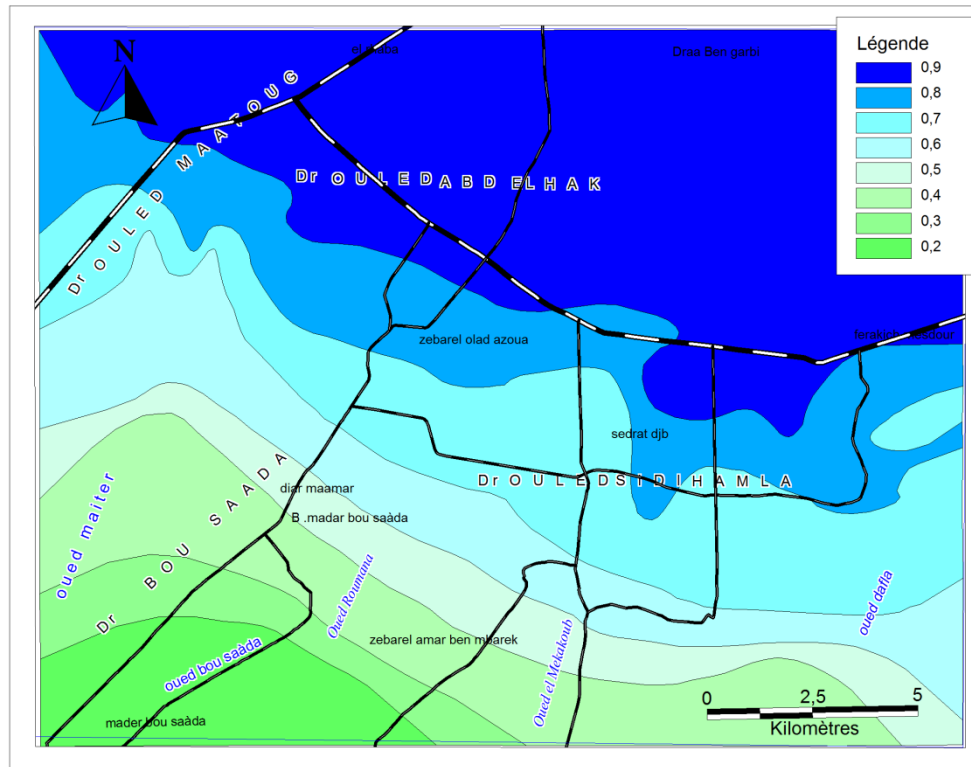


Figure 3.3 Carte des profondeurs de la nappe (Cp)

2 Cartographie de la vulnérabilité GOD

Afin de calculer l'indice GOD et d'établir la carte de vulnérabilité GOD finale il faut discrétiser les cartes précédentes dans une grille matricielle. La grille utilisée dans notre cas utilise un maillage carrée de 200 m de coté, cette précision nous paraît suffisante devant la précision des donnée et l'échelle avec laquelle nous travaillons. Ce qui nous donne au total 60179 mailles réparties sur une superficie de 365.5m².

L'indice GOD est ensuite calculé sur une colonne réservée pour ce résultat. La carte de vulnérabilité GOD finale est obtenue en faisant une analyse thématique par classes (même

nombre d'amplitude). La carte obtenue montre clairement le découpage des zones selon les classes de vulnérabilités utilisées. Il s'agit ici de 5 classes réparties selon le tableau 3.4 ci-dessous.

Tableau 3.4 Notes et classes de la carte de vulnérabilité GOD.

Vulnérabilité COD	Note GOD
vulnérabilité très forte	331,381
vulnérabilité forte	108,442
vulnérabilité moyenne	47,487
vulnérabilité faible	26,281
vulnérabilité très faible	12,608

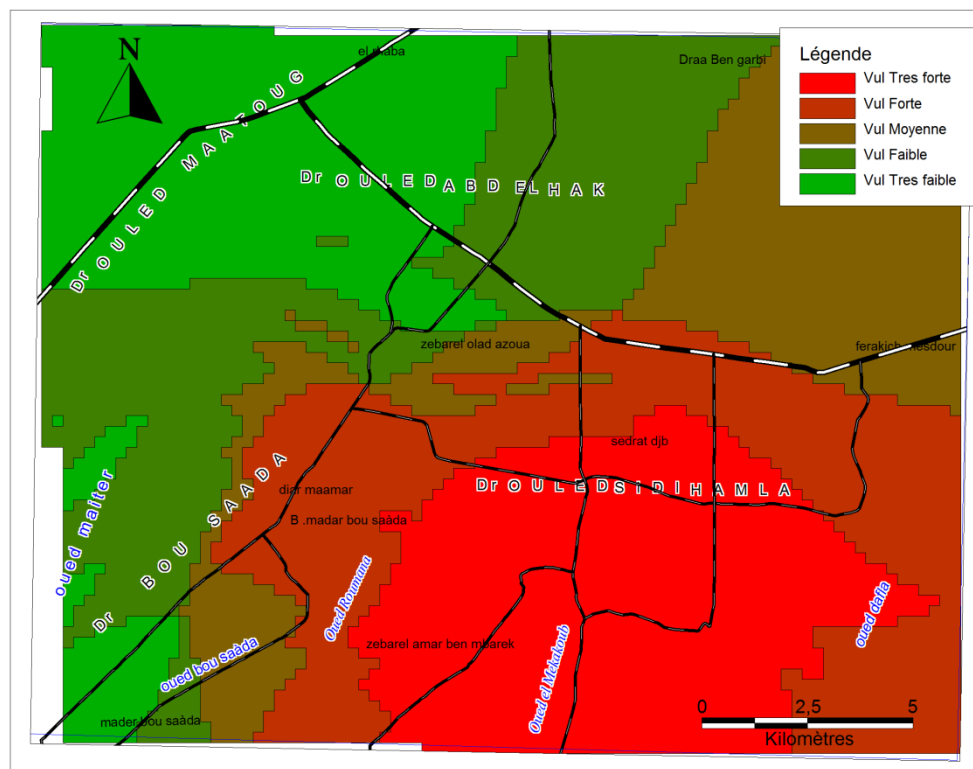


Figure 3.4 Carte de vulnérabilité GOD

3. Interprétation de la carte GOD

La carte de vulnérabilité GOD obtenue pour la nappe de Boussaâda montre Une zone de très forte vulnérabilité située au sud- est de la région d'étude. La vulnérabilité diminue en allant vers le Nord et l'Ouest. Au Nord-ouest la vulnérabilité devient Très faible marquant une zone où la nappe semble à l'abri d'une pollution éventuelle.

Les taux de couverture de la vulnérabilité en tant que surfaces se présentent come suit :

- ✓ Zone de très faible vulnérabilité : 20.25% de la surface totale
- ✓ Zone de faible vulnérabilité : 19.97% de la surface totale
- ✓ Zone de moyenne vulnérabilité : 19.32% de la surface totale
- ✓ Zone de forte vulnérabilité : 19.50% de la surface totale
- ✓ Zone de très forte vulnérabilité : 20.96% de la surface totale

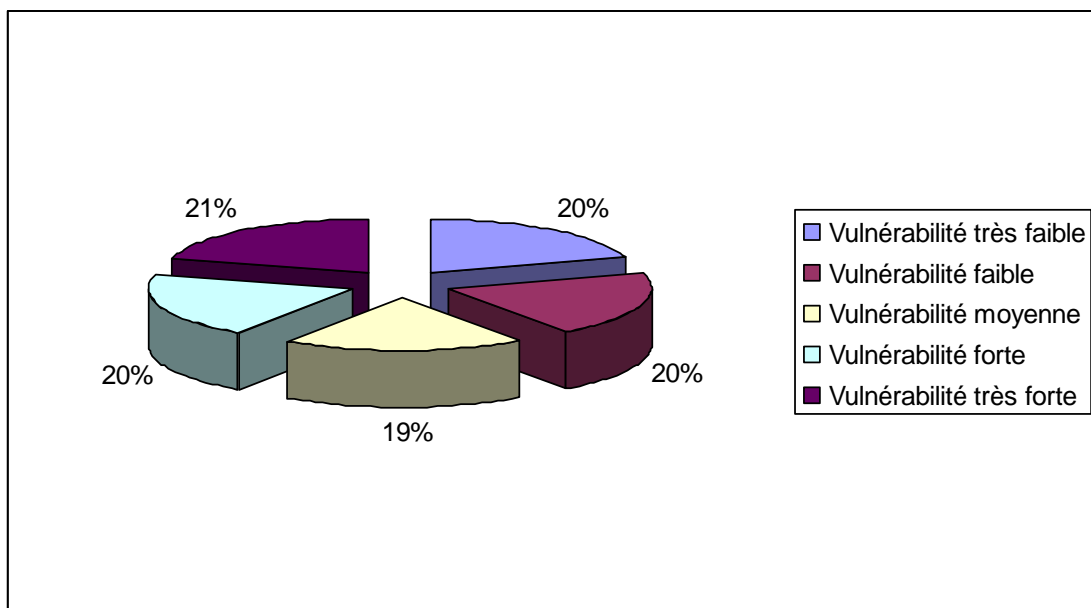


Figure 3.5 Répartition des aires de vulnérabilité

4 Analyse des risques

La carte de vulnérabilité obtenue par cette méthode ne reflète que le degré de vulnérabilité de la nappe. Elle n'indique en aucun cas que la nappe est polluée en un endroit quelconque. C'est une carte préventive. Afin de compléter cette étude on doit analyser s'il ya ou non des risques pour que la nappe soit polluée. On prendra pour ce faire deux critères :

- ✓ La pollution par l'activité agropastorale
- ✓ La pollution par les rejets des eaux usées

Pour étudier le risque de pollution agropastorale on doit d'abord digitaliser dans le SIG la carte d'occupation du sol d'une part et le cheminement des cours d'eau pour étudier le risque de pollution par les eaux usées.

4.1 Risque de pollution agropastorale

La superposition de la carte de vulnérabilité et celle de l'occupation du sol nous permet de faire les constatations suivantes. Voir figure X ci-dessous.

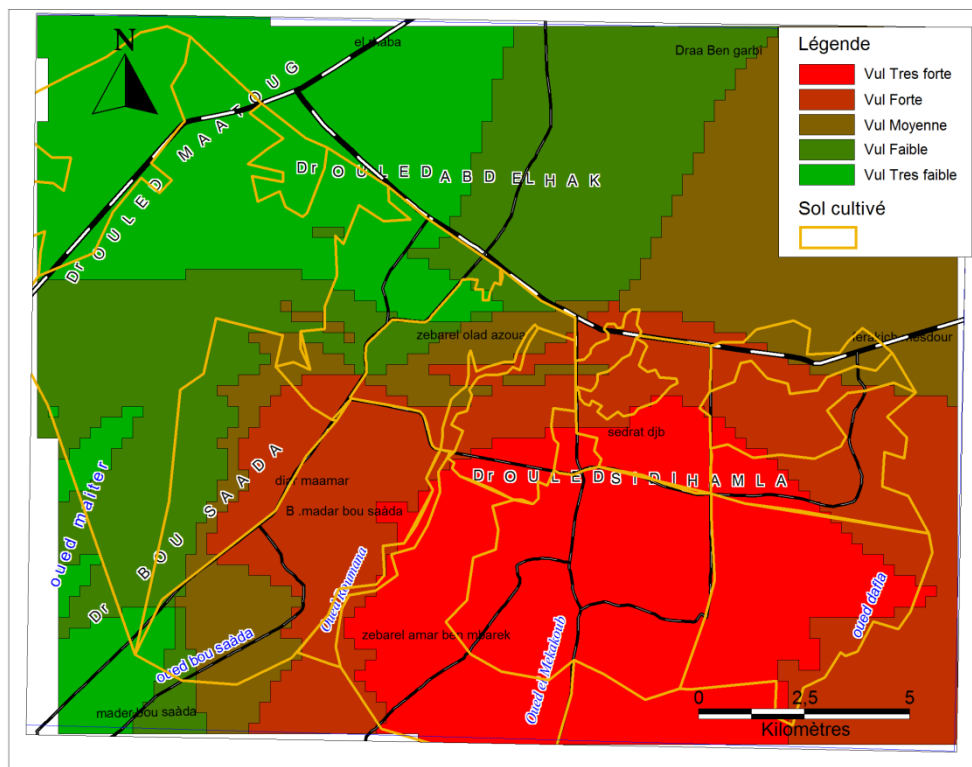


Figure 3.6 Carte des risques de pollution par les activités agropastorales

On constate d'autre part que la zone de très forte vulnérabilité coïncide avec la zone la plus cultivée ce qui représente un fort risque de contamination de la nappe avec les fertilisants et les produits phytosanitaire utilisé par les agriculteurs

4.2 Risque de pollution par les rejets d'eaux usées

En a qui concerne les risques de pollution par les eaux usées on constate les observations suivantes :

Oued Maiter passe par une zone très peu vulnérable. La nappe est bien confinée de ce coté et les risques de pollution par ce cours d'eau sont très faibles.

Oued Boussaâda et très pollue il passe par troue zone respectivement très peu, peu et moyennement vulnérable il ne présente pas de grand risque de pollution mais celle-ci peut évoluer lentement dans le temps

Oued Romana passe par Une zone de forte et très forte vulnérabilité il présente donc un grand risque de pollution

Oued el Mekakoub se déverse dans la zone de très forte vulnérabilité et contribue aussi à augmenter les risque de pollution de la nappe

Oued Oueltem et Oued Defla déversement aussi leurs eaux dans la zone de très forte vulnérabilité cependant leurs débit sont très faible et ne comportent pas d'agglomération a l'amont ce qui diminue relativement le risque de pollution de leurs cotés.

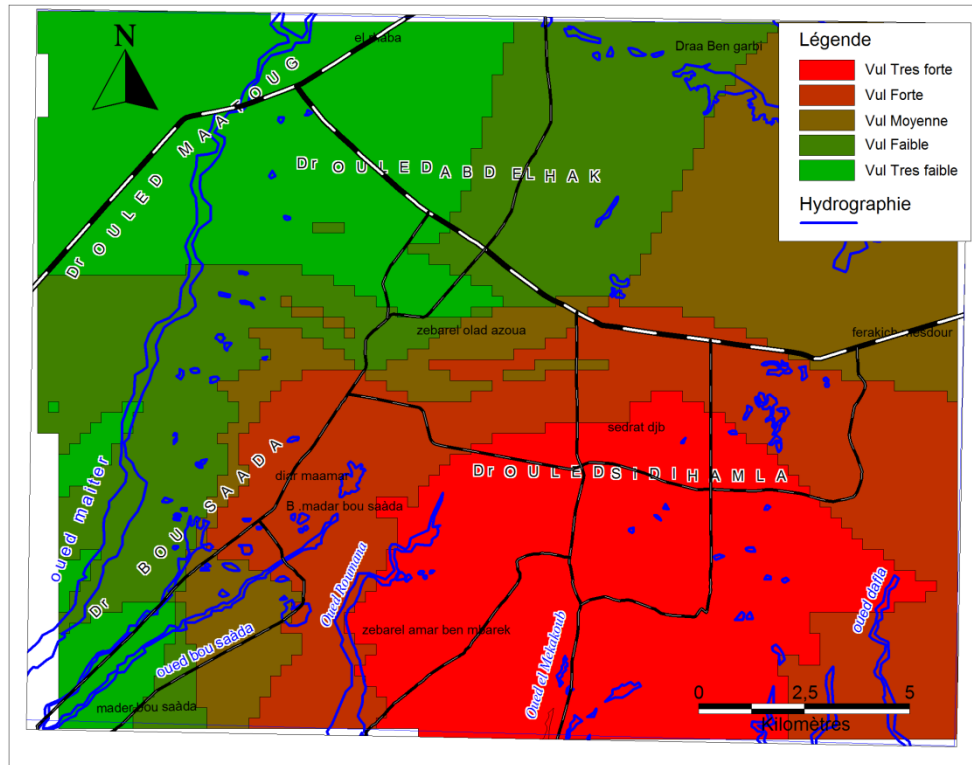
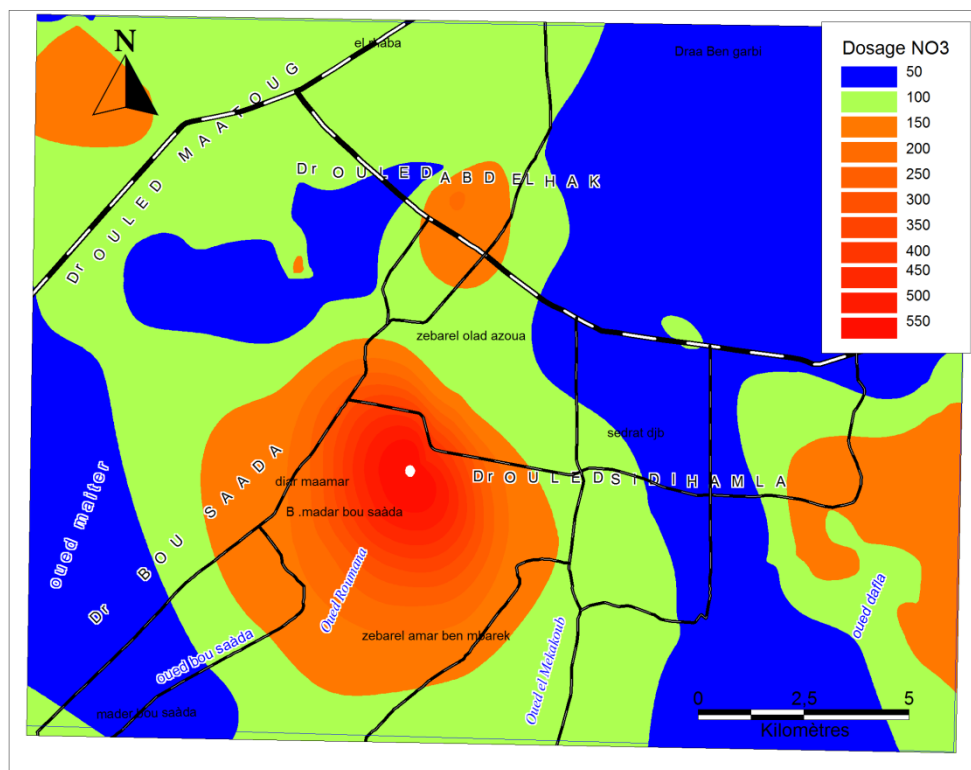


Figure 3.7 Carte des risques de pollution par les eaux usées

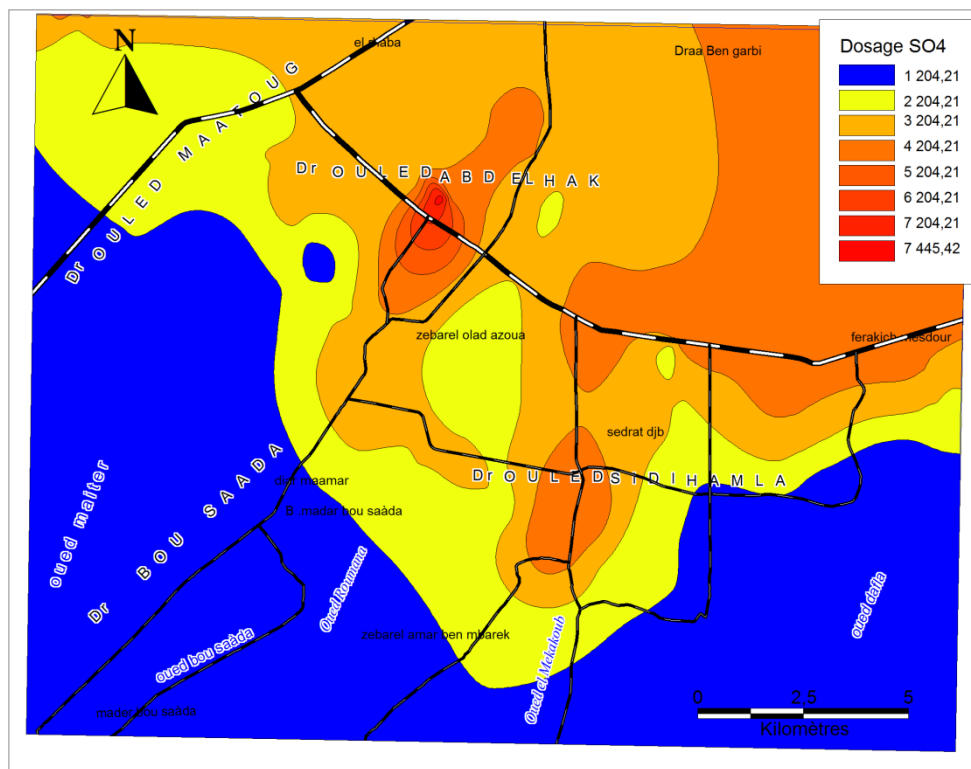
Afin de valider notre étude on va se référer aux analyses chimiques des forages de la région. On prendra Deux paramètre le dosage du NO_3 et du SO_4 qui ne peuvent provenir que des hypothèses des risques énoncées ci-dessus.

Pour ce faire on a utilisé Vertical Mapper pour l'interpolation des deux paramètres NO_3 et SO_4

Les cartes de répartition des dosages de ces deux paramètres apparaissent dans les figures 37 et 38 ci-dessous



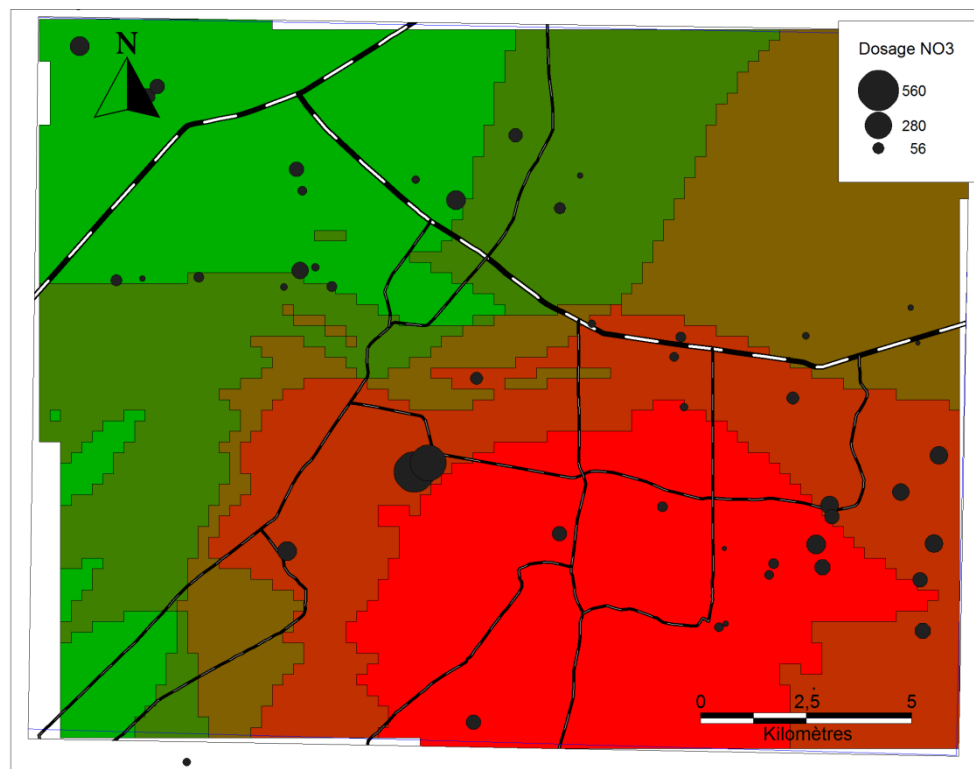
Figures 3.8 Carte du dosage du NO3



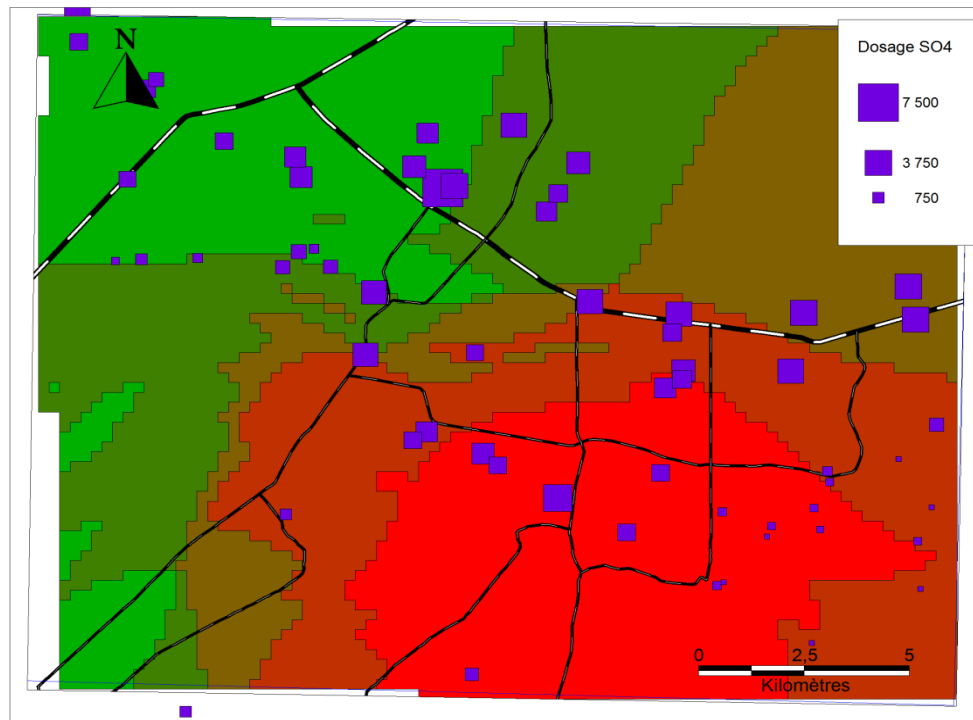
Figures 3.9 Carte du dosage du SO4

Une analyse thématique des dosages du NO₃ et Du SO₄ nous permet de voir clairement la localisation des fortes doses et par conséquent d'affirmer si l'étude cartographique de la vulnérabilité coïncide ou non avec la réalité. Les cartes de la figure X et X ci-dessous nous permet de distinguer les remarque suivantes :

En ce qui concerne le Dosage du NO₃ et dans une moindre mesure le dosage du SO₄ on voit clairement que la zone de très forte vulnérabilité est déjà atteinte par la pollution Ce qui confirme les informations de la carte GOD



Figures 3.10 Carte de pollution par le NO₃



Figures 3.11 Carte de pollution par le SO4

Conclusion

Cette étude nous a permis de dresser la carte de vulnérabilité GOD de la nappe de Bou Saada où on distingue une forte vulnérabilité dans la zone Sud et tenant environs 21 % de la surface totale étudiée. Les autres classes de vulnérabilité sont à peu près également réparties.

La vulnérabilité en elle-même ne veut pas dire systématiquement que la nappe est polluée ou non ; pour cela l'analyse des risques de pollution montrent que les activités agropastorales d'une part et le rejet des eaux usées d'autre part présentent un risque réelle dans la zone de très forte vulnérabilité.

Aussi les données d'analyse chimiques montre qu'effectivement la nappe présente un fort dosage de NO3 et en moindre mesure de SO4.

Ces cartes présentent un réel intérêt pour la gestion de la nappe à l'avenir et permettent de prendre des mesures afin d'empêcher la pollution de se propager dans la nappe en créant des aires de protection à l'endroit des zones de forte vulnérabilité.