



N° Ref :.....

Centre Universitaire de Mila

Institut des Sciences et de Technologie

Département de sciences et Technique

**Projet de Fin d'Etude préparé En vue de l'obtention du diplôme
LICENCE ACADEMIQUE
en Hydraulique
Spécialité : Sciences Hydrauliques**

Thème

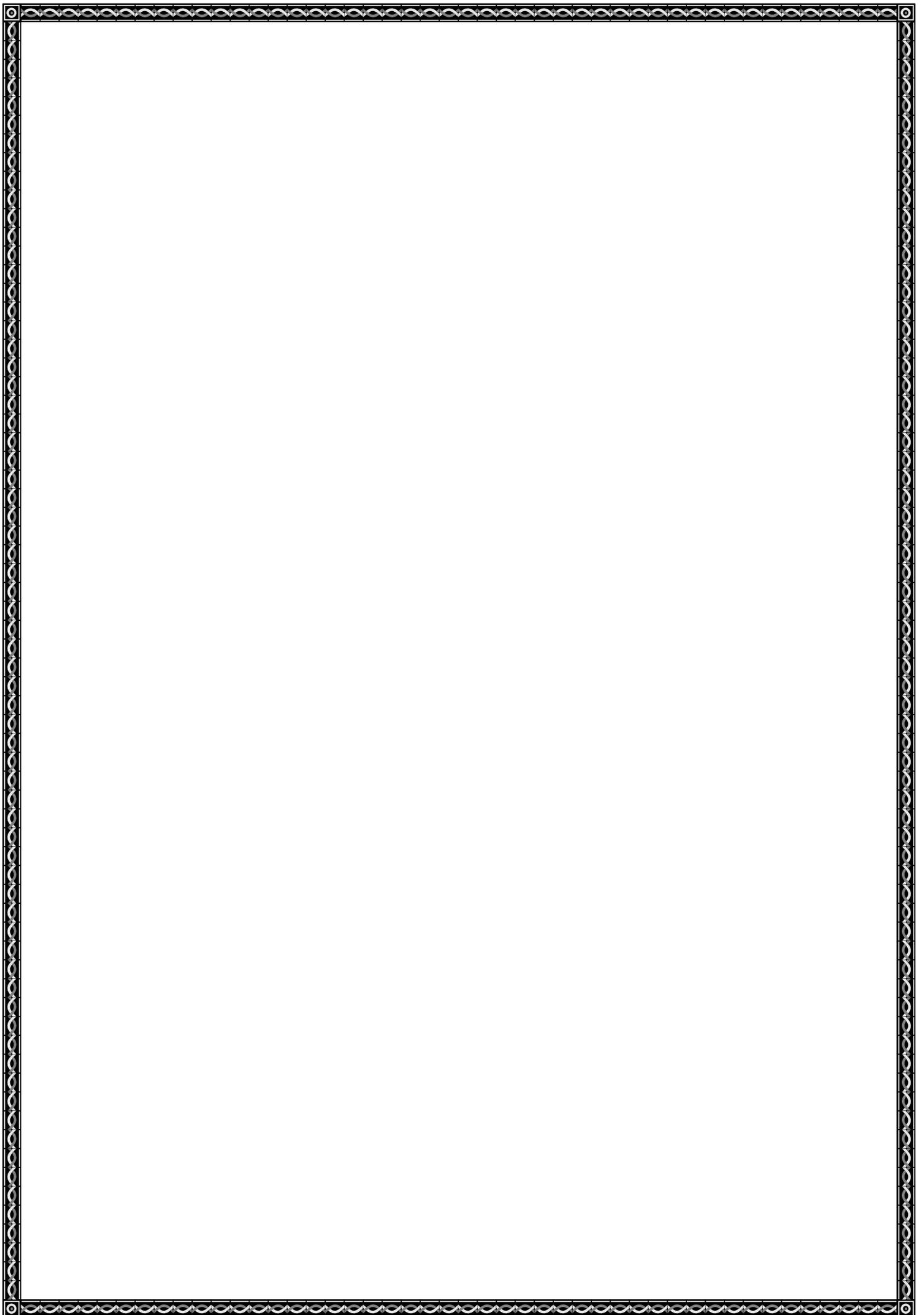
**Cartographie des caractéristiques physico chimiques
des eaux souterraine par un système SIG cas de la
wilaya Djelfa**

Préparé par :

- Ahriche Abdou
- Boutrah Massaoud
- Hamrouche Abdelmalek
- Dembri Hamza

Dirigé par :

Mr : koussa Mailoud



REMERCIEMENTS

Après avoir rendu grâce à ALLAH Seigneur des mondes, Nous adressons nos sincères à tous ceux qui de près ou de loin ont contribué à l'aboutissement de ce travail.

Mes remerciements vont tout particulièrement à mon encadreur, Monsieur Koussa Mailoud, enseignant au département d'hydraulique de centre universitaire de Mila, pour l'aide précieuse qu'il m'a apportée, pour ses conseils éclairés, sa patience et ses encouragements tout au long de ce travail. Mes remerciements vont à ma famille qui m'a énormément soutenu et aidé à surpasser les moments difficiles.

Enfin, nous adressons nos plus sincères remerciements à tous nos proches et amis et aussi nos collègues de l'étude, qui nous ont toujours encouragées au cours de la réalisation de ce mémoire.

Merci à tous et à toutes.

Au Nom d'Allah Le Miséricordieux et Le Clément :
«Et nous avons fait de l'eau toute chose vivante»

Dédicace

Je dédie ce travail :

A ma mère mon père mes sœurs et mes frères

A toutes les familles Ahriche et Boutrah et
Dembré et Hamrouche

A tous mes amis

A toute ma promotion de l'hydraulique

A tous ceux que j'aime

SOMMAIRE

CHAPITRE I : Présentation de la zone d'étude

I.1 Présentation de la zone d'étude	2
I .1.1 Situation géographique	2
I .1.2 Contexte Géologique	3
I.1.3 Contexte Structura	4
I.1.4 Le climat	5
I.2 Ressources hydrologiques de la Wilaya	5
I.2.1 Aspect hydrologique et exploitation des eaux souterraines	5

CHAPITRE II : Système d'information géographique(SIG)

II .1. Introduction	6
II.2. L'information géographique	6
II.2. Système d'information géographique(SIG)	6
II.2.1 .Définition	6
II.2.2.Concepts d'un SIG	7
II.2.3.Typologie des SIG	8
II.2.4.Domaine d'application des (SIG)	10
II.2.5.Approche par domaine d'application	10
II.2.5.1.L'agriculture et l'agroforesterie	10
II.2.5.2. L'environnement	10
II. 2.5.3.L'analyse des écosystèmes	11
II.2.6.Composantes d'un SIG	11
II.2.6.1.Matériel	11
II.2.6.2.Logiciel	11
II.2.6.4. Personnes	11
II.2.6.5. Méthodes	12

II .3. Fonctionnement des SIG	12
II.3.1.Archivage	12
II.3.2.Acquisition	12
II.3.3.Abstraction	13
II.3.4.Analyse	13
II.3.5.Affichage	13
II.4.Présentation des logiciels utilisés	14
II. 4.1. Présentation du logiciel arcgis 9.3	14
II.4.1.1. ArCatalog	15
II.4.1.2.ArcMap	15
II.4.1.3.ArcToolbox	15
Conclusion	16

CHAPITRE III : Paramètres physico-chimiques des eaux

Introduction	17
III.1. Etude des caractéristiques physique et chimiques de l'eau	17
III.1.1. Paramètres physiques	17
III.1.1.1. Conductivité électrique	17
III.1.1.2. Potentiel hydrogène (ph)	18
III.1.1.3. Température	18
III.1.1.4. Turbidité	18
III.1.1.5. Résidus secs	19
III.1.2. Paramètres chimiques	19
III.1.2.2. Cations	19
III.1.2.2.1. Calcium(Ca^{2+})	19
III.1.2.2.2. Magnésium (Mg^{2+})	19
III.1.2.2.3. Potassium (K^+)	19
III.1.2.2.4. Sodium (Na^+)	20
III.1.2.1 Anions	20
III.1.2.1.1. Bicarbonates et carbonates	20

III.1.2.1.2. Chlorures	20
III.1.2.1.3. Nitrates (NO ₃ ⁻) et Nitrites (NO ₂ ⁻)	20
III.1.2.1.4.Sulfates (SO ₄ ²⁻)	20
III.2. Eaux potables	21
III.2.1.Paramètres physico-chimiques	21
III.2.1.1 La couleur	21
III.2.1.2 Température	21
III.2.1.3 Odeur	21
III.2.1.4 Titre hydrotimétrique ou dureté totale	21
III.2.1.5 TDS (Total dissolvedsolids ou matières dissoutes totales)	22
III.2.1.6 Conductivité	22
III.2.1.7 PH	22
III.2.1.8 nitrates	22
III.2.1.9 Nitrites	23
III.2.1.10 chlore	23
III.2.1.11 Oxygène dissous	23
III.2.1.12 normes d'interprétation d'une analyse d'eau	23

Chapitre IV : Résultats et discussion des données

Introduction	25
VI.1. Cartographie des paramètres physiques	25
VI.1. Cartographie des paramètres chimiques	25
VI.1. 1. Cations	25
VI.1.1. 1.Calcium (Ca)	25
VI.1.1.2. Potassium (K)	26
VI.1.1.3. Magnésium (Mg)	27
VI.1.1.4. Sodium (Na)	28
VI.1.2. Anions VI.1. 1	29
VI.1.2.1. Chlorures (Cl)	29

VI.1.2.2. Bicarbonates (HCO_3)	30
VI.1. 2.3. Sulfates (SO_4)	31
VI.1. 2.4. Nitrates (NO_3)	32

Liste des figures

Figure N°01 : Situation géographique de Djelfa	1
Figure N°02 : Contexte géologique de Djelfa	3
Figure N°03 : Fonctionnalité d'un SIG	14
Figure N°03 : carte de répartition de la teneur en calcium	25
Figure N°04 : carte de répartition de la teneur en Potassium	26
Figure N°05 : carte de répartition de la teneur en Magnésium	27
Figure N°06 : carte de répartition de la teneur en Sodium	28
Figure N°07 : carte de répartition de la teneur en Chlorure	29
Figure N°08 : carte de répartition de la teneur en Bicarbonates	30
Figure N°09 : carte de répartition de la teneur en Sulfates	31
Figure N°10 : carte de répartition de la teneur en Nitrates	32

Liste des tableaux

Tableau N°1 : Typologie des SIG	8
Tableau N°02 : la conductivité et le degré de minéralisation	17
Tableau N° 03 : Classification des eaux d'après leur Ph	18
Tableau N°04 : classes de turbidité usuelles (NTU, nephelometricturbidity unit)	19
Tableau N° 05 : Norme d'interprétation d'une analyse d'eau pour la production de plantes annuelles	24

Introduction générale

Introduction

Au fur et à mesure qu'elles se raréfient, les ressources en eau requièrent une gestion toujours plus précise qui réduise au minimum les pertes et les usages non productifs de l'eau. Une telle gestion nécessite une connaissance toujours plus détaillée des différents éléments du bilan d'eau et des processus hydrogéologiques: la ressource et la demande, leur distribution spatiale et temporelle et leur qualité, les pertes, leur impact sur la qualité de l'eau, ainsi que toutes les actions anthropiques qui peuvent avoir une influence sur le bilan d'eau.

pour autant qu'il soit possible d'évaluer correctement la qualité des eaux. dans de nombreuses régions, un potentiel inexploité qui peut dans certains cas représenter bien plus que les ressources additionnelles encore disponibles. Or, l'information nécessaire à l'évaluation de ces pertes fait cruellement défaut à tous les niveaux, depuis l'exploitant jusqu'aux instances nationales et régionales. Cette situation a comme conséquences qu'il devient particulièrement difficile pour les organismes chargés de la planification et de la gestion des ressources en eau, d'évaluer les potentialités réelles d'amélioration de l'utilisation de l'eau. Dans un contexte de rareté croissante, l'information devient un élément déterminant dans la recherche d'une gestion efficace de l'eau, particulièrement dans le domaine de la consommation domestique. La situation actuelle, les enjeux et problèmes conceptuels, techniques et institutionnels, ainsi que les perspectives futures sont présentés dans le présent travail, en utilisant le SIG comme outil pour la gestion et la planification des ressources en eau dans ce secteur.

En effet, les Systèmes d'Informations Géographiques (SIG) se présentent actuellement parmi les meilleures techniques d'aide à la décision par leurs grandes capacités cartographiques, d'analyse spatiale des phénomènes naturels et d'interprétation.

Ces technologies représentent un atout considérable dans la recherche d'une gestion appropriée des ressources en eau. Encore faut-il que les utilisateurs soient en mesure d'y avoir accès et d'en assurer la gestion et l'entretien, notamment pour ce qui concerne la collecte de l'information de base.

Le but de notre travail est de présenter un outil de prise de décision qui peut permettre d'établir des cartes numérisées de la qualité des eaux souterraines .

Chapitre I

Présentation

de la zone

d'étude

I Présentation de la zone d'étude :

I.1 Situation géographique :

Wilaya de Djelfa est située dans la partie centrale de l'Algérie du Nord au-delà des piémonts Sud de l'Atlas Tellien en venant du Nord dont le chef-lieu de Wilaya est à 300 kilomètres au Sud de la capitale Elle est comprise entre 2° et 5° de longitude Est et entre 33° et 35° de latitude Nord La Wilaya de Djelfa est limitée: Fig N°1

- * Au Nord par les Wilayas de Médéa et de Tissemsilt
- * A l'Est par les Wilayas de M'Sila et Biskra
- * A l'Ouest par les Wilayas de Laghouat et de Tiaret
- * Au Sud par les Wilayas d'Ouargla, d'El Oued et de Ghardaïa



Figure N°01 :Situation géographique de Djelfa

I.2 Contexte Géologique :

Dans le cadre géologique régional, la structure actuelle de l'Algérie du nord est due aux mouvements orogéniques hercyniens et Alpines. Ces manifestations tectoniques ont permis l'individualisation des grands ensembles géologiques, tel que l'Atlas saharien auquel appartient notre secteur d'étude. Dans le synclinal de Djelfa, la série sédimentaire s'étend du Trias au Quaternaire, Le Trias est représenté par des argiles gréseuses couleur lie de vin, des schistes versicolores et des marnes bariolées avec quelques inclusions de conglomérats. Il affleure dans les diapirs liés à des accidents tectoniques. Le plus important de ces diapirs est le « Rocher de sel » situé à une vingtaine de kilomètres au nord de Djelfa. Des études géochimiques de ce faciès évaporitique (CHIBANE B. & al 2002, ANRH) ont montré qu'il est riche en gypse ou anhydrite et en sels potassiques. Le Crétacé est bien développé dans les régions de Djebel Senalba, Djebel Aissa et Djebel Houas. Il est représenté par des calcaires, des marnes et des grès. Il affleure parfois dans certains endroits du synclinal et parfois atteint par les forages profonds (Guettara, Hassi Bahbah et Feidh-el-botma). Le Barrémien est formé d'alternances de grès et d'argiles gréseuses rouges avec une stratification entrecroisée fréquente. Les diaclases et les fissures sont nombreuses. Il constitue avec son épaisseur qui peut aller jusqu'à 2000 mètres un aquifère productif. Les marnes de l'Aptien (100 à 200m) constituent le mur de l'important aquifère de l'Albien inférieur. Il est représenté par des grès massifs fins. Le Crétacé s'achève par des calcaires et marnes en alternances et de lentilles de gypses assez fréquentes vers la partie sommitale du Sénonien séparant ainsi l'aquifère Turonien de l'aquifère Mio-plio-quaternaire. Le Turonien d'une épaisseur moyenne de 450 mètres est composé de bancs de calcaires durs. Ces calcaires sont très diaclasés et fissurés avec des figures de dissolution. Le Turonien s'achève par des calcaires en plaquettes et des gypses.

Le Mio-plio-quaternaire est en générale un faciès conglomératique issue de dépôts

torrentiels ou de chenaux d'oueds. Il constitue le réservoir superficiel de la région le plus sollicité par les paysans ; son épaisseur est très variable (2 à 50m)

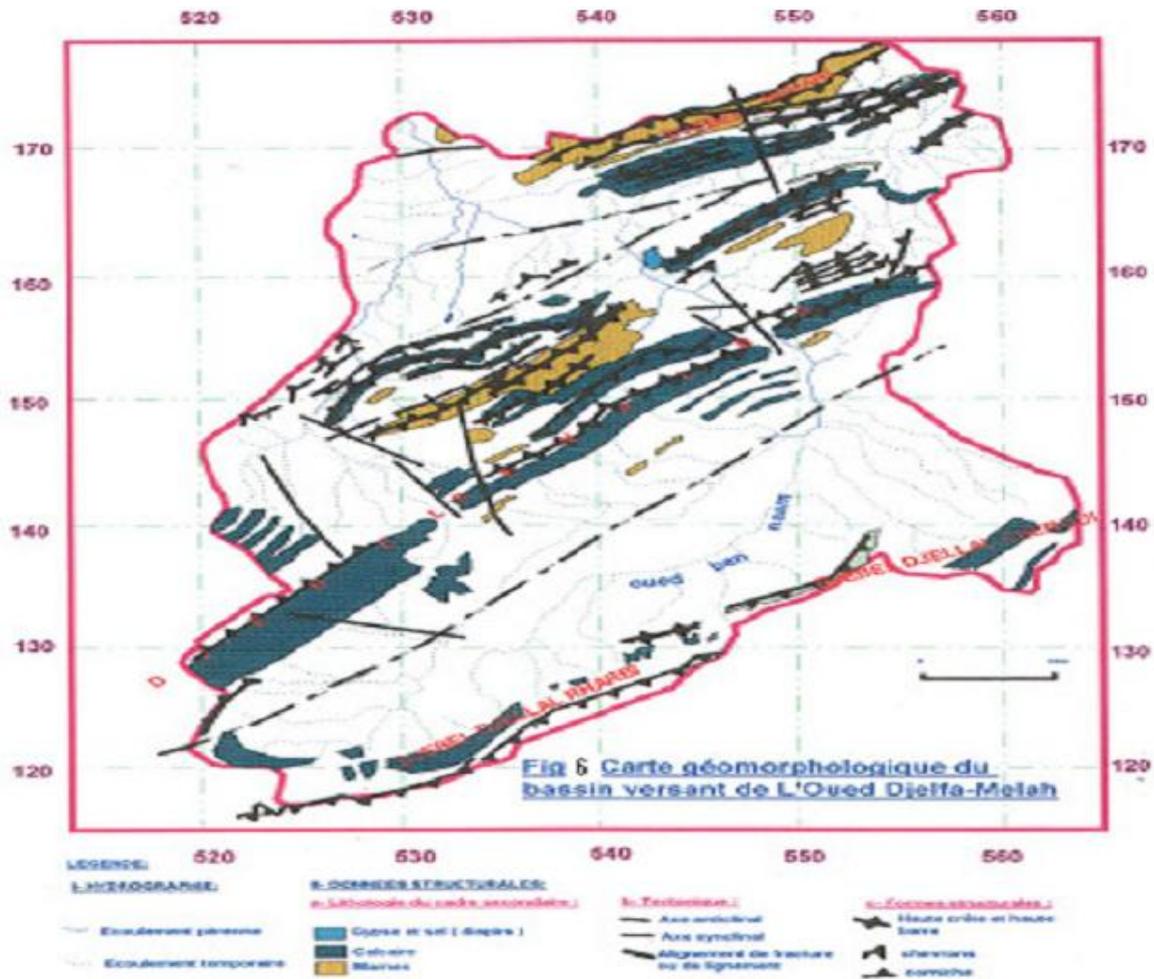


Figure N°02 Contexte géologique de Djelfa

I.3 Contexte Structural :

Les principaux plissements du tertiaire ont engendré les structures géologiques des monts des Ouleds- Naïl avec une ossature crétacée. Ils sont plissés selon une direction SW-NE. La partie centrale du Etude hydrochimique et Approche Isotopique en Région semi-aride: cas du Synclinal de Djelfa (Algérie) synclinal correspond à une vaste cuvette d'axe SW-NE. Elle est comblée par des dépôts continentaux du Néogène et du quaternaire discordants sur des séries du crétacé. Le flanc nord du synclinal est constitué de deux sous-ensembles séparés par un contact tectonique majeur d'une direction conforme à la direction globale du synclinal. Le premier sous-ensemble de pendage supérieur à 40° est formé par une série monoclinale d'âge Sénonien à Néocomien. Le deuxième sous-ensemble de même série à pendage NW inversé SE formant des plis au niveau de Kef-Haouas. Le flanc sud présente une série monoclinale à pendage NW relativement faible, inférieur à 30°. Ce flanc est affecté par un accident tectonique important au niveau de l'oued Seddour ; c'est un

décrochement dextre dont le rejet horizontal dépasse les 5 Km subdivisant ainsi le flanc sud en deux parties. Il s'agit du djebel Djellal Rharbi et du Djebel Djellal Chergui . FigN°02

I.4 Le climat :

Le climat de la Wilaya de Djelfa est nettement semi-aride à aride avec une nuance continentale. En effet, le climat est semi-aride dans les zones situées dans les parties du Centre et du Nord de la Wilaya avec une moyenne de 200 mm à 350 mm d'eau de pluie par an et aride dans toute la zone située dans la partie Sud de la Wilaya et qui reçoit moins de 200 mm d'eau de pluie en moyenne par an. Les vents dans la Wilaya de Djelfa sont caractérisés par leur intensité et leur fréquence. Les vents les plus fréquents sont ceux d'orientation Nord-est et Nord-Ouest d'origine océanique et nordique. Cependant, la principale caractéristique des vents dominants dans la région est matérialisée par la fréquence du sirocco, d'origine désertique, chaude et sèche, dont la durée peut varier de 20 à 30 jours par an

I.5 Ressources hydrologiques de la Wilaya :

D'une superficie de 32 256,35 km², les approvisionnements en eau de la wilaya de Djelfa, tout usage confondu, provient principalement des nappes d'eau souterraines. Les potentialités s'élèvent globalement à 200 Hm³ /an.

I.5.1 Aspect hydrologique et exploitation des eaux souterraines :

Les approvisionnements en eau de la wilaya de Djelfa, tout usage confondu, proviennent principalement des nappes d'eau souterraines, Sept unités hydrogéologiques sont actuellement mises à contribution pour les besoins en eau de la wilaya, il s'agit de :

- ✓ La plaine de Ain Oussera d'une étendue de 2218 km², pour les besoins des zones Nord et Nord - Est de la wilaya.
- ✓ Le bassin des Zahrez (Gharbi et Chergui), d'une étendue de 6700 Km² pour les nécessités des régions centrales, centre Est et centre Ouest.
- ✓ Le synclinal de Djelfa d'une superficie de 1300Km² pour la partie centrale de la wilaya (dont le chef lieu de wilaya).
- ✓ L'Oued Touil pour la bordure Nord Ouest.
- ✓ Le Plateau Barrémien de Messaad - Moudjebara
- ✓ Le Synclinal de Aïn Ibel Sidi Mekhlouf
- ✓ Les zones sud .
(Anonyme 1).

Chapitre II
Système
d'information
géographique(SIG)

Introduction

Le présent travail s'inscrit dans un plan de cartographie moderne utilisant les nouvelles techniques de cartographie sous SIG. Le système d'information géographique peut être très simplement défini comme un outil informatique qui permet d'intégrer, de localiser, d'analyser et de représenter des données qui ont ou non dimension géographique

II.1.L'information géographique

Peut être défini comme étant une représentation de la réalité localisée dans l'espace. Elle possède deux composantes : les données spatiales représentées sur les cartes par des points, des lignes et des polygones (liées parfois entre elles par des règles de comportement) et les données attributaires qui décrivent les propriétés particulières des objets géographiques. Il existe deux formats de données différents peuvent être utilisés pour stocker l'information géographique.

- Le format vecteur

Les données au format vecteur permettent de définir individuelle chaque objet de la réalité par une forme géométrique (entité) telle qu'un point, une ligne ou un polygone.

- Le format Raster

Les données au format Raster utilisant une matrice de cellule carrées (ou pixels) pour modéliser les objets du monde réel. Ces informations permettent de localiser l'image dans l'espace géographique. Ex : photographie numérique. Midekor A et Wellens J (2007)

II.2. Système d'information géographique(SIG) :

II.2.1 .Définition

Tout comme le domaine de la géographie le terme SIG est difficile à définir. Il représente l'intégration de plusieurs domaines d'étude. On s'accorde souvent pour dire qu'il n'existe pas de définition qui fasse l'unanimité.

Une définition largement acceptée est celle fournie par le Centre Nationale de l'Information Géographique(NCGIA) : un(SIG) est un système matérielles, logicielles et procédures pour faciliter la gestion, la manipulation, l'analyse, la modélisation, la

représentation et l'affichage de données spatialisées pour résoudre des problèmes complexes liées à la planification et la gestion des ressources.

Une manière plus compréhensive et facile de définir les SIG, est celle qui se réfère à la disposition en couche des données : Groupes de cartes du même espace géographique, où un point donné a les mêmes coordonnées sur toutes les cartes et dans le système. De cette manière, il est possible d'en analyser la thématique et les caractéristiques spatiales afin d'avoir une meilleure connaissance de cet espace géographique.

II.2.2. Concepts d'un SIG

La notion de SIG est apparue vers les années soixante. Elle résulte de l'extension du système de bases de données à tous les types de données géographiques.

Au départ il s'agissait d'un outil de stockage des données en vue de leur restitution cartographique. Ensuite on a recherché à intégrer ces données dans le système générale d'information. C'est cette dernière évolution qui est essentielle, et qui confère tout son intérêt au concept SIG.

Il faut donc éviter une confusion courante : Un logiciel SIG n'est pas un outil de cartographie assisté par ordinateur. C'est bien le plus cela, c'est un ensemble d'outils intégrés qui permet de gérer des données qui peuvent être localisées.

Un SIG est un ensemble de matériels et de logiciel autorisant le recueil, la saisie, la codification, la correction, la manipulation et l'analyse, l'édition graphique des données géographiques spatiales : point, ligne, polygones, pixels de différentes valeurs la gestion des données est l'un des aspects du système, qui prend toute son importance lorsque la base de données se doit impérativement être en phase avec l'actualité. La gestion de cette base de données est assurée par un Système de Gestion de Base de Données (**SGBD**), ce SGBD doit assurer :

- Des fonctionnalités de gestion nécessaire au maintien et à l'exploitation d'une base de donnée (saisie, correction, suppression, extraction, interrelation ...)
- Des opérations liées à la topologie (recherche sur localisation, sur inclusion ...)
- Aussi la gestion des droits d'accès.

Un SIG fait appel à des techniques multiples, complexes et en perpétuelle évolution. La œuvre demande des moyens importants :

- Moyens humains pour l'analyse des données et maîtrise de l'outil.
- Moyens financiers pour l'acquisition des matériels et logiciels.

II.2.3. Typologie des SIG

Nous présentons dans ce tableau la typologie des différents logiciels SIG utilisée (tableau n°10) :

Tableau N°01 : Typologie des SIG

Catégories	Logiciels	Caractéristiques et utilisation
1. Serveurs de données	Oracle spatial ,Spatial Data Engine ,Spatial Ware, Bentley Continum Server, Geotask Server, etc.	-Gestion de la donnée spatiale dans un SGBD -Application de grande envergure -Gestion de la sécurité des accès -Langage de manipulation de donnée pour le spatial -Accès aux données par différents types de SIG
2. SIG sur internet	ArcIMS , Autodesk Mapguide, Mapinfo Map Xtreme Mapserver, etc.	-Solution pour diffuser des données géographiques sur internet -Ensemble de composants pour développer des applications SIG sur internet
3. Outils SIG Professionnels	ArcIntegrapph MGE , Vision ,Geomedia Professional Apic ,Smallworld, Imagine Lamps ,etc	-Structuration de la phase de données -Outils d'acquisition, de gestion et d'analyse -Gestion d'accès multiutilisateurs -Application spécialisées -Analyses complexes Gestion de la topologie

		<ul style="list-style-type: none"> -Prix élevé -Complexe à maîtriser
4. Composants SIG	Map Objects ,MapX ,ArcObjets,GeoObjects , Geoconcept Explorer,AtlaMap etc	<ul style="list-style-type: none"> -Outils de développement -Conception d'applications spécialisées -Cartographie thématique simple -Traitements simples -Intégration de fonction SIG dans des applications
5. Outils CAO-SIG	Microstation ,Autocad Autocad Map, Autodesk world, Archicad, Geographics,etc	<ul style="list-style-type: none"> -conception assistée par ordinateur -Applications architecturales et de design -Saisie d'information géographique
		<ul style="list-style-type: none"> Outils de base de l'Ingénieur en général -Impression de plans de qualité professionnelle
6. SIG mobiles	ArcPad, pocket Gis, MapInfo Max Tend, Onsite ,etc	<ul style="list-style-type: none"> -Application SIG sur périphériques mobiles -Consultation de données sur le terrain
7. Outils de consultation	Arc Explorer Geo Explorer, MapInfo Previewed ,Netscape Internet Explorer Apic Wap, Arc IMS Viewer, MapGuidde Viewer, etc	<ul style="list-style-type: none"> -Visualisation -Localisation -Information sur un objet -Solution internet

II.2.4. Domaine d'application des (SIG)

Les besoins en information géographique et des outils pour traiter sont en constante augmentation. Plus que la production rapide des cartes complexes et le traitement des données spatiales, l'existence d'outils capables de fournir des fonctions efficaces pour l'analyse et la simulation est importante.

Un SIG est considéré comme un outil permettant de modéliser de façon spécifique le monde réel et d'expérimenter de multiples.

Les domaines d'application des SIG sont aussi nombreux que variés ; Avec l'environnement, la planification urbaine, la géologie, la biologie, la télédétection, la cartographie pour l'aménagement des bassins versants

II.2.5. Approche par domaine d'application

II.2.5.1. L'agriculture et l'agroforesterie

Les agricultures ainsi que les organismes en charge des aides aux premiers souhaitent disposer de données précises quant à l'occupation des sols et la superficie des parcelles cultivées ou en justifier de la taille de l'exploitation vis-à-vis d'un bailleur ou organisme habilité ou bien pour prévoir précisément les quantités de semence ou de produits phytosanitaires à utiliser pour la saison

L'agroforesterie est aussi grand consommatrice de cataloguer les parcelles, les essences présentes ainsi que de nombreux autres paramètres permettant une exploitation rationnelle des ressources.

II.2.5.2. L'environnement

Les applications SIG destinées à la gestion de l'environnement sont multiples illimitées chaque spécialité peut intégrer avec succès la dimension géographique : inventaire des espèces animales ,du couvert végétal ,de la nature du sol ,gestion des pollutions ou analyse d'impact .L'analyse spatiale de donnée scientifiques géo référencés est l'une des principales préoccupations des chercheurs et gestionnaires de l'environnement .

II. 2.5.3.L'analyse des écosystèmes

Le SIG permet d'inventorier les constituants d'un écosystème (faune, flore, minéral) et de comparer leur répartition avec des paramètres géo référencés (nature du sol présence d'autres espèces ,....) .Les recensements de populations animales ou végétales ont toujours une représentation cartographique , l'utilisation d'un SIG apporte une souplesse d'utilisation et une évolutivité que ne permettent en aucun les représentations papier.

II.2.6.Composantes d'un SIG

Un SIG combine une série composante pour faire fonctionner le système.

Un SIG intègre cinq (05) composantes clés qui, par leurs qualités, sont essentielles pour le bon fonctionnement du SIG

II.2.6.1.Matériel

Le matériel est le système information sur lequel un SIG fonctionne.

Aujourd'hui, les SIG fonctionnent sur un large éventail de types de matériel, des serveurs centralisés aux ordinateurs personnels (pc) utilisés en autonomie ou selon des configurations en réseau.

II.2.6.2.Logiciel

Les SIG fournissent les fonctions et les outils requis pour stocker, analyser, et afficher les informations géographiques .un examen des sous systèmes clés de logiciel de SIG sont fourni dessous.

II.2.6.3.Donnée

Les donnée sont peut-être la composante la plus importante d'un SIG .Un SIG peut intégrer stockées dans un SGBD. Intégration des données spatiales et des données attributaires est une fonctionnalité clé d'un SIG

II.2.6.4. Personnes

Les SIG sont valeur limitée sans les personnes qui dirigent le système et élaborent des plans pour l'application à des problèmes réels .les utilisateurs de SIG vont du technicien qui conçoit et maintient le système à ceux qui l'utilisent pour les aider à effectuer leur travail

quotidien (par exemple le gestionnaire et le thématique). La claire identification des rôles de chacun des acteurs est souvent signe de bonne mise en œuvre d'un SIG.

II.2.6.5. Méthodes

Le succès de la mise en application d'un SIG est fonction de la bonne conception du plan de sa mise en œuvre selon des méthodes et des pratiques propres à chaque organisation.

II .3. Fonctionnement des SIG

Les SIG sont classiquement définis selon la règle des 5A :

II.3.1.Archivage

structuration et stockage de l'information géographique sous forme numérique .Les données acquises, il faut être capable de les stocker et de le retrouver facilement .C'est une des fonctions les moins visibles pour l'utilisateur. Elle dépend de l'architecture du logiciel avec la présence intégrée ou non d'un Système de Gestion de Base de Données (SGBD) relationnel ou orienté.

II.3.2.Acquisition

Intégration et échange de données. (Import-export).

Elle peut être faite par plusieurs techniques

-Acquisition à partir d'une planche à numériser ou du scannage de la données sur l'écran de l'ordinateur, on numérise des objets dessinés vecteurs .L'inconvénient de cette méthode est la retranscription des erreurs dues au support d'origine (déformation du papier, épaisseur du trait ...).

-Acquisition à partir d'image satellite constitue la principale source d'information pour l'occupation du sol grâce à la télédétection.

-Acquisition à partir de photo, de la photo (scannée) ortho-rectifiée à la donnée « vecteur », c'est une des principales sources pour une numérisation précise.

Ce type d'acquisition nécessite soit des croisements avec d'autres données pour qualifier la donnée ; la photo est une simple collection de pixels.

-Acquisition à partir de donnée alphanumérique ; la donnée littérale permet de créer de la donnée (géocodage) ou de l'enrichir.

-Acquisition à partir du terrain ; généralement utilisée pour des chainiers de petite taille ou en complément d'autre technique.

II.3.3.Abstraction

Modélisation du réel selon une certaine vision du monde, ca permet de modéliser la base de données en définissant les objets (classes d'objets), leurs attributs ainsi que leur relation. Cette étape est nécessaire avant tout numérisation, elle sert de départ de la constitution des bases de données géographique, et de support de dialogue entre les différents intervenants, alors le but est de se faire comprendre par le plus grand nombre d'eux.

II.3.4.Analyse

Analyse spatiale (calculs liés la géométrie des objets, croisement de données thématique ... etc.)C'est la description qualitative et /quantitative d'un espace à partir de données alphanumérique stockées dans l'objet géométrique ou dans une base de données externe via un lien.

Les outils d'analyse

- Requêtes sémantiques (sur les attributs des objets).
- Requêtes géométriques ou spatiales.
- Cartes thématiques (appréhension visuelle du terrain et du problème traité).

II.3.5.Affichage

Représentation et mise en forme, notamment sous forme cartographie avec la notion d'ergonomie et convivialité. (Figure n°03)

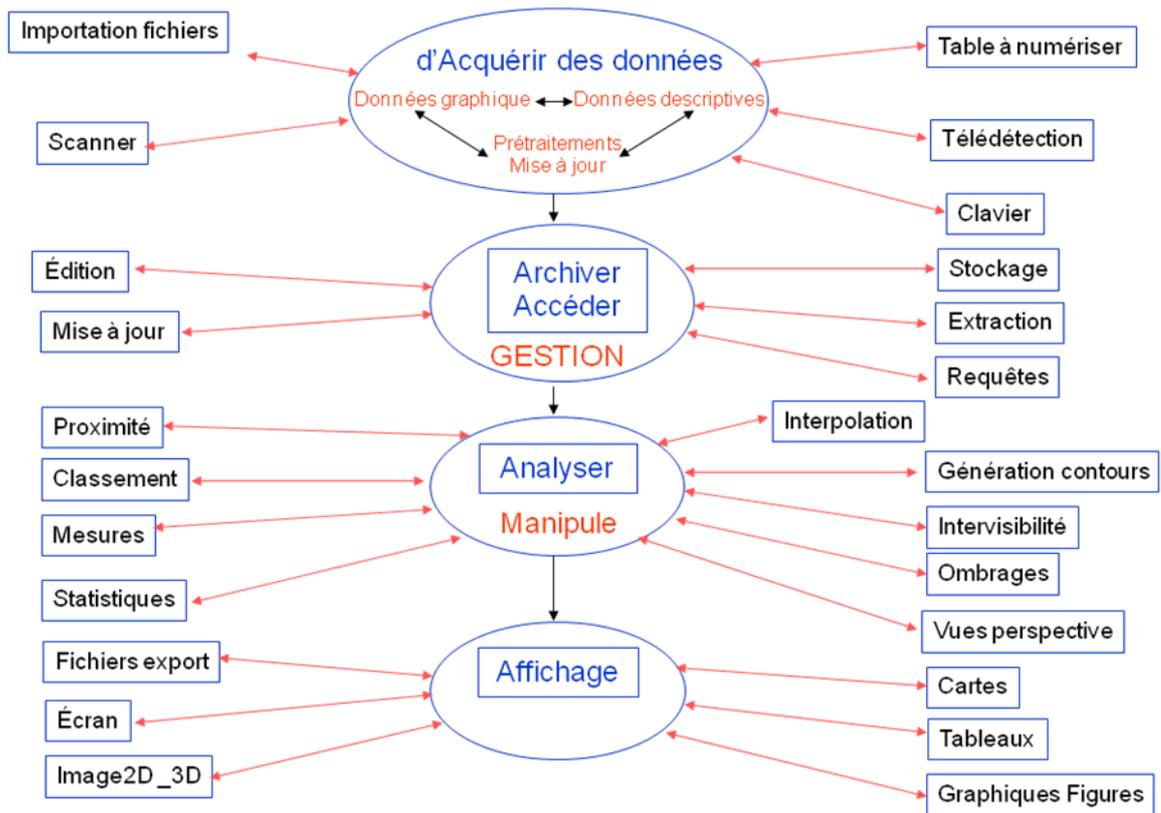


Figure N°03: Fonctionnalité d'un SIG

II.4.Présentation des logiciels utilisés

La bonne gestion des forages et de puits passe par une bonne connaissance de leur états physico-chimiques (pH, conductivité, Mg, Na, Cl, HCO₃, SO₄...). La cartographie informatisée à l'aide de logiciels disponible (Arcgis, Surfer, Mapinfo...) est l'outil de travail approprié permettant de tracer les diverses distribution spatiale de ces paramètres. La représentation des cartes thématiques en iso lignes est une alternative aux cartes conventionnelles. Ces cartes sont obtenues par une méthode d'interpolation désignée sous le nom Krigeage.

Dans notre travail nous avons utilisé la méthode d'interpolation par krigeage du logiciel Arcgis 10, ainsi le global mapper 11.pour la représentation des cartes.

II. 4.1. Présentation du logiciel arcgis 9.3

ArcGIS est l'un des Systèmes d'Informations Géographiques (SIG) les plus utilisés. Ce logiciel offre de nombreuses potentialités pour la manipulation, la gestion, l'analyse et l'édition des données spatiales. (SOUDANI K,2007)

Différentes couches d'informations spatiales peuvent être manipulées offrant la possibilité d'analyser une ou plusieurs couches sous le contrôle des autres. Le seul lien entre ces différentes couches est le lien spatial, c'est-à-dire, l'appartenance au même espace géographique et ayant le même système de coordonnées.

Les différentes couches d'informations sont descriptives d'un espace géographique terrestre déterminé. Elles peuvent correspondre à des documents cartographiques représentant des objets thématiques géographiquement identifiés (carte de type IGN, photographies aériennes, images satellitaires, etc.) ou issus des analyses et des procédures de spatialisation (carte de la teneur en eau du sol, carte topographique, carte de la hauteur des arbres dans un peuplement forestier, etc.).

Le logiciel ArcGIS 10 comprend quatre applications principales (SOUDANI K, 2007)

II.4.1.1. ArcCatalog

est un explorateur de données tabulaires et cartographiques offrant des outils de gestion et d'organisation analogues à ceux offerts par les systèmes d'exploitation comme WINDOWS ou DOS

(Copier, renommer, effacer, créer des icônes, etc.). Il est vivement conseillé d'utiliser ArcCatalog pour effacer les fichiers car ces fichiers sont accompagnés d'autres fichiers que l'explorateur de Windows s'il est utilisé, ne permet pas de les effacer automatiquement. ArcCatalog permet aussi de visualiser

Les données tabulaires et des couches géographiques ainsi qu'une exploration des différents thèmes qui les constituent

II.4.1.2. ArcMap

ArcMap est l'application fondamentale du logiciel ArcGIS. Elle contient une boîte à outils, organisés sous forme de modules indépendants (extensions), permettant de gérer, manipuler, analyser et éditer les différentes couches d'informations de la base de données. ArcMap est l'équivalent de l'ancienne version d'ArcView

II.4.1.3. ArcToolbox

Est une boîte à outils permettant d'effectuer des conversions et de transferts de format et aussi de projection.

Conclusion

Les SIG constituent aujourd'hui un outil très important pour les pays en mal ou en voie de développement. Ils sont utilisés dans plusieurs domaines d'activités.

Les applications SIG destinées à la gestion de l'environnement sont multiples et illimitées, chaque spécialité peut intégrer avec succès la dimension géographique : inventaire des espèces animales, du couvert végétal, de la nature du sol, gestion des pollutions ou analyse d'impact. (TOURI M, 2010)

Chapitre III
Paramètres
physico-chimiques
des eaux

Introduction :

L'eau est un élément indispensable pour la vie et pour le développement socioéconomique réel et durable d'un pays, il est donc nécessaire d'avoir une meilleure connaissance sur les paramètres physico-chimiques d'eau existante.

L'appréciation de la qualité des eaux de surface se base sur la mesure des paramètres physico-chimiques et chimiques ainsi que sur la présence ou l'absence d'organismes et de micro-organismes aquatiques, indicateurs d'une plus ou moins bonne qualité de l'eau.

Ces données peuvent être complétées par l'analyse des sédiments (boues), qui constituent une "mémoire" de la vie de la rivière, ces éléments permet d'évaluer le degré de pollution des cours d'eau et d'apprécier leur capacité à s'auto épurer.

Sous l'activité humaine l'eau devient polluée et se devient impropre à satisfaire la demande d'utilisation et peut présenter un danger pour l'environnement, à cause du changement sur ses paramètres.

III.1. Etude des caractéristiques physique et chimiques de l'eau.

III.1.1. Paramètres physiques

III.1.1.1. Conductivité électrique

La conductivité électrique (CE) est une expression numérique de la capacité d'une solution à conduire le courant électrique. La plupart des sels minéraux en solution sont de bons conducteurs. Par contre, les composés organiques sont de mauvais conducteurs. La conductivité électrique standard s'exprime généralement en milli siemens par mètre (mS/ m) à 20 °C. La conductivité d'une eau naturelle est comprise entre 50 et 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

L'estimation de la quantité totale de matières dissoutes peut-être obtenue par la multiplication de la valeur de la conductivité par un facteur empirique dépendant de la nature des sels dissous et de la température de l'eau. La connaissance du contenu en sels dissous est importante dans la mesure où chaque organisme aquatique a des exigences propres en ce qui concerne ce paramètre. Les espèces aquatiques ne supportent généralement pas des variations importantes en sels dissous qui peuvent être observées par exemple en cas de déversements d'eaux

usées. (Les données de l'IBGE)

Tableau n 02 : la conductivité et le degré de minéralisation

Conductivité	Minéralisation
0-100 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Minéralisation très faible
100-200 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Minéralisation faible
200-333 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Minéralisation moyenne accentuée
333-666 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Minéralisation accentuée
666-1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Minéralisation importante
>1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Minéralisation élevée

(DIALLO ,1996)

III.1.1.2. Potentiel hydrogène (pH)

Le pH est une mesure de l'acidité de l'eau c'est -à-dire de la concentration en ions d'hydrogène (H⁺).

L'échelle des pH s'étend en pratique de 0 (très acide) à 14 (très alcalin) ; la valeur médiane 7 correspond à une solution neutre à 25°C. Le pH d'une eau naturelle peut varier de 4 à 10 en fonction de la nature acide ou basique des terrains traversés. Des pH faibles (eaux acides) augmentent notamment le risque de présence de métaux sous une forme ionique plus toxique. Des pH élevés augmentent les concentrations d'ammoniac, toxique pour les poissons.

On admet généralement qu'un pH naturel situé entre 6,5 et 8,5 caractérise des eaux où la vie se développe de manière optimale. (Les données de l'IBGE,2005)

Tableau n 03 : Classification des eaux d'après leur pH.

pH	L'alcalinité ou l'acidité des eaux
pH<5	Acidité forte présence des minéraux ou matières organiques dans les eaux naturelles
pH=7	pH neutre
7<pH<8	Neutralité approchée majorité des eaux de surface
5,5<pH<8	Majorité des eaux souterraines
pH>8	Alcalinité forte, évapora

III.1.1.3. Température

La température de l'eau joue un rôle important par exemple en ce qui concerne la solubilité des sels et des gaz dont, entre autres, l'oxygène nécessaire à l'équilibre de la vie aquatique. Par ailleurs, la température accroît les vitesses des réactions chimiques et biochimiques d'un facteur 2 à 3 pour une augmentation de température de 10 degrés Celsius (°C). L'activité métabolique des organismes aquatiques est donc également accélérée lorsque la température de l'eau s'accroît.

La valeur de ce paramètre est influencée par la température ambiante mais également par d'éventuels rejets d'eaux résiduaires chaudes. Des changements brusques de température de plus de 3° C s'avèrent souvent néfastes. (Les données de l'IBGE,2005)

III.1.1.4. Turbidité

La mesure de la turbidité permet de préciser les informations visuelles sur l'eau. La turbidité traduit la présence de particules en suspension dans l'eau (débris organiques, argiles, organismes microscopiques...). Les désagréments causés par une turbidité auprès des usagers sont relatifs car certaines populations sont habituées à consommer une eau plus ou moins trouble et n'apprécient pas les qualités d'une eau très claire. Cependant une turbidité forte peut permettre à des micro-organisme de se fixer sur des particules en suspension. La turbidité se mesure sur le terrain à l'aide d'un turbidimètre. (Les données de l'IBGE,2005)

Tableau n°04 : classes de turbidité usuelles (NTU, nephelometric turbidity unit)

Turbidité	Nature de l'eau
NTU < 5	Eau claire
5 < NTU < 30	Eau légèrement trouble
NTU > 50	Eau trouble
NTU	La plupart des eaux de surface en Afrique atteignent ce niveau de turbidité

III.1.1.5. Résidus secs

Les résidus secs ; exprimés en (mg/l) ; représente la totalité des sels dissous. IL est obtenu par dessiccation de l'eau à 110°C (Rodier ; 1978).

III.1.2. Paramètres chimiques

L'eau, au contact des terrains qu'elle rencontre, se charge en divers qui vont influencer sur sa qualité. Certains de ces éléments sont présents naturellement dans le sol, et vont définir la qualité « naturelle » de l'eau. Ainsi l'eau à l'état naturel peut contenir

- des matières organiques
- des matières dissoutes provenant des terrains traversés (calcium, magnésium, sodium, potassium, bicarbonates, sulfates, métaux lourds,...)
- des particules en suspension .(Rodier ; 1984).

III.1.2.2. Cations

III.1.2.2.1. Calcium(Ca²⁺)

La teneur en calcium dans les eaux échantillonnées est inférieure à la norme qui est 200 mg/l selon l'OMS. La plus faible teneur est remarquée dans les eaux de HDEB II, ceci est dû à une précipitation de carbonate de calcium à l'émergence causée par la perte de CO₂. Le calcium est un élément indispensable au corps humain, mais sa présence avec un taux élevée est nuisible et indésirable pour les consommateurs(RODIER J, 1984).

III.1.2.2.2. Magnésium (Mg²⁺)

La teneur en magnésium est supérieure à la norme dans les eaux de Miopliocène et Sénonien, Tandis qu'elle répond aux normes dans celle de l'Albien (50-150 mg/l selon l'OMS). La teneur élevée du Magnésium est liée à sa présence dans la composition des argiles qui constituent des formations imperméables et semi-perméable des toits et /ou des murs des horizons renfermant les nappes.

D'après Rodier cet élément ne présente aucun danger sur le plan sanitaire par contre il peut communiquer un goût amer à l'eau à partir de 100 mg/l (RODIER J, 1984).

III.1.2.2.3. Potassium (K⁺)

Le potassium dépasse la norme dans les eaux de N'Goussa, son excès est plus important dans les eaux de HDEB II. Il peut avoir comme origine, le lessivage des engrais potassiques sur les sols pauvres en humus. La présence du potassium est liée à la lithologie de la région étant donné que cet élément entre dans la composition des argiles qui se trouvent dans la majorité des couches géologiques (PLOTNICOV N.A., 1962).

III.1.2.2.4. Sodium (Na⁺)

Les eaux analysées présentent un excès en sodium. Ceci est liée principalement à la dissolution des sels minéraux en particulier celle du chlorure de sodium.

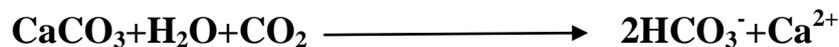
Ce métal n'étant pas toxique pour un être humain saint (jusqu'à 10 g/l), il doit cependant être Recommandé d'éviter de dépasser la norme pour les personnes souffrant d'hypertension ou d'insuffisance cardiaque (RODIER J, 1984).

III.1.2.1 Anions

III.1.2.1.1. Bicarbonates et carbonates

L'anhydride carbonique libre dans une eau (sous forme de : carbonate et bicarbonate) dépend de l'alcalinité et de la valeur du pH de l'eau. C'est un facteur important en déterminant les propriétés corrosives d'une eau (don et al, 2009)

La présence des bicarbonates dans l'eau est due à la dissolution des formations carbonatées (calcaire) par des eaux chargées en gaz carbonique. L'équation de dissolution est donnée comme suite :



Les bicarbonates n'ont pas un rôle prépondérant direct sur la santé humaine (Jacques et al, 2002).

III.1.2.1.2. Chlorures

La teneur en chlorure est hors norme dans toutes les eaux échantillonnées.

Cette teneur dépend de celle des métaux alcalins (Na⁺, K⁺) et des métaux alcalino-terreux (Ca²⁺, Mg²⁺) auxquels ils se trouvent associés sous forme de sels solubles et puisque 3/4 de ces éléments se trouvent en excès dans l'eau, ce qui a pour conséquence l'augmentation de leur. Leur propriété lessivante fait qu'ils soient présents dans toutes les eaux. Leur principale inconvénient est la saveur désagréable qui communique à l'eau surtout lorsqu'il s'agit de chlorure de sodium, le cas de l'ensemble de nos forages Les chlorures ne présentent pas de risque sur la santé sauf pour les personnes devant suivre un régime hyposodé (RODIER J, 1984).

III.1.2.1.3. Nitrates (NO₃⁻) et Nitrites (NO₂⁻) :

Le nitrate est l'étape finale de l'oxydation de l'ammoniaque et de la minéralisation de l'azote de la matière organique. La majeure partie de cette oxydation dans le sol et l'eau est réalisée en nitrifiant des bactéries et peut seulement se produire dans un environnement bien oxygéné. L'utilisation des engrais azotés sur la terre peut également provoquer des concentrations accrues en nitrate en eaux de surface et souterraines.

La nitrite ou azote nitreux, représente une forme moins oxygénée et moins stable, elle résulte de passage entre les nitrates et l'ammonium, c'est une forme toxique (moussa, 2005)

III.1.2.1.4. Sulfates (SO₄²⁻) Dans les eaux analysées les sulfates présentent une teneur variant de 632 à 983 mg/l, ce qui dépasse la norme qui est de 400 mg/l. Leur présence est due essentiellement à la dissolution des gypses et surtout lorsque le temps de contact avec les roches est élevé.

Toutefois, d'un forage à un autre, cette teneur est variable ceci s'explique par la lithologie gypseuse de la région. Sur le plan sanitaire et en dehors du goût désagréable communiqué à

l'eau, ainsi que les diarrhées infantiles on peut également signaler certains effets laxatifs des sulfates en particulier s'ils sont associés au magnésium et au sodium (MOUSTY ; 1989).

III.2. Eaux potables

III.2.1- Paramètres physico-chimiques

Parmi ces paramètres, on distingue, d'une part, ceux qui permettent une estimation du type d'eau et de son aspect (les paramètres globaux), et, d'autre part, ceux qui ont des incidences en fonction des différents risques (les paramètres chimiques). L'aspect visuel joue un rôle très important dans l'appréciation de l'eau. Certains paramètres qui devraient être mesurés in situ n'ont pu être mesurés en raison de la non disponibilité du matériel. Néanmoins ces paramètres ont été mesurés au laboratoire de l'eau de l'Institut de Mathématiques et Sciences Physiques (IMSP) à Porto-Novo. (Anonyme 2)

III.2.1.1 La couleur: elle est appréciée visuellement et permet d'estimer la présence de certains éléments, notamment le fer, les matières organiques, l'argile, etc. Dans certains cas, ces informations sont confirmées par l'observation faite sur la turbidité. Ce paramètre est lié à la turbidité et à la transparence de l'eau (Anonyme 2).

III.2.1.2 Température: ce paramètre caractérise la qualité de l'eau et constitue un facteur déterminant dans la vie des êtres vivants. Sous les climats chauds, le niveau élevé de la température favorise la prolifération des microorganismes (Anonyme 2).

Elle est mesurée avec un thermomètre à mercure qu'on plonge dans l'eau.

III.2.1.3 Odeur: elle est évaluée de manière directe. Une estimation de la qualité globale de l'eau peut être obtenue par l'odeur de l'eau. La détermination de l'odeur

permet rapidement d'estimer des risques de contamination, notamment les odeurs de septique, œuf pourri, etc (Anonyme 2).

III.2.1.4 Titre hydrotimétrique ou dureté totale: la dureté totale d'une eau est sa teneur en calcium et en magnésium. Une eau dure ne mousse pas avec le savon et permet le dépôt de sels insolubles et incrustants. Elle s'exprime en degré français (°f). La détermination de la dureté est basée sur la propriété du sel disodique de l'acide éthylène diamine tétra acétique (EDTA).

On prélève 100 ml d'eau de chaque échantillon dans un bêcher auquel on ajoute 10 ml de la solution tampon (MET) et une pincée de Noir Eriochrome T (NET) puis on note la coloration. On procède ensuite au dosage avec l'EDTA jusqu'au virage de la solution et on note le volume de l'EDTA versé (Anonyme 2).

III.2.1.5 TDS (Total dissolved solids ou matières dissoutes totales):

ce sont les sels inorganiques et les petites quantités de matières organiques qui sont dissous dans l'eau. Leurs principaux constituants sont habituellement les cations (calcium, magnésium, sodium et potassium) et les anions (carbonate, bicarbonate, chlorure, sulfate et les nitrate surtout quand il s'agit des eaux souterraines.

Il est mesuré à l'aide d'un multimètre ou conductimètre à sonde (marque Hach). On prélève 10 ml de l'échantillon dans une cellule qu'on introduit dans le multimètre qui affiche à l'écran les valeurs après sélection de l'option TDS (Anonyme 2).

III.2.1.6 Conductivité:

ce paramètre conservatif présente un intérêt pour déterminer des échanges entre masses d'eau, des dilutions ou des concentrations liées à des confinements. C'est un processus du transfert d'électricité dans l'eau, mesuré en usiemens/cm.

On prélève 10 ml de l'échantillon dans une cellule qu'on introduit dans le conductimètre qui affiche à l'écran les valeurs après sélection de l'option conductivité (Anonyme 2).

III.2.1.7 PH:

le pH ou potentiel Hydrogène de l'eau mesure sa concentration en ion H^+ . Il permet d'avoir une idée globale de la physico-chimie de l'eau. Il traduit son caractère acide ou basique (RODIER, 1975). Le pH de l'eau influe sur la vie

Des bactéries (acidophiles, neutrophiles et basophiles). L'eau potable doit avoir un pH compris entre 6,5 et 8,5 (normes OMS).

Deux méthodes sont utilisées pour mesurer le pH: la méthode colorimétrique à l'aide des tigettes est utilisée pour déterminer le pH afin de comparer les valeurs trouvées avec celles affichées par le multimètre à sonde (Anonyme 2).

III.2.1.8 nitrates:

les nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote. D'un point de vue de santé publique, le principal danger des nitrates résulte de leur transformation en nitrites (dans l'appareil digestif) qui sont à l'origine de la méthémoglobinémie chez les enfants. Les populations les plus sensibles sont les femmes enceintes et les nourrissons de moins de six mois.

Les nitrates sont mesurés à l'aide du spectrophotomètre DR/2400. On prélève 10 ml de l'échantillon dans deux cellules. On introduit dans l'une des cellules le réactif Nitrate Reagent (Nitramer 5). Après cinq (05) minutes de repos, on place les cellules dans le

spectrophotomètre. La cellule contenant le témoin d'abord ensuite la cellule contenant la solution. Le spectrophotomètre affiche les valeurs à l'écran(Anonyme 2).

III.2.1.9 Nitrites:

la présence de ces éléments chimiques dans les eaux témoigne soit d'un mauvais fonctionnement de la station de traitement, soit d'une dégradation de l'eau en cours de distribution ou lors de la conservation. Les nitrites sont mesurés à l'aide du spectrophotomètre DR/2400. On prélève 10 ml de l'échantillon dans deux cellules. On introduit dans l'une des cellules le réactif Nitrite Reagent (Nitriver 3). Après vingt (20) minutes de repos, on place les cellules dans le spectrophotomètre. La cellule contenant le témoin d'abord ensuite la cellule contenant la solution. Le spectrophotomètre affiche les valeurs à l'écran(Anonyme 2).

III.2.1.10 chlore:

le chlore ou certains de ses composés sont largement utilisés pour la désinfection des eaux potables. Le maintien d'une teneur résiduelle de 0,2 milligrammes par litre permet de limiter le développement des bactéries dans le réseau de distribution. De trop fortes teneurs peuvent engendrer des goûts et des odeurs.

Le chlore est mesuré à l'aide du spectrophotomètre DR/2400. On prélève 10 ml de l'échantillon dans deux cellules. On introduit dans l'une des cellules le réactif chlorure de sodium. La lecture se fait après (03) minutes de repos on place les cellules dans le spectrophotomètre. La cellule contenant le témoin d'abord ensuite la cellule contenant la solution. Le spectrophotomètre affiche les valeurs à l'écran(Anonyme 2).

III.2.1.11 Oxygène dissous:

la solubilité de l'oxygène dans l'eau est liée à plusieurs facteurs, en particulier: la température, la pression atmosphérique et la salinité. L'oxygène dissous est aussi fonction de l'origine de l'eau, les eaux superficielles en contiennent des quantités relativement importantes alors que les eaux souterraines n'en contiennent que quelques milligrammes. L'oxygène dissous est influencé par la présence de végétaux, les matières organiques, des organismes et des germes aérobies, etc L'oxygène dissous se mesure au multimètre à sonde, après sélection de l'option DO(Anonyme 2).

III.2.1.12 normes d'interprétation d'une analyse d'eau :

Le tableau ci-bas résume les valeurs acceptables pour différents éléments trouvés dans l'eau d'irrigation. Ce sont des valeurs souhaitables lorsque l'eau est utilisée de façon continue. Les seuils pourraient être plus élevés lorsque l'eau d'irrigation est utilisé seulement en période de sécheresse. Par contre, des échantillonnages de sol devraient, dans ce cas, se faire plus fréquemment afin d'éviter l'accumulation d'éléments non désirables dans le sol. (James B. Beard, 1982)

Tableau 05 : Norme d'interprétation d'une analyse d'eau pour la production de plantes annuelles.

Paramètres	Concentration maximale
Alcalinité (CaCO ₃)	1 à 100 ppm (pas supérieur à 200)
Aluminium (Al ³⁺)	0 à 5 ppm
Bicarbonate (HCO ₃ ⁻)	30 à 50 (pas supérieur à 150)
Bore (B)	0,2 à 0,5 (pas supérieur à 0,8)
Calcium (Ca ²⁺)	40 à 120 ppm
Chlore (Cl ⁻)	0-100 ppm (pas supérieur à 140)
Cuivre (Cu ²⁺)	0,08 – 0,15 ppm (pas supérieur à 0,2)
Fluor (F ⁻)	0 (pas supérieur à 1)
Fer (Fe ³⁺)	1 à 2 ppm (pas supérieur à 5)
Magnésium (Mg ²⁺)	6 à 25 ppm
Manganèse (Mn ²⁺)	0,2 à 0,7 ppm (pas supérieur à 2)
Molybdène (Mo)	0,02 à 0,05 ppm (pas supérieur à 0,07)
pH	5 à 7
Potassium (K ⁺)	0,5 à 5 ppm
Ratio d'absorption du sodium (RAS)	0 à 4 ppm
Sodium (Na ⁺)	0 à 30 ppm (pas supérieur à 50)
Sulfate (SO ₄ ²⁻)	24 à 240
Matière dissoute totale	70 à 700 ppm (pas supérieur à 875)
Zinc (Zn ²⁺)	0,1 à 0,2 ppm (pas supérieur à 2,0)
Salinité (mS)	Inférieur à 1,0-1,5

(James B. Beard, 1982)

Chapitre IV
Résultats et
discussion des
données

Introduction

Les données traitées dans ce travail sont d'une part les paramètres physico-chimiques majeur, anion (Cl^- , HCO_3^- , SO_4^-) et cations (K^+ , Ca^+ , Mg^+) des eaux de forages et de puits qui sont apportées de l'agence nationale des ressources hydriques (ANRH) de la compagnie effectuée en 2009.

Ces données sont traitées sous une plate forme de deux logiciels (Arc gis 9.3) afin d'élaborer une base de données très riche permettant la manipulation, la mise à jour des ces données ainsi que la visualisation et l'interprétation des différents résultats.

VI.1. Cartographie des paramètres physiques

VI.1. Cartographie des paramètres chimiques:

VI.1. 1. Cations

VI.1.1. 1. Calcium (Ca).

La figure N°1 montre une grande non homogénéité des eaux de cette région .Ces résultats peuvent s'interprétés par le type de sol qui est calcimagnésique.

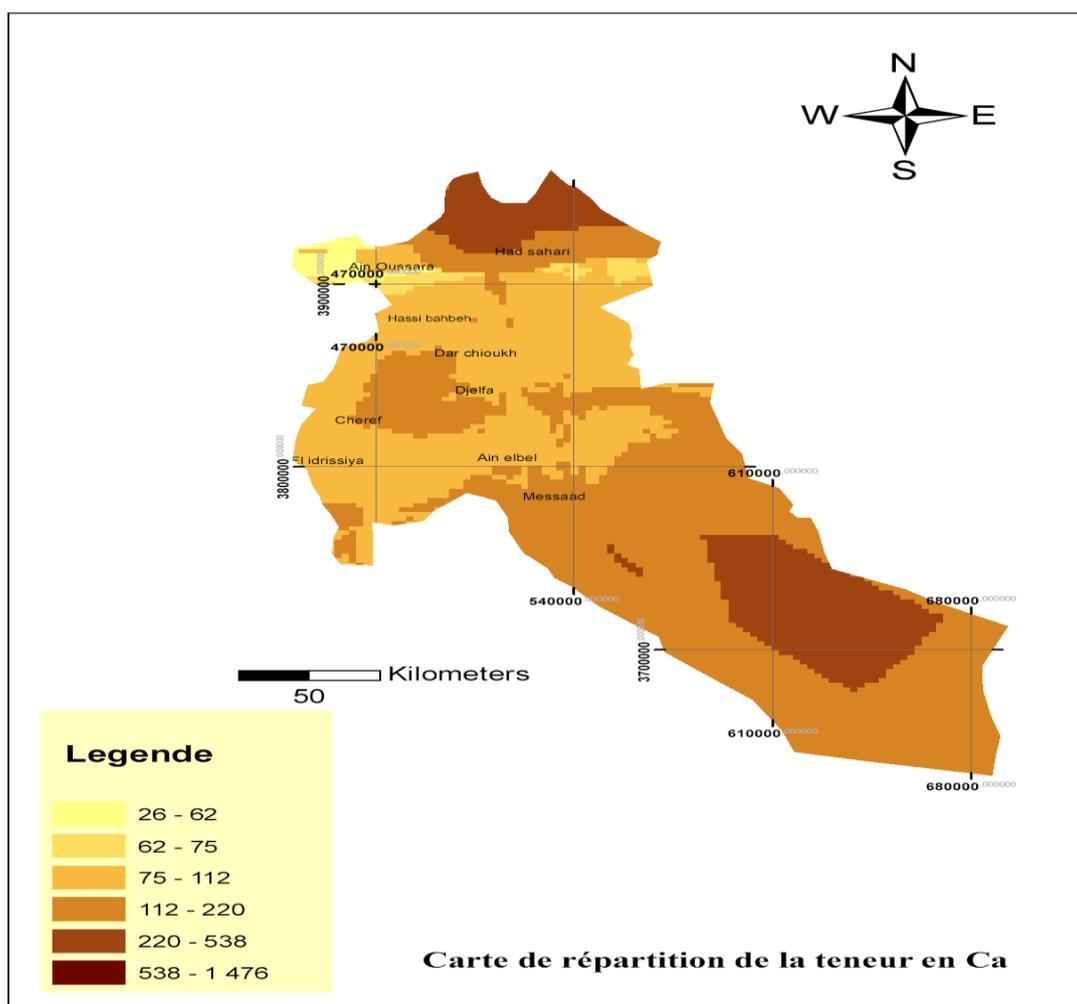


Figure N°04 : carte de répartition de la teneur en calcium

VI.1.1.2. Potassium (K).

On remarque d'après la figure N°02 que les valeurs de potassium sont très faibles et ne dépassent pas 20 mg/l sur toute la zone d'étude qui sont admissibles par rapport aux valeurs algériennes et on remarque bien que dans le centre de la région d'étude qu'il y a des valeurs faibles de potassium moins de 12 mg/l par contre dans quelques endroits où il n'y a pas de contrôle de l'utilisation des engrais les valeurs dépassent les normes.

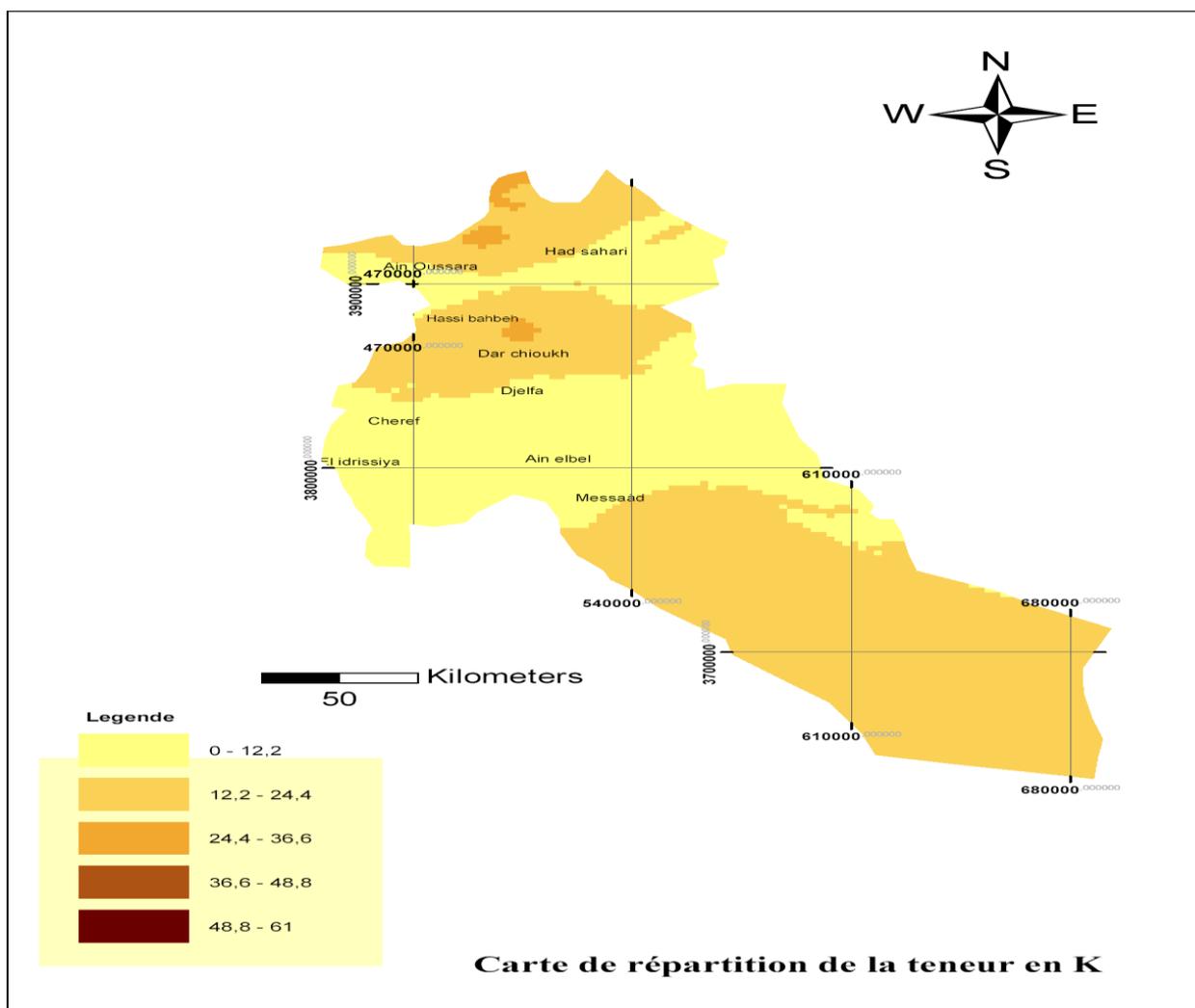


Figure N°04: carte de répartition de la teneur en Potassium

VI.1.1.3. Magnésium (Mg)

La figure N°3 montre que les teneurs en Mg varient entre 20 - 350 mg/l et qui sont des valeurs dépassent les normes de l’OMS (50mg/l) sauf dans quelques endroit de Cheref et Ain oussara. Ces énormes valeurs peuvent se traduire par la nature géologique et le type de sol de la région d’étude (type calcimagnésique).

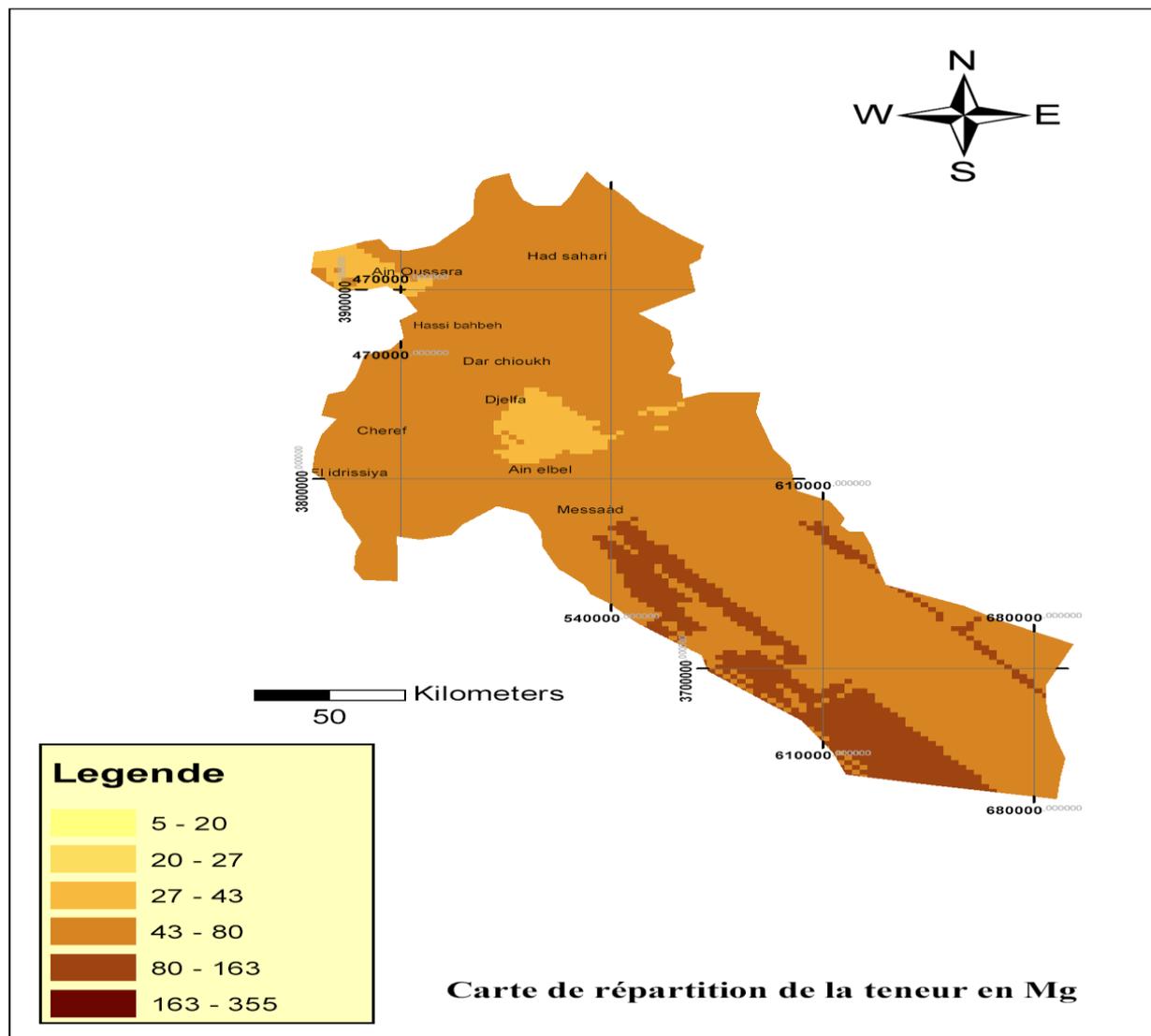


Figure N°06 : carte de répartition de la teneur en Magnésium

VI.1.1.4. Sodium (Na) :

Le Sodium présente au Centre et Sud de la région des teneurs très élevées et supérieures aux normes de l'OMS (150 mg/l) et ce traduit par le lessivage des formations géologique riches en NaCl et les rejets d'eaux usées industrielles ou domestiques.

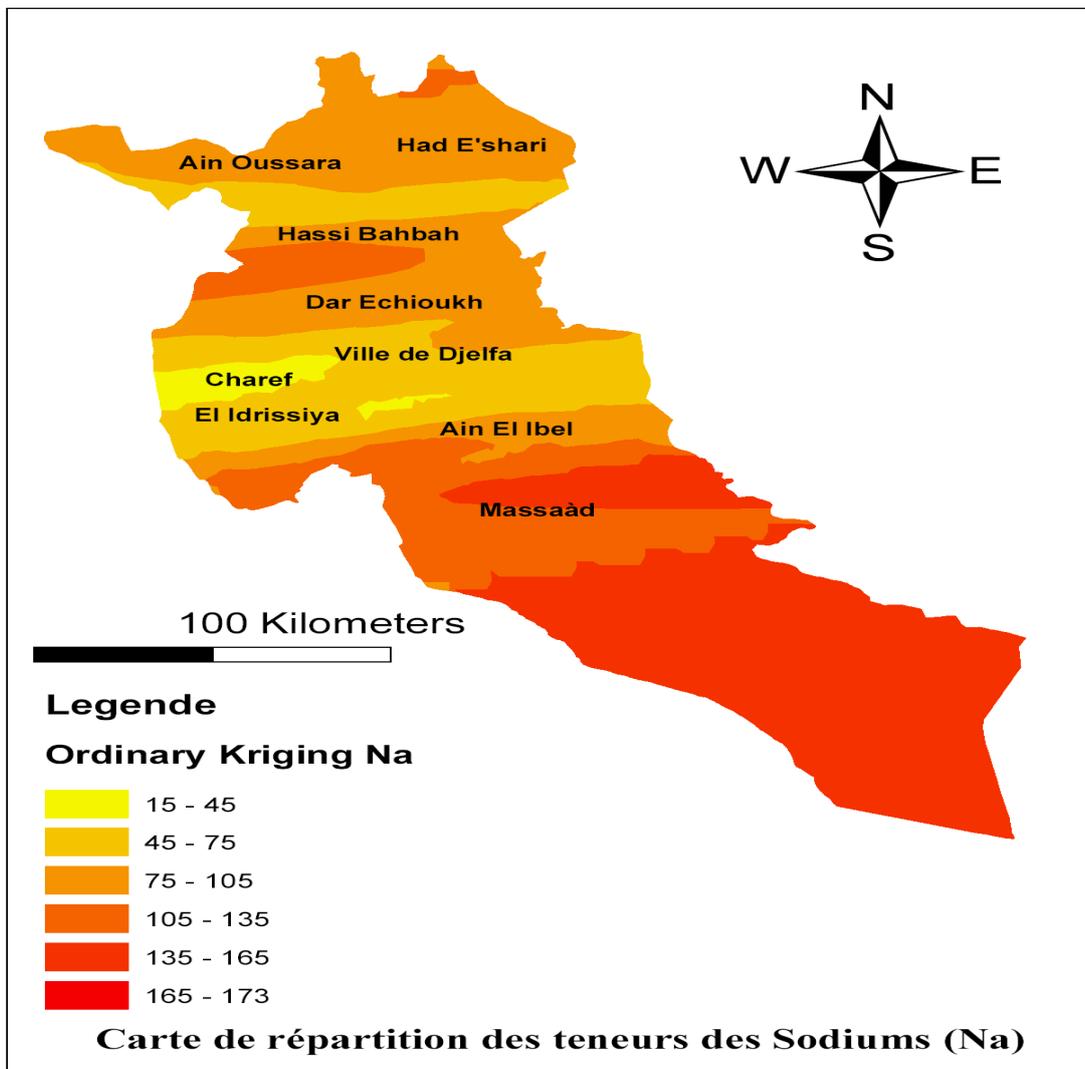


Figure N°07: carte de répartition de la teneur en Sodium

VI.1.2. Anions VI.1. 1.

VI.1.2.1. Chlorures (Cl)

La figure ci-dessous N° 5 montre que la teneur de chlorure dépasse les normes de l’OMS (200mg/l) Ces valeurs élevées peuvent s’expliquées par l’activité agricole dans ces régions et l’utilisation non contrôlée d’engrais et pesticides

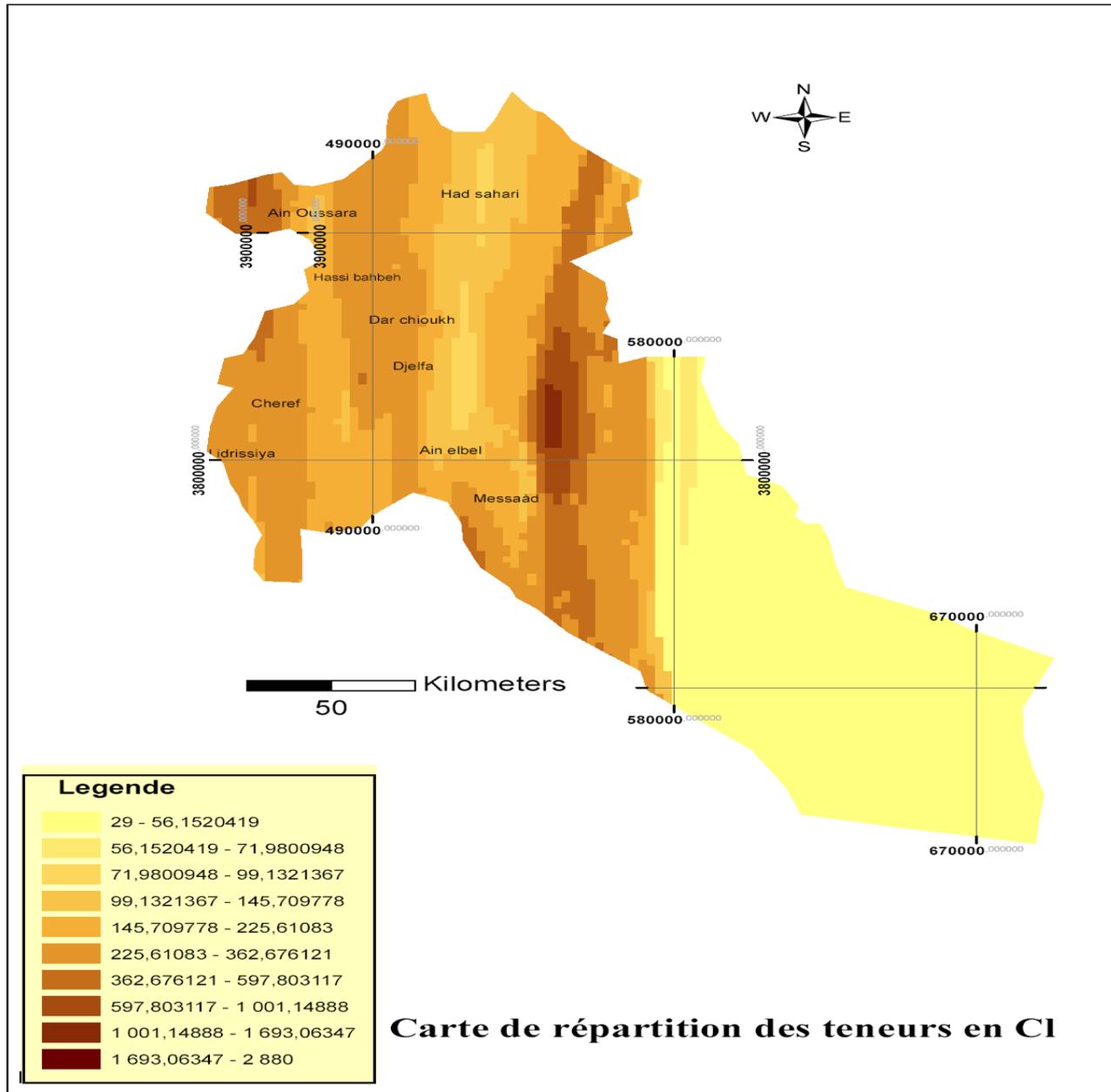


Figure N°08: carte de répartition de la teneur en Chlorure

VI.1.2.2. Bicarbonates (HCO₃)

La répartition de teneur de cet anion est représentée par la figure N°6

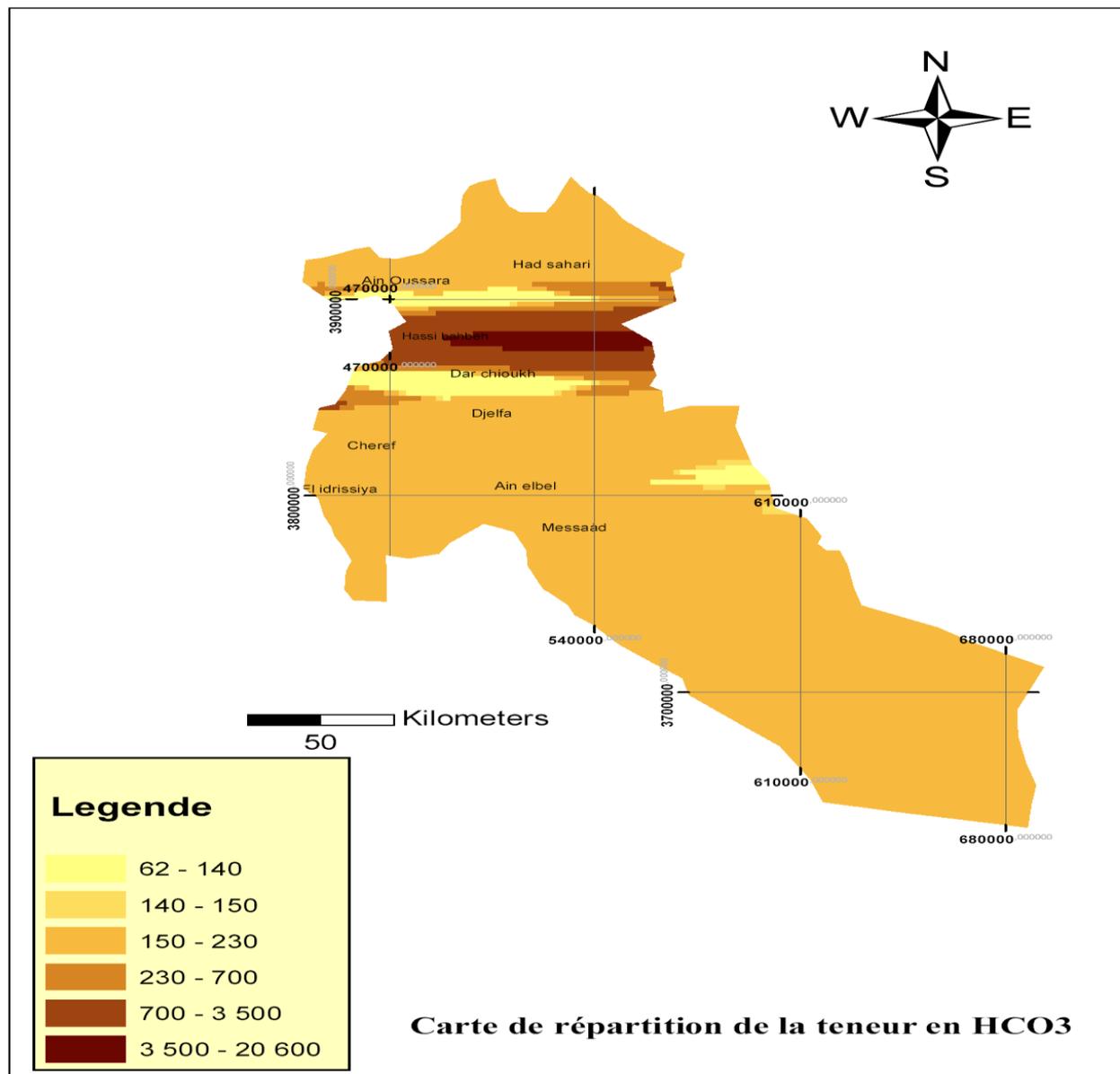


Figure N°09 : carte de répartition de la teneur en Bicarbonates

L'analyse de cette carte montre que concentration des eaux de la région de Djelfa en bicarbonates est presque dans la gamme de l'OMS (640mg/l) sauf dans les régions nord de chef lieu comme Ain oussara et Hassi bahah ou on trouve des valeurs très élevées

VI.1. 2.3. Sulfates (SO4)

L'interprétation de la carte de la figure N°7 indique que la variation est comprise entre 30 mg/l et 5250 mg/l. la région extrême nord et à la frontière de la wilaya d'Ouargla sont caractérisées par des fortes concentration de sulfates qui dépasse les normes de l'OMS (250mg/l). Cette forte concentration des sulfates s'expliquée par l'utilisation anarchique et non contrôlé des engrais dans le domaine agricole

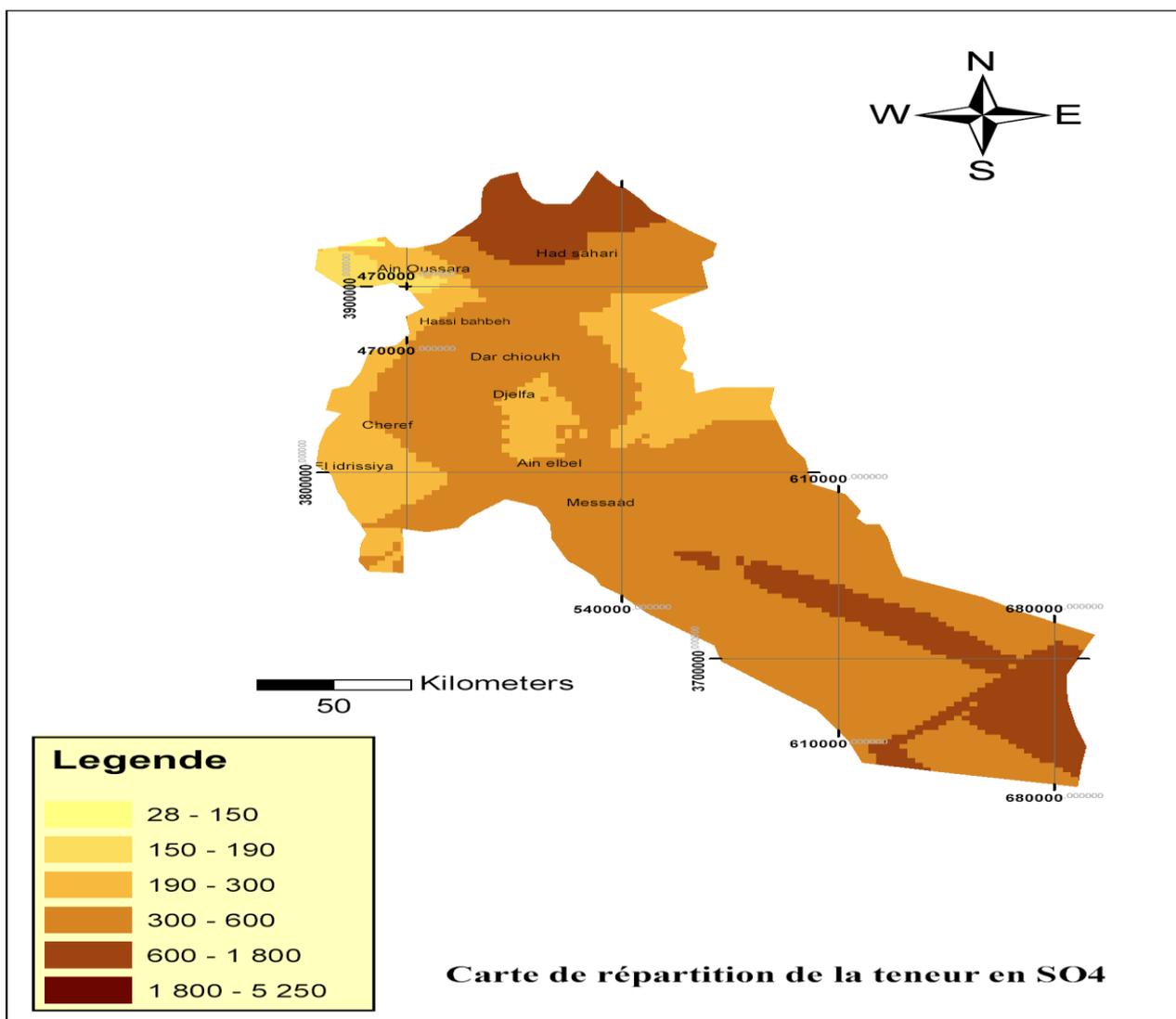


Figure N°10 : carte de répartition de la teneur en Sulfates

VI.1. 2.4.Nitrates (No3)

La carte de nitrates présente des teneurs faibles entre 1.95 – 20 mg/l dans toute la région d'étude et qu sont des valeurs inférieures aux normes de l'OMS (50mg/l). Ce qui nous fait penser qu'il n' ya pas des signes de pollution dans notre région d'étude.

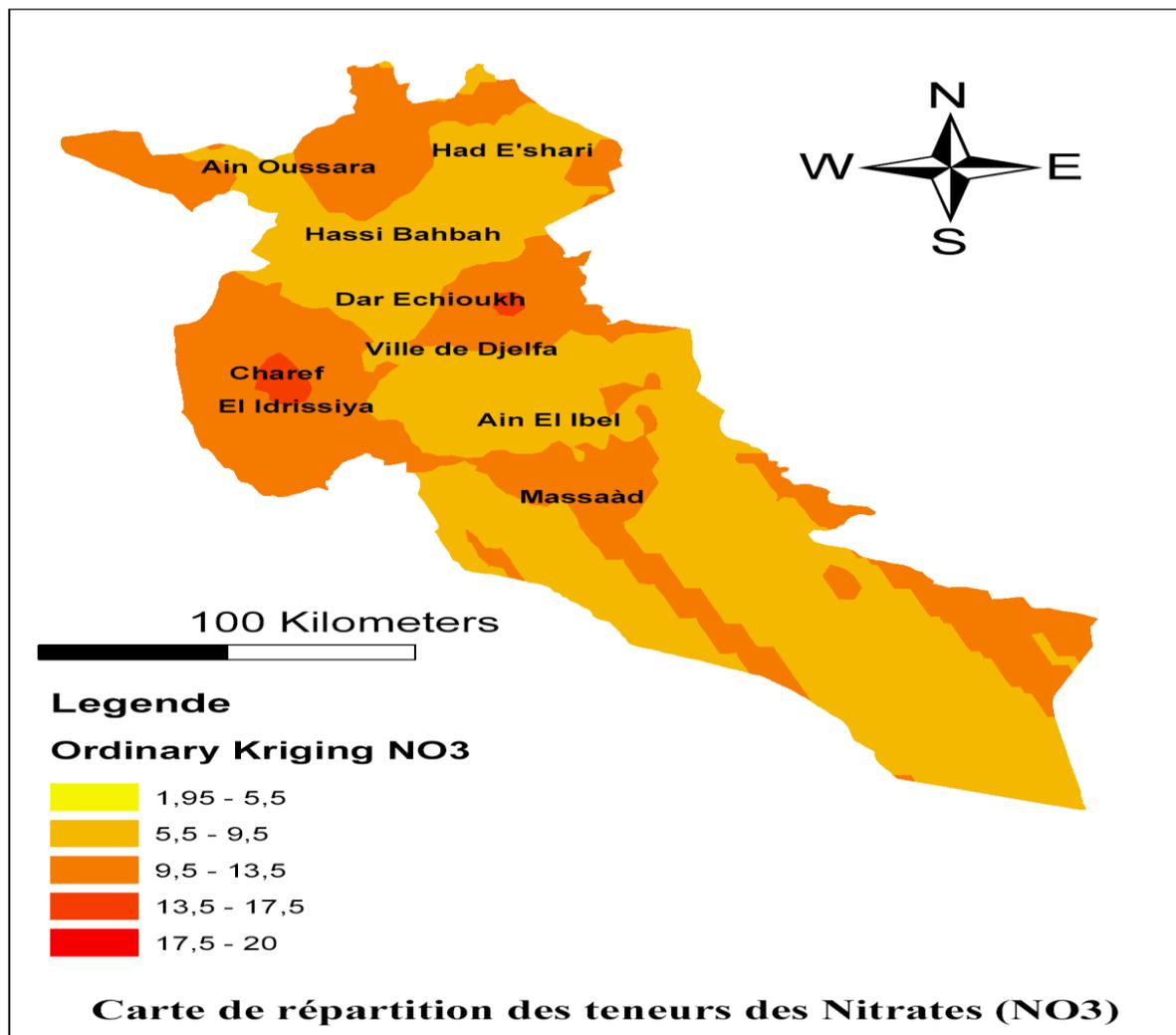


Figure N°11 : carte de répartition de la teneur en Nitrates

Conclusion générale

Conclusion

L'utilisation du système d'information géographique SIG intégrant des modèles d'analyse géostatistiques constitue une nouvelle approche pour l'analyse spatiale de l'information et la mise à jours des travaux de cartographie

Les cartes obtenues ont permis de suivre l'évolution spatiale des différents paramètres étudiés dans ce manuscrit.

Nous avons voulu montrer des techniques modernes à base informatique pour l'interprétation et la résolution des problèmes de la gestion des eaux.

Pour compléter notre travail nous proposons les points suivants :

- Traitement des eaux usées avants de les rejeter dan les Oueds
- Contrôler l'utilisation des engrais et pesticides dans le domaine agricole.

Référence bibliographique

1. BLI EFFERT C. et PERRAUD R. 2001. « Chimie de l'environnement – air, eau, sols, déchets», ed. DeBoeck Université.
2. RODIER J. -L'analyse de l'eau, 7^{eme} Ed, 1353 P, (1984)
3. PLOTNICOV N.A. – Ressources en eau souterraines : classification et méthodes d'évaluation, Gauthier-Villars et Cie, (1962)
4. Moussa M.D.H., 2005. Les eaux résiduaires des tanneries et des teintureries caractéristiques phyichimique.mali109p.
5. MOUSTY P., MORVAN J.P., DUTANG et DAMEZ F. Sécurité de l'alimentation en eau potable : une nouvelle génération de systèmes d'alerte à la pollution, science et technique de l'eau, vol. 22, n° 3, août (1989)

Webographie

1. Anonyme 1: (www.andi.dz/PDF/monographies/djalefa.pdf)
2. Anonyme 2: (<http://physio-geo.revues.org/2632>)