

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

**UNIVERSITE SAAD DAHLEB-BLIDA 1**

**Faculté De Technologie**

Département Des Sciences de l'Eau Et Environnement



**MEMOIRE DE MASTER**

Filière : **Hydraulique**

Spécialité : **Ressources Hydrauliques**

Thème :

**LES RESSOURCES HYDRIQUES DE LA PLAINE DE LA MITIDJA ET  
LA POLLUTION NITRIQUE**

Présenté par :

SAMADI Abdelnaim

OUAIL Hichem

Devant le jury composé de :

M. Boualam Remini

M. Rida Khouli

M. Djilali Ben Safia

Président

Promoteur

Examineur

Blida, 2020/2021



## *Remerciements :*

*Tout d'abord, nous remercions dieu le tout puissant, de  
m'avoir donné le courage, la volonté et la patience pour  
Aboutir à ce travail.*

*Au terme de ce travail, j'adresse mes remerciements à  
ceux qui m'ont aidé de près ou de loin à la réalisation de  
ce projet.*

*Je tiens à remercier mon promoteur DR.R. KHOULI.  
Pour son aide, leur conseil pour mener à bien ce travail.*

*Mes vifs remerciements à messieurs, le président du jury et  
les membres du jury et a tous les enseignants qui ont  
contribué à ma formation durant mon cycle universitaire.*

*On vous dit : " Merci Beaucoup "*

## *Dédicace*

*Je dédie mon travail,*

*A ma chère mère, la lumière de ma vie,*

*A la mémoire de mon père,*

*A mon cher frère,*

*A toute ma famille,*

*A mes amis,*

*A mes collègues,*

**A. SAMADI**

## Dédicace

*Je dédie mon travail  
A mes parents pour leurs sacrifices et leur soutien, qu'Allah  
Soit avec eux.*

*A mes frères et mes sœurs qui ont crus en moi tout au long de mon  
parcours scolaire.*

*A mes grands-parents qui n'ont cessé de prier pour moi.  
Et à mes amis qui m'ont soutenue.*

*Je vous remercie tous.*

**H. OUAIL**

## ملخص

إن الهدف من هذا العمل هو تشكيل خريطة توضح نسب وتركيز النترات في سهل متيجة من خلال الاستفادة من مختلف الدراسات الجيولوجية والهيدروجيولوجية التي أجريت من طرف الوكالة الوطنية للموارد المائية والمعهد الوطني للأرصاد الجوية لهذا السهل. والذي يعيش بدوره أزمة حادة بيئية من حيث تلوث الهواء وتلوث المياه السطحية والجوفية نتيجة للاستعمال اللاعقلاني للأسمدة الكيميائية في المجال الزراعي با النسبة للجهة الغربية وكذا النفايات الصناعية وارتفاع النمو الديموغرافي با النسبة للجهة الشرقية لهذا السهل.

## Résumé

Le but de ce travail est d'établir la cartographie des nitrates de la plaine de la Mitidja en s'inspirant de diverses études géologiques et hydrogéologiques menées par l'Agence Nationale des ressources en eau et de l'Institut National de météorologie. La plaine de la Mitidja connaît une crise grave en termes de pollution de l'air et la contamination des eaux superficielles et souterraines en raison de l'utilisation irrationnelle d'engrais chimiques dans l'agriculture pour la partie Ouest, ainsi que les déchets industriels et la forte croissance démographique pour la partie Est de cette plaine.

## Abstract

The aim of this work is to establish the the nitrate cartography of the Mitidja plain by drawing inspiration from various geological and hydrogeological studies carried out by the national water Resources Agency and the National. The Mitidja plain is experiencing a serious crisis in terms of air pollution and contamination of surface and underground bilges due to the irrational use of chemical fertilizers in agriculture for the Oucst, as well as industrial waste and strong demographic growth for the eastern part of this plain.

# Sommaire

## *Introduction générale*

<i>Introduction générale</i> .....	1
------------------------------------	---

## *Chapitre I : Les ressources hydriques en Algérie*

1. <i>Introduction</i> :.....	2
2. <i>Définition</i> :.....	2
3. <i>Les ressources hydriques de surface</i> :.....	3
4. <i>Les ressources hydriques souterraines</i> :.....	4
4.1 <i>Quantité d'eau souterraine</i> :.....	4
4.2 <i>Législation sur les eaux souterraines</i> :.....	4
5. <i>Conclusion</i> .....	5

## *Chapitre II :la plaine de Mitidja*

1. <i>Introduction</i> :.....	6
2. <i>Situation géographique</i> :.....	6
3. <i>Climat de la Mitidja</i> : .....	7
4. <i>Pluviométrie</i> : .....	8
5. <i>Température</i> :.....	10
6. <i>Humidité</i> :.....	10
7. <i>Vent</i> :.....	10
8. <i>Insolation</i> :.....	11
9. <i>Hydrographie</i> : .....	11
10. <i>Aperçu géologique</i> : .....	13
10.1 <i>Cadre géologique général</i> : .....	13
10.2 <i>La litho stratigraphie</i> :.....	14
10.2.1 <i>Le Quaternaire</i> : .....	14
11. <i>Aperçu Hydrogéologique</i> :.....	16
11.1 <i>Présentation de l'aquifère de la Mitidja</i> :.....	16
12. <i>Mécanismes d'alimentation et d'écoulement des eaux souterraines</i> :.....	17

13. Conclusion :.....	17
-----------------------	----

### *Chapitre III : Généralités sur la pollution nitrique*

1. Introduction :.....	18
2. Cycle de l'azote :.....	18
3. Les caractéristiques physico-chimiques des nitrates : .....	20
4. Les sources de nitrate dans les eaux :.....	22
5. Origine des nitrates dans les nappes aquifères :.....	23
5.1 Origine agricole :.....	24
5.1.1 Les engrais agricoles :.....	24
5.1.2 Les engrais azotés de synthèse :.....	24
5.1.3 Les engrais azotés minéraux :.....	24
5.2 Origine urbaine :.....	25
5.2.1 Notion de l'équivalent –habitant : .....	25
5.2.2 Les polluants minéraux :.....	25
5.3 Origine industrielle :.....	26
5.3.1 Les industries polluantes :.....	26
6. Conclusion :.....	27

### *Chapitre IV : Cas de la pollution de la Mitidja*

1. Introduction : .....	28
2. Les principes source de la pollution :.....	28
2.1 Origine agricole :.....	29
2.1.1 Les superficies agricoles :.....	30
2.1.2 Consommation d'engrais chimiques dans la Mitidja : .....	30
2.2 Origine industrielle : .....	33
2.2.1 Les principales activités industrielles dans la Mitidja :.....	34
2.3 Origine urbain :.....	35
2.3.1 Les décharges publiques :.....	36
3. Application de la cartographie des nitrates :.....	37
3.1 Inventaire des données :.....	37

3.2	<i>Analyse des données</i> :.....	37
3.3	<i>CREATION DE LA BASE DE DONNEES</i> :.....	38
4.	<i>Numérisation des données</i> :.....	38
4.1	<i>Le logiciel Mapp info</i> :.....	38
4.2	<i>Le logiciel Surfer</i> :.....	39
5.	<i>La distribution de la pollution par les nitrates dans la pleine de la Mitidja</i> :.....	40
5.1	<i>En 2011</i> :.....	40
5.2	<i>En 2012</i> :.....	41
5.3	<i>En 2013</i> :.....	42
5.4	<i>En 2014</i> :.....	43
5.4.1	<i>Période des hautes eaux</i> :.....	43
5.4.2	<i>Période des basses eaux</i> :.....	45
5.5	<i>En 2015</i> :.....	47
5.5.1	<i>Période des hautes eaux</i> :.....	47
5.5.2	<i>Période des basses eaux</i> :.....	49
5.6	<i>En 2016</i> :.....	51
5.6.1	<i>Période des hautes eaux</i> :.....	51
5.6.2	<i>Période des basses eaux</i> :.....	52
5.7	<i>En 2017</i> :.....	54
5.7.1	<i>Période des hautes eaux</i> :.....	54
5.7.2	<i>Période des basses eaux</i> :.....	56
5.8	<i>En 2018</i> :.....	58
5.8.1	<i>Période des hautes eaux</i> :.....	58
5.8.2	<i>Période des basses eaux</i> :.....	60
6.	<i>Conclusion</i> :.....	62
	<i>Conclusion générale</i>	
	<i>Conclusion générale</i> .....	63
	<i>Référence bibliographique</i>	
	<i>Références bibliographiques</i> .....	65



## Liste des figures :

Figure II- 1 : Présentation la plaine de la Mitidja [3] .....	7
Figure II- 2:Pluviométrie moyenne interannuelle (Période 1979- 2012). .....	9
Figure II- 3:chevelu hydrographique et station pluviométrique [6] .....	12
Figure II- 4:Carte géologique de la Mitidja (ANRH Alger2015) [11].....	14
Figure II- 5:Coupe interprétative transversale de la Mitidja dans le bassin de Mazafran[14] .....	16
Figure III- 1 : Principaux processus de la dynamique de l'azote dans les sols cultivés [4] .....	19
Figure III- 2:Les principales réactions biologiques [5] .....	20
Figure III- 3:Sources d'azote d'origine anthropique dans l'eau [12].....	23
Figure IV- 1:Evolution des consommations en azote (Rapport ANRH, Service pédologie 2010). [10] .....	31
Figure IV- 2:Évaluation des quantités d'azote épandues à l'hectare (2008). (Rapport ANRH, Service pédologie 2010). [10] .....	32
Figure IV- 3:Apport en Azote d'origine agricole. (Rapport ANRH, Service pédologie 2010). [5] ..	33
Figure IV- 4:Activités industrielles dans la Mitidja (Rapport ANRH, Service pédologie 2010). [5]	35
Figure IV- 5:Carte Numérisée de la plaine de la Mitidja représentant les puits et forages de sondage .....	39
Figure IV- 6:: carte iso valeur des nitrates sur la plaine par le logiciel Surfer années (2011) [5].....	40
Figure IV- 7:carte iso valeur des nitrates sur la plaine par le logiciel Surfer années (2012) [5].....	41
Figure IV- 8:carte iso valeur des nitrates sur la plaine par le logiciel Surfer années (2013) [5].....	42
Figure IV- 9:carte iso valeur des nitrates sur la plaine par le logiciel Surfer années (2014) (hautes eaux) .....	44
Figure IV- 10:carte iso valeur des nitrates sur la plaine par le logiciel Surfer années (2014) (basses eaux) .....	46
Figure IV- 11:carte iso valeur des nitrates sur la plaine par le logiciel Surfer années (2015) (hautes eaux) .....	48
Figure IV- 12:carte iso valeur des nitrates sur la plaine par le logiciel Surfer années (2015) (basses eaux) .....	50
Figure IV- 13 : carte iso valeur des nitrates sur la plaine par le logiciel Surfer années (2016) (hautes eaux) .....	51

Figure IV- 14:carte iso valeur des nitrates sur la plaine par le logiciel Surfer années (2016) (basses eaux).....	53
Figure IV- 15:: carte iso valeur des nitrates sur la plaine par le logiciel Surfer années (2017) (hautes eaux).....	55
Figure IV- 16:carte iso valeur des nitrates sur la plaine par le logiciel Surfer années (2017) (basses eaux).....	57
Figure IV- 17:carte iso valeur des nitrates sur la plaine par le logiciel Surfer années (2018) (hautes eaux).....	59
Figure IV- 18:carte iso valeur des nitrates sur la plaine par le logiciel Surfer années (2018) (basses eaux).....	61

## Listes des tableaux

Tableau II- 1 : Résultats du bilan Hydrologique (1971-2010) .....	8
Tableau II- 2:Station météorologique de larabaa (2011-2018) .....	9
Tableau II- 3:Températures de l'année 2012 .....	10
Tableau II- 4:Humidité de l'année 2012 .....	10
Tableau II- 5:Vent de l'année 2012 .....	10
Tableau II- 6:Insolation de l'année 2008 .....	11
Tableau II- 7:Principaux sous bassins versants de la Mitidja et leurs principaux oueds .....	12
Tableau II- 8:litho stratigraphique de la plaine de la Mitidja (Quaternaire) [11].....	15
Tableau III- 1::Caractéristiques de l'atome d'azote [12] .....	21
Tableau IV- 1:Consommation moyenne d'azote (Rapport ANRH, Service pédologie 2010) [13] ...	30
Tableau IV- 2:Fertilisation par Wilaya (Rapport ANRH, Service pédologie 2010) [13] .....	32
Tableau IV- 3:Activités industrielles dans la Mitidja (Rapport ANRH, Service pédologie 2010) [13] .....	34
Tableau IV- 4:Structure de la base des données d'année 2014 période (hautes eaux)[6] .....	43
Tableau IV- 5:Structure de la base des données d'année 2014 période (basses eaux)[6] .....	45
Tableau IV- 6:Structure de la base des données d'année 2016 période (hautes eaux)[6] .....	51
Tableau IV- 7:Structure de la base des données d'année 2016 période (basses eaux)[6] .....	52
Tableau IV- 8:Structure de la base des données d'année 2017 période (hautes eaux)[6] .....	54
Tableau IV- 9:Structure de la base des données d'année 2017 période (basses eaux)[6] .....	56
Tableau IV- 10:Structure de la base des données d'année 2018 période (hautes eaux)[6] .....	58
Tableau IV- 11:Structure de la base des données d'année 2018 période (basses eaux)[6] .....	60

# *Introduction générale*

## Introduction générale

Le début du 21ème siècle s'annonce sous le signe d'une aggravation des pénuries d'eau . le monde en général et l'Algérie en particulier sont subir ces dernières années des changements climatiques défavorables (précipitations faibles, évaporations intenses, etc.).

L'impact négatif de ces conditions sur l'ensemble des activités socio-économiques révèle que la politique de l'eau doit être considérée comme un élément essentiel dans la stratégie du développement.

La recherche des ressources en eau est toujours plus importante pour les besoins humains, elle conduit de plus en plus à l'implantation d'ouvrage de captages. Les eaux théoriquement protégées proviennent des nappes souterraines, ces ressources, lorsque elles sont potables seront « idéales » pour la consommation, mais malheureusement elles sont de plus en plus soumises aux contaminations chimiques (Nitrates, détergents, pesticides, métaux, etc.) et parfois microbiennes provoquées par le développement des industries, de l'agriculture et de la population.

Que ce sujet a été proposé. En premier lieu on présentera une synthèse hydrogéologique de la nappe de la Mitidja, avec une mise à jour des données sous certains supports informatiques « Logiciels » tels que : Mapp info, Surfer...etc.

En seconde lieu, nous développerons l'étude de la pollution par les nitrates des eaux souterraines pour l'un des grands systèmes aquifères de l'Algérie du Nord (Nappe alluviale de la Mitidja) sous un SIG avec différentes cartes thématiques qui sont interrogeables (modifiables) dans le temps.

***Chapitre I : Les ressources  
hydriques en Algérie***

## 1. Introduction :

En Algérie, les ressources en eau sont réparties comme suit : [1]

- 100 milliards de m<sup>3</sup> de précipitations totales dans le nord de l'Algérie, dont 85 % S'évapore et 15 % constitue l'écoulement superficiel.
- 12,4 milliards de m<sup>3</sup> d'écoulement superficiels.
- 1,8 milliard de m<sup>3</sup> d'eaux souterraines mobilisables dans le nord et sont exploités à près de 90 %.
- 6 milliards de m<sup>3</sup> mobilisables en tenant compte des sites favorables techniquement (hydrologie, topographie, géologie, etc.).
- 4,8 milliards de m<sup>3</sup> mobilisables en 2003.
- 2 milliards de m<sup>3</sup> mobilisés pour une centaine de barrages.
- 29 barrages en construction en 2003.

## 2. Définition :

Les ressources hydriques [1], ou ressources en eau comprend, au sens large, toutes les eaux accessibles comme ressources, c'est-à-dire utiles et disponibles pour l'être humain, les végétaux qu'il cultive, le bétail qu'il élève et les écosystèmes, à différents points du cycle de l'eau.

Cette ressource est limitée en quantité et en qualité (surtout en zone sèche). Elle est indispensable à la vie et à la plupart des activités humaines, telles que l'agriculture, l'industrie et aux usages domestiques (alimentation en eau potable). Elle est vitale pour le fonctionnement des écosystèmes terrestres.

Elle est localement menacée ou très dégradée par la pollution et l'eutrophisation. Il existe dans un nombre croissant de régions une surexploitation de la ressource ; les détournements ou prélèvements d'eau par pompage et pour l'irrigation sont tels qu'ils dépassent les seuils autorisant le renouvellement et l'autoépuration des masses d'eau superficielles ou des nappes phréatiques.

-En Algérie, l'eau est une ressource fondamentalement préoccupante du fait de sa rareté et du développement économique et social désordonné. Cela entraîne une suite de problèmes de gestion au sens large : pertes, gaspillages, traitements aléatoires, dégradations et manque de protection de la ressource, qui s'ajoutent aux conditions naturelles défavorables. En effet, la problématique de l'eau en Algérie et particulièrement celle du Nord du pays s'explique par :

- les caractéristiques naturelles et la répartition de population. Cette région Représentant à peine 7 % de la surface du pays, soit 166 721 km<sup>2</sup>, reçoit cependant 92% des écoulements. La tranche pluviométrique la plus intéressante (supérieure à 700 mm/an) ne concerne que 30 103km<sup>2</sup> et

seulement 7 % des bassins versants nécessitant un traitement contre l'érosion. Pris en charge en 1985 (ARRUS et al., 1985). D'autre part, près de 60 % de la population du pays sont concentrés sur cette partie du territoire national (Office National des Statistiques recensements de 1966, 1977, 1987 et 1994).

- La connaissance précise de l'état des ressources hydriques reste à parfaire en raison de l'information fragmentaire au niveau des grandes structures publiques et la mauvaise coordination qui existe entre elles.

- Le mauvais recyclage des eaux par manque de maîtrise des stations d'épuration (technicité et moyens financiers nécessaires) qui s'est traduit par l'arrêt provisoire de la quasi-totalité des stations existantes (145/150). Problèmes aux conséquences dramatiques particulièrement dans les grandes wilayets (préfectures) relativement industrialisées dont Oran où seule une station sur les 21 fonctionne (KHOUTI et al., 1995), Alger où une seule est fonctionnelle et Constantine où 2 stations uniquement assurent un recyclage intermittent (Institut National des Études de Stratégie Globale : INESG, 1995).

### **3. Les ressources hydriques de surface :**

On estime que, pour un apport [1] pluviométrique annuel total de  $65\ 109\text{m}^3$  le cycle de l'eau de l'ensemble des régions telliennes (versants Nord de l'Atlas Saharien, Hauts plateaux et Atlas Tellien) se décompose ainsi (ARRUS, 1985) :

- un ruissellement de  $15\ 109\text{m}^3$ , (23,1 %).
- une infiltration de  $3\ 109\text{m}^3$ , (4,6 %).
- une évaporation de  $47\ 109\text{m}^3$ , (72,3 %).

Cette distribution traduit à elle seule un grand déséquilibre au détriment de l'infiltration (4,6 %) qui limite considérablement la possibilité de réalimentation des aquifères. La prédominance du secteur montagneux en Algérie du Nord explique le taux élevé du ruissellement (23,1 %). Il est d'ailleurs probable que ce taux a considérablement augmenté depuis la publication de ces données.

En effet, le ruissellement est inversement lié à la densité de la couverture végétale et au travail aratoire du sol. Depuis une décennie, la déforestation et l'abandon de plusieurs centaines d'hectares dans les régions montagneuses telliennes ont diminué, d'environ 10 %, le couvert végétal des piémonts du tell Septentrional (BOUDJADJA, 1995). Le taux élevé du ruissellement impose la Construction D'ouvrages de mobilisation (digues, retenues collinaires, barrages) Capables de conserver un certain temps les eaux de ruissellement.

-Il y a 17 bassins versants majeurs en Algérie. Les précipitations faibles signifient que la majorité des oueds dans les régions montagneuses et désertiques de l'Algérie sont éphémères, ne s'écoulent qu'après de fortes précipitations. Seuls quelques oueds de la région côtière du nord sont pérennes, coulant toute l'année. Au sud, les oueds (rivières éphémères) s'écoulent



vers des dépressions internes fermées tels les chotts ou sebkhas - qui sont soumis à des taux d'évaporation très élevés.

#### **4. Les ressources hydriques souterraines :**

La puissance des horizons aquifères [2] dépasse rarement les 30 mètres d'épaisseur. Par ailleurs, du fait de l'imperméabilité des sols, la réalimentation naturelle des aquifères est très faible. Se trouvent dans cette situation les aquifères du bas Chlef et d'Oran à l'Ouest, du Sébaou, du Mazafran, du Nador, d'EI Hachem au centre, et de Djendjen, la Soummam, du Zitoun et de Taher à l'Est.

##### **4.1 Quantité d'eau souterraine :**

Le potentiel des eaux souterraines exploitables disponibles [2] a été estimé à 123 unités hydrogéologiques différentes par l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (ANRH). Le potentiel exploitable d'eau souterraine total disponible est estimé à environ 2,7 milliards de m<sup>3</sup> dans la région nord de l'Atlas et à 5 milliards de m<sup>3</sup> dans la région du sud du Sahara.

Certains aquifères situés en aval des barrages sont privés de recharge.

##### **4.2 Législation sur les eaux souterraines :**

La loi 05-12 La loi du 4 août 2005 sur l'eau couvre la protection et la conservation [2] des ressources en eaux souterraines en établissant :

- Les périmètres de protection quantitatifs, dans lesquels les nouveaux puits, les forages ou les modifications des installations existantes sont interdits, afin d'augmenter les taux prélevés
- Les périmètres de protection qualitative, dans lesquels toutes les activités industrielles peuvent être réglementées, interdites ou soumises à des mesures spéciales de contrôle, de restriction ou d'interdiction. Ces activités comprennent notamment :
  - l'installation de conduites d'eau
  - les réservoirs pour l'élimination des hydrocarbures
  - les stations-services de distribution de carburant
  - toute construction industrielle
  - l'élimination des déchets de toute nature
  - l'épandage de fumier
  - l'élimination des produits et matériaux susceptibles d'affecter la qualité de l'eau.

Cette législation est mise en œuvre en relation avec les périmètres de protection identifiés.

## **5. Conclusion**

Les ressources en eau en Algérie sont limitées, vulnérables et inégalement réparties. Ces ressources ont subi durant les deux dernières décennies les effets négatifs de la sécheresse, et de la pollution, et de la mauvaise gestion.

Ces ressources sont distribuées dans toute l'Algérie et à la pleine de la Mitidja une partie intégrante de l'Algérie.

**Chapitre II : Présentation de la  
plaine de la Mitidja**

## **1. Introduction :**

La plaine de la Mitidja [3] a fait l'objet de plusieurs études et projets d'amélioration (développement) et cela grâce au grand rôle qu'elle joue sur le plan économique et agricole. Cette place qu'occupe cette région est due à :

- La fertilité de son sol.
- Sa situation stratégique : sa proximité de la capitale, son accessibilité, et la facilité de transport de la marchandise grâce au réseau routier qui l'entoure.
- Son climat favorable avec une précipitation annuelle moyenne de 600 mm
- La diversité des cultures appliquées (arboriculture, cultures maraîchères).

## **2. Situation géographique :**

Avec une superficie totale [4] de 1400 km<sup>2</sup> et une superficie agricole de 120.000 ha à 130.000 ha, la plaine de la Mitidja englobe les wilayas d'Alger, Blida, partiellement celles de Tipaza et Boumerdés.

Cette plaine est une dépression longue d'environ 100 km sur 15 à 20 km de large resserrée entre l'Atlas Blidéen au sud, et le Sahel au Nord, elle est largement ouverte sur la mer, sur une trentaine de kilomètres. Dans sa partie Ouest, les collines du Sahel entrent au contact du massif montagneux de chenoua (905 m) et rejoignent, au plateau de Fadjana, les premières hauteurs de l'Atlas (djebel thebarrarine au sud, 853 m). La plaine de la Mitidja descend en pente douce du Sud au Nord, de l'Atlas vers les collines. Cinquante mètres seulement entre Ahmeur-el-Ain et le fond du lac halloula.

De l'extrémité Ouest d'Alger, sur 70 km, la plaine ne communique avec la mer que par l'intermédiaire de l'oued Nador et 40 km plus loin par le Mazafran.

Comme Le remonter la carte ci-dessous on peut définir quelques éléments délimitant la plaine de la Mitidja partant du Sud vers le Nord.

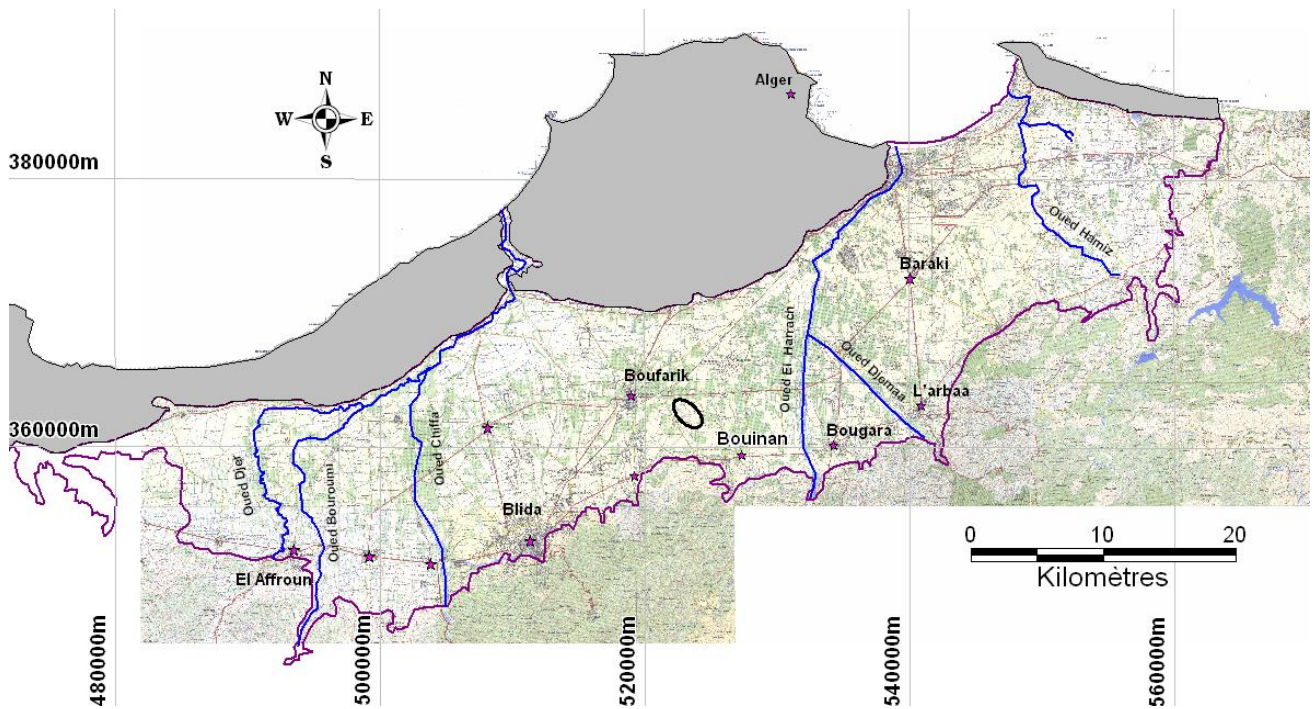


Figure II- 1 : Présentation la plaine de la Mitidja [3]

### 3. Climat de la Mitidja :

La plaine de la Mitidja [5] se situe au Nord de l'Atlas Blidéen (1620 m, pic de Chréa), qui la protège de l'influence Saharienne.

Elle est soumise à un climat régional subhumide littoral caractérisant l'ensemble des plaines côtières. Au fur et à mesure que l'on s'éloigne du littoral, le climat devient de plus en plus continental et l'on enregistre une baisse sensible des températures. Les valeurs des précipitations de la région varient de 284 mm à 951 mm, concentrées sur une période pluvieuse d'octobre en février.

La plaine de la Mitidja reçoit une lame d'eau d'environ 616,1 mm par ans, dont 84,7 % s'évapore, 2,63% s'infiltré et 12.67% s'écoule. Les mois d'octobre à mars constituent la période la plus pluvieuse, tandis que, les précipitations sont presque nulles pendant les trois mois d'été.

La température moyenne annuelle varie de 16,1 à 18 °C. Notons que la variation est en fonction de l'éloignement par rapport à la mer, elle est plus douce au littoral qu'à l'intérieur.

Tableau II- 1 : Résultats du bilan Hydrologique (1971-2010)

Termes du Bilan Les Parties	P (mm)	ETR		R		I	
		mm	%	mm	%	mm	%
Partie Est	641.3	536.23	83.61	90.08	14.05	15	2.34
Partie Ouest	590.9	507	85.80	66.7	11.29	17.2	2.91

Source ANRH(Blida) 2012

#### 4. Pluviométrie :

Les précipitations moyennes interannuelles dans la plaine de la Mitidja [6] sont irrégulièrement réparties.

L'évolution interannuelle des pluies enregistrées sur **33 années** d'observations, entre 1979 jusqu'à 2012, a mis en évidence une phase de stabilité des précipitations qui avoisine les 524,6 mm, avec une tendance à la hausse depuis l'année 2009, avec un épisode pluvieux exceptionnel durant le mois de février 2012.

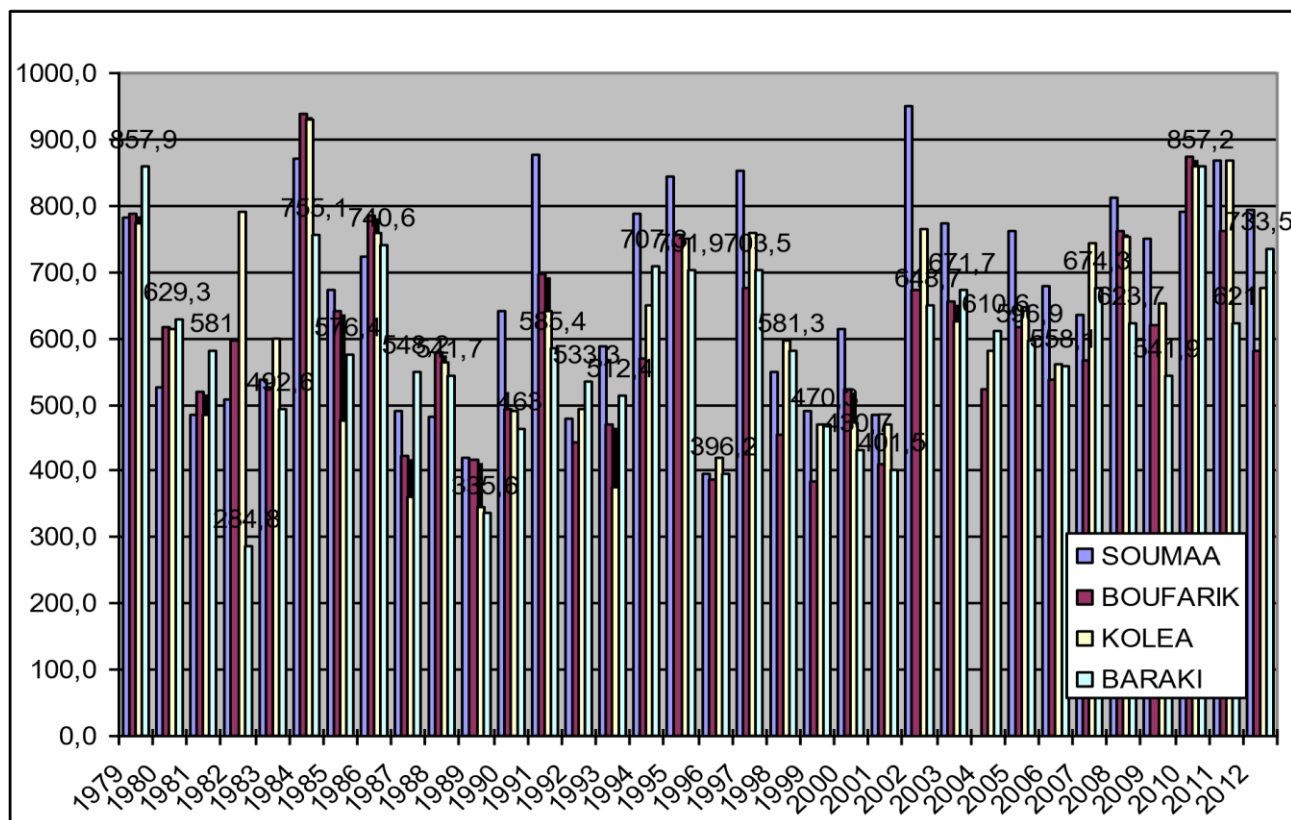


Figure II- 2:Pluviométrie moyenne interannuelle (Période 1979- 2012).

Source ANRH (Blida)2012

La pluie indiquée par la station de Larabaa en (2011-2018) est présenté dans le tableau

Tableau II- 2:Station météorologique de larabaa (2011-2018)

année	sep	oct	nov	déc	jan	fév	mar	Avr	mai	juin	juil	aoû	Max (mm)
2011	4	18,6	12	20,1	62	27,8	11,5	21,6	47,9	15,2	0	1	62
2012	18,8	18,7	9,5	22,5	15,8	38,5	30,2	21	62	0	0	16,5	38,5
2013	4,5	26,1	18,9	12	16	28,5	18,5	30,9	86,3	3,4	0	7,8	86,3
2014	7,4	12,5	31,5	60,3	37	23,7	32,8	1,4	3,1	49,8	0	0	60,3
2015	23,1	15,3	12,8	43,5	40	24,3	28,2	0	5,5	2,8	0	0	43,7
2016	2,6	28,5	15,2	0	48,1	32,7	51,4	26,1	59,4	0	0	0	51,4
2017	2,2	7,2	29,3	50,6	52,9	7,5	22,6	8,8	15,9	16,5	0	0	52,9
2018	43,8	23,2	43,9	35,6	9,7	25,3	21,1	49,1	39,9	37,5	0	0	49,1

Source ANRH (Blida)2021

## 5. Température :

Les températures [6] jouent un grand rôle dans la détermination de la période de l'irrigation tout à fait comme les précipitations, les paramètres climatiques de l'année 2012 de la station d'Ahmer El Ain sont présentées dans les tableaux suivants :

Tableau II- 3:Températures de l'année 2012

T°C	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Max	14.8	12.6	19.2	21.0	19.8	28.3	31	29.2	33.0	28.2	19.0	14.5
Min	8.5	7.5	7.7	13.0	14.0	18.0	25.5	24	15	15	11	7.3
Moy	12.1	13.1	13.8	16.2	17.6	23.0	27.9	26.6	23.0	21.1	14.5	11.4

Source ANRH (Blida)2012

## 6. Humidité :

Tableau II- 4:Humidité de l'année 2012

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Hum %	14.8	12.6	19.2	21.0	19.8	28.3	31	29.2	33.0	28.2	19.0	14.5

Source ANRH (Blida)2012

Les valeurs max de l'humidité sont atteintes au mois de septembre tandis que la valeur min est au mois de Février

## 7. Vent :

Tableau II- 5:Vent de l'année 2012

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
vent (m/s)	1.5	2.0	3.4	3.0	3.1	3.2	2.8	2.7	3.30	2.3	2.9	2.6

Source : ANRH 2012

La vitesse du vent dans la Mitidja ouest [6] atteint à ses max au mois de Mars avec 3.4 m/s.



## 8. Insolation :

Tableau II- 6:Insolation de l'année 2008

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Insolation	6.8	6.6	6.8	8.9	6.1	10.2	11.3	9.7	8.0	6.6	5.9	2.6

Source : ANRH 2012

L'insolation la plus forte [6] durant toute l'année est celle du mois juillet et du mois de juin.

## 9. Hydrographie :

La plaine de la Mitidja [5] est traversée par six importants oueds qui assurent le drainage des bassins versants montagneux de la chaîne de l'Atlas. Nous rencontrons d'Est en Ouest les oueds : Hamiz, Djemaa, El Harrach, Chiffa, Bouroumi, Djer. En aval de la plaine de la Mitidja, l'oued Bouroumi et l'oued Chiffa confluent pour former l'oued Mazafran. L'oued Harrach rencontre l'oued Djemaa dans les environs de Baba Ali. A l'Est de l'oued Hamiz, s'écoule l'oued Reghaia qui est considéré comme secondaire. Les oueds mentionnés ci-dessus sont en grande partie en liaison hydraulique avec la nappe de la Mitidja puisque leurs eaux peuvent s'infiltrer ou inversement drainer la nappe.

La plaine est partagée en quatre bassins fluviaux : celui de l'oued Nador, de l'oued Mazafran, de l'oued Harrach et du Hamiz. Alors que la plaine s'allonge dans une direction d'Est - Ouest, ces derniers la traversent perpendiculairement selon des directions méridiennes. Ces oueds côtiers présentent un certain nombre de caractéristiques communes :

- Ils prennent tous naissance dans l'Atlas et sont tous de dimensions restreintes
- Tous présentent un profil longitudinal divisé en deux parties très distinctes.
- Leurs pente est très forte en montagne.
- Ce sont des oueds aux vallées étroites, profondes, encaissées (Rabehaoui et Belaidi, ANRH, 2005).

Tableau II- 7: Principaux sous bassins versants de la Mitidja et leurs principaux oueds

Sous Bassins Versants	Principaux Oueds
Nador sous (BV Occidental)	Nador, Bourkika, Meurad, Bouhardoun, Bouyéersen
Mazafran (premier sous BV central)	Djer, Bou Roumi, Chiffa
El Harrach (deuxième sous BV central)	Djema, Semar
Hamiz et Réghaia sous (Bassin oriental)	Hamiz, Réghaia

Source DRU(Blida)2021



Figure II- 3: chevelu hydrographique et station pluviométrique [6]

## **10. Aperçu géologique :**

La Mitidja est une vaste plaine [14] dont la superficie est estimée à environ 1300 Km<sup>2</sup>, elle a une forme allongée et s'étend au sud d'Alger, entre Hadjout à l'Ouest et Réghaia à l'Est.

Elle est délimitée par deux régions surélevées :

-Au Nord, le bombement du Sahel d'altitude n'excédant pas 280 mètres, et des pentes faibles ;

-Au Sud, l'Atlas Blidéen formé par une succession de massifs montagneux dont l'altitude maximale est de 1629 mètres. Les pentes sont généralement fortes.

### **10.1 Cadre géologique général :**

La formation du bassin synclinal d'affaissement [14] en-dessous de la plaine actuelle de la Mitidja, a débuté au cours de la période Miocène et s'est poursuivie au cours du Pliocène. Pendant cette période, d'épaisses roches maritimes argileuses (connus sous le nom de Plaisancien et d'Astien argileux) se sont déposées en mer profonde sur des roches carbonatées crétacée. Vers la fin du Pliocène, une série de marnes, de grès et d'argiles (connus sous le nom d'Astien) c'est déposé dans le bassin qui devenait de moins en moins profond. Un plissement léger, qui s'est produit à la fin du Pliocène, et le soulèvement du bassin ont isolé le bassin de la Mitidja de la mer.

Au cours de la période post-Pliocène, la sédimentation Fulvio - lacustre a été périodiquement interrompue par des intervalles de forte érosion.

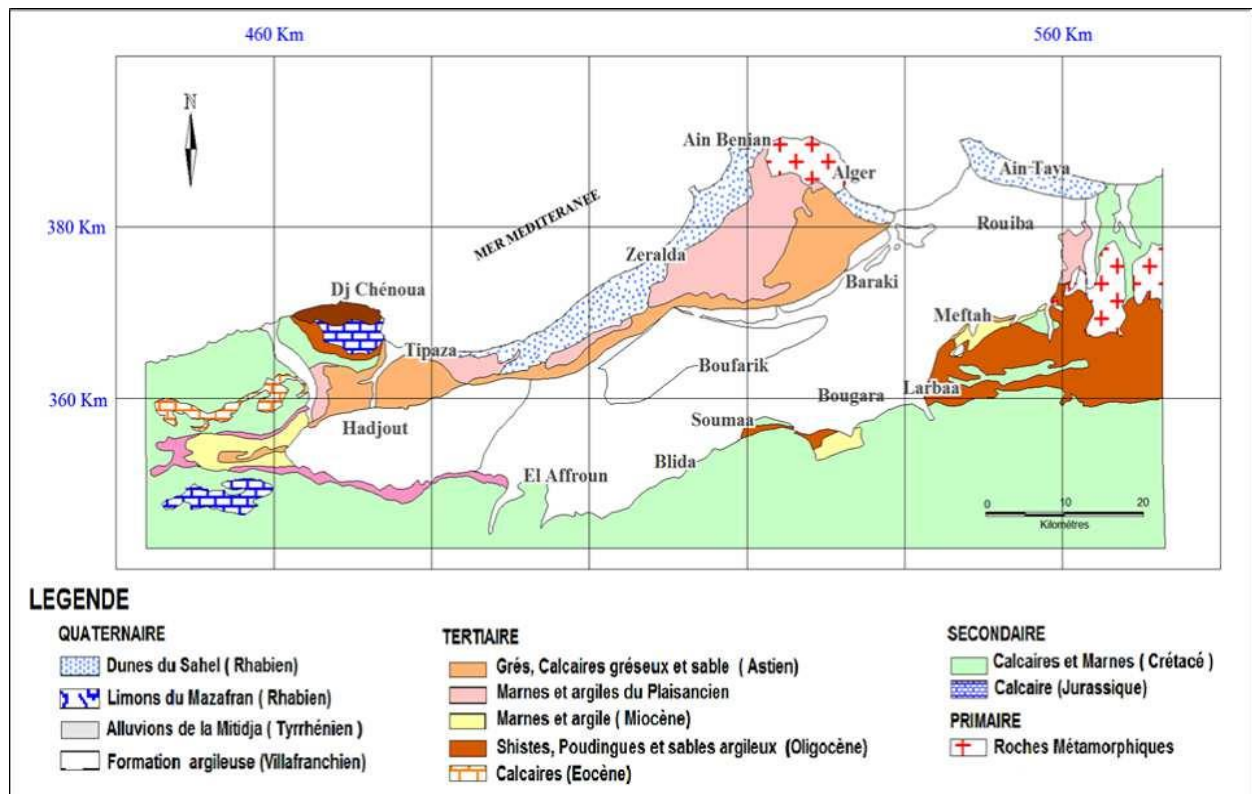


Figure II- 4: Carte géologique de la Mitidja (ANRH Alger 2015) [11]

## 10.2 La litho stratigraphie :

### 10.2.1 Le Quaternaire :

#### - Le Rharibien :

Cette formation comprend [11] :

La formation dunaire constituée de sables dunaires, graviers et grés le tout plus au moins consolidé, a une épaisseur qui varie de 20 à 40 m et de la formation de Mazafran composée par les Alluvions récentes de la Mitidja. Les dépôts sont limoneux et argilo-limoneux et contiennent quelque fois des graviers, a une épaisseur d'environ 10m en moyenne mais qui peut atteindre 60 m

#### - Le Tyrrhénien (La formations de la Mitidja) :

La formation de la Mitidja [14] est composée principalement d'alluvions grossières (graviers, galets, limons et argiles en quantités variables). La puissance des alluvions varie entre 100 et 200 m au centre et devenant de plus en plus faible en allant vers les bordures et la baie d'Alger.

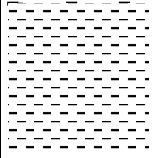
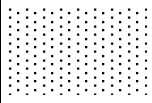
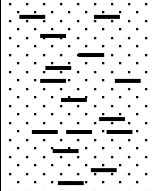
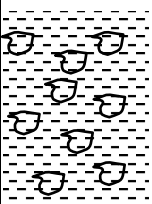
**- Villafranchien (La formation d'El Harrach) :**

La formation d'El-Harrach [14] est représentée par une séquence relativement uniforme d'argiles plastiques jaunes ou grises, par endroits légèrement caillouteux et contenant un petit nombre de lentilles de graviers de 2 à 6 m d'épaisseur.

A l'Est de la Mitidja, l'érosion a fait disparaître la plupart des matériaux, d'où l'absence d'argile autour de Rouïba. A l'exception des affleurements d'El Harrach, cette formation est masquée par des dépôts alluviaux plus récents.

Quelquefois la formation d'El-Harrach en raison de la présence des graviers a été confondue avec la formation alluviale sus-jacente qui est essentiellement caillouteuses. Donc il est très difficile d'obtenir des informations sur les variations à l'intérieur même des dépôts de cette formation, les forages ayant pénétré dans celle-ci à une profondeur suffisante sont très rares. L'épaisseur moyenne de la formation au centre du bassin est estimée à 100 m et diminue progressivement en allant vers le Sud.

Tableau II- 8:litho stratigraphique de la plaine de la Mitidja (Quaternaire) [11]

SYSTEME		ETAGE	LITOLOGIE		Epaisseur (m)	Profondeur (m)
<b>QUATERNAIRE</b>	<b>Holocène</b>	<b>Actuel / récent</b>			20	20
	<b>PLEISTOCENE</b>	<b>Flandrien/ Rharibien</b>	Limons, Argiles Limoneuses		30	50
			Sables consolidés		30	80
		<b>Soltanien/ Tensiftien</b>	Alternance de gravier et d'argile		150	230
		<b>Calabrien/ Villafranchien</b>	Argiles et Cailloutis		100	330

## 11. Aperçu Hydrogéologique :

### 11.1 Présentation de l'aquifère de la Mitidja :

Le système aquifère de la plaine de la Mitidja [14] est encaissé dans un bassin de subsidence, d'âge Plio-Quaternaire, et dont la structure lithologique est très variée. Cette structure est caractérisée par une superposition de bas en haut :

- Une série marneuse formant le substratum qui peut être considéré comme imperméable.
- Un ensemble calcaire-sablo-gréseux correspondant à l'Astien.
- Un ensemble argileux contenant par endroit de sables et de graviers correspondant à la formation dite (formation d'El-Harrach).
- Un ensemble gravelo-sableux dit (Alluvion de la Mitidja).

Deux types de nappes peuvent être distingués, selon la nature des roches, et selon la nature du toit et du mur qui les limitent.

L'aquifère des alluvions du quaternaire d'épaisseur moyenne variant de 100 à 150 m, et l'aquifère contenu dans les calcaires et grès de l'Astien, reposant sur les marnes du plaisancien formant la limite étanche de presque tout le bassin. Son épaisseur moyenne de 100 à 130 m et se situe généralement à une profondeur allant de 250 à 300 m par rapport au niveau du sol. Ces deux aquifères sont séparés par la formation semi perméable du villafranchien, appelée marne d'El-Harrach.

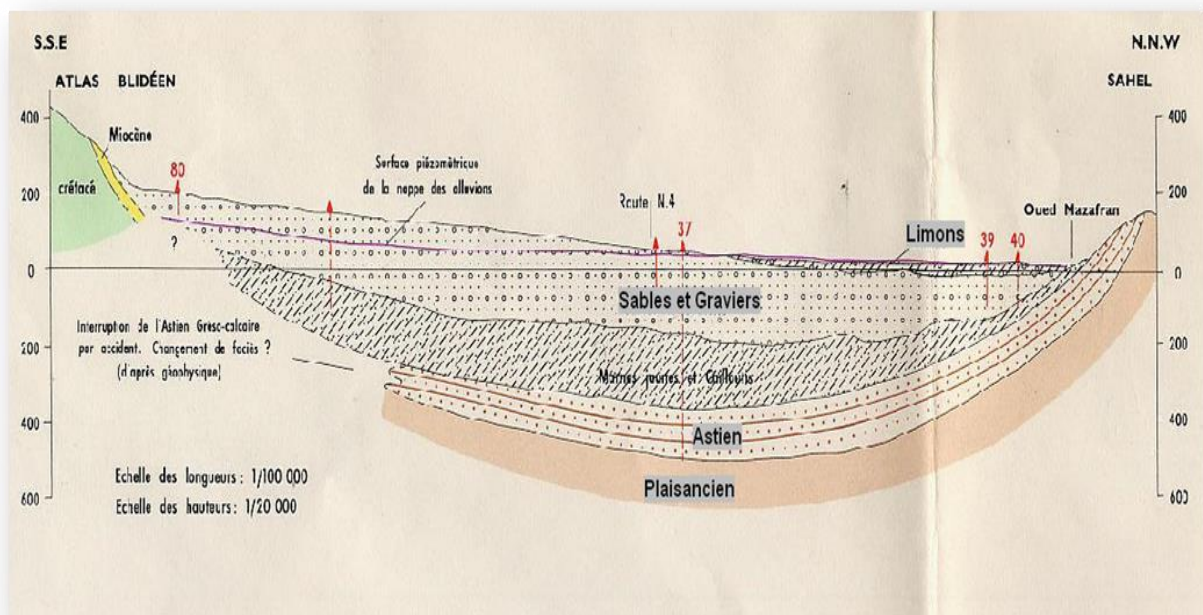


Figure II- 5: Coupe interprétative transversale de la Mitidja dans le bassin de Mazafran [14]

---

---

## **12. Mécanismes d'alimentation et d'écoulement des eaux souterraines :**

-Alimentation de la nappe [11] de l'aquifère de l'Astien :

L'alimentation de cette aquifère se fait essentiellement par les infiltrations des eaux de pluie sur le sahel ou les affleurements. Il est également alimenté par la nappe alluviale sus-jacente par drainance à travers les marnes jaunes et dont la perméabilité varie de  $10^{-7}$  à  $10^{-8}$  m/s.

-Alimentation de la nappe alluviale de Quaternaire :

Elle est Alimentée essentiellement par des eaux de ruissellement des oueds descendant de l'Atlas Blidéen, et l'ascendance verticale des eaux de l'astien à travers les argiles à cailloutis du villafranchien.

## **13. Conclusion :**

Dans ce présent chapitre on a présenté la région d'étude dans son contexte général. On a donné un aperçu sur les différentes caractéristiques, géographiques, climatique, hydrographique, géologique, hydrogéologique.

Toutes ces recherches que nous avons faites afin d'avoir une vue sur notre zone d'étude. Ceci afin de nous faciliter comment la pollution avec des nitrates variés en Elle.

***Chapitre III : Généralités sur  
la pollution nitrique***



## **1. Introduction :**

La pollution de l'eau par les nitrates [7] désigne l'augmentation progressive des quantités de nitrates observées depuis le début du développement de l'agriculture intensive après la Seconde Guerre mondiale. Cette pollution touche aujourd'hui l'ensemble de la planète. La pollution de l'eau par les nitrates est une pollution avec une grande inertie en raison de la lenteur et de la complexité du cycle de l'azote dans les sols.

Les nitrates sont formés[7] par les activités biochimiques des micro-organismes ou ajoutés artificiellement dans la lithosphère et la biosphère sous forme chimiquement synthétisée. Les nitrates sont très solubles dans l'eau. L'augmentation des concentrations en nitrates dans les eaux superficielles et souterraines est principalement liée au développement de l'agriculture intensive. Les déchets urbains, les rejets de stations de traitement des eaux usées et les effluents industriels sont également responsables de pollutions aux nitrates, mais ces dernières restent habituellement limitées aux abords des villes et concernent davantage les eaux superficielles.

L'agriculture est en grande partie responsable de l'augmentation des nitrates par l'utilisation d'engrais (ammonitrate, urée, etc.) et la culture de légumineuses. Les nitrates  $\text{NO}_3^-$  sont un produit de la dégradation de l'azote par les bactéries. Les nitrates sont stables dans le sol et peuvent y rester très longtemps. La pollution aux nitrates résulte d'un effet cumulatif depuis le début de la fertilisation des cultures par l'apport massif d'amendements organiques (fumier, lisier, résidus de récoltes, etc.) et d'engrais minéraux.

## **2. Cycle de l'azote :**

Les nitrates non consommés par [8] les plantes sont dans un premier temps soit filtrés, soit absorbés par la biomasse du sol.

Grace aux nombreuses études qu'elle a menées par l'INRA (L'Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie), Elle permet d'étudier la source des apports artificiels d'azote dans les zones agricoles, comme la matière organique qui compose la biomasse se minéralise progressivement puis Elle est nitrée puis les nitrates sont libérés dans la solution broyée. Ce sont les bactéries nitrifiantes qui facilitent l'entrée de l'azote dans les parties organiques les plus stables de la biomasse qui sont sujettes au relargage de nitrates par minéralisation, et cela est dû l'utilisation de lys mètres notamment

Ces cycles sont très longs et un seul apport d'azote [8] peut entraîner une production de nitrates pour de nombreuses années. Ainsi les apports répétés de fertilisants se cumulent,

enrichissent les différents compartiments de matière organique du sol et accroissent la pollution. Le cycle de l'azote dans le sol est un processus complexe qui implique de nombreux facteurs. Il est supposé à terme qu'un équilibre soit atteint mais il n'est pas clairement établi jusqu'à quel niveau de concentration en nitrates les eaux souterraines vont s'enrichir avant d'atteindre cet équilibre. Dans certaines régions agricoles comme les régions crayeuses du bassin parisien s'ajoute la lenteur de la progression des nitrates vers la nappe en raison de la nature du sous-sol. L'évolution des pollutions par les nitrates est un système présentant une très grande inertie et il est difficile de mesurer les effets des politiques de protection de l'eau à court terme.

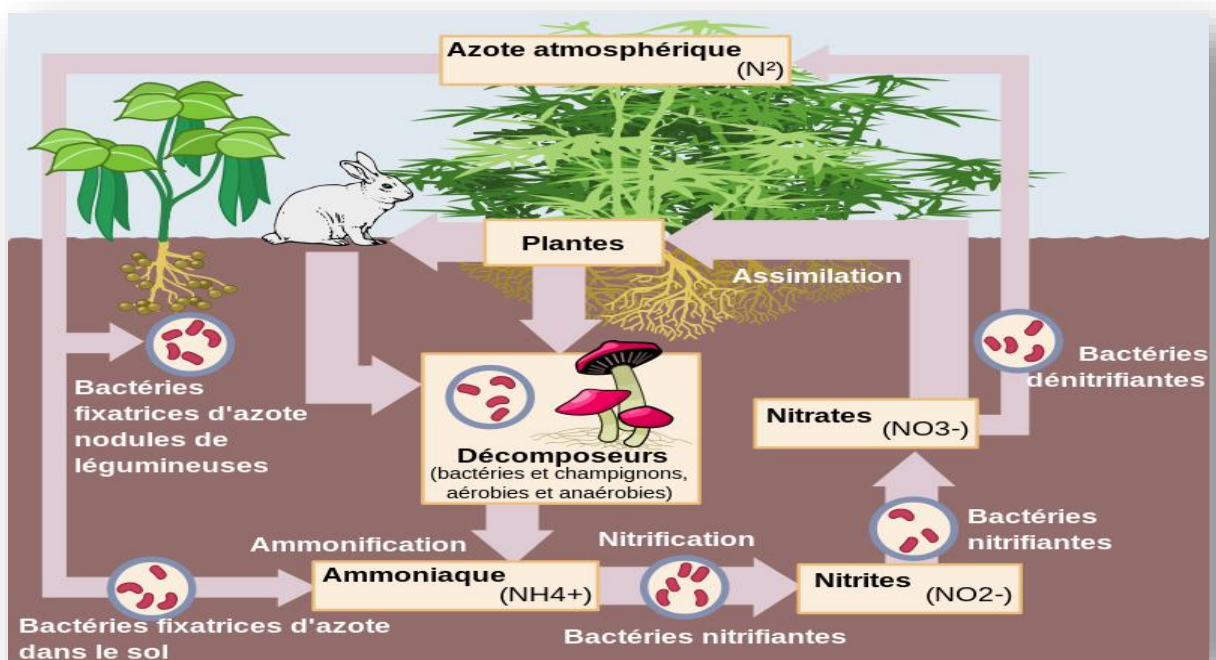


Figure III- 1 : Principaux processus de la dynamique de l'azote dans les sols cultivés [4]

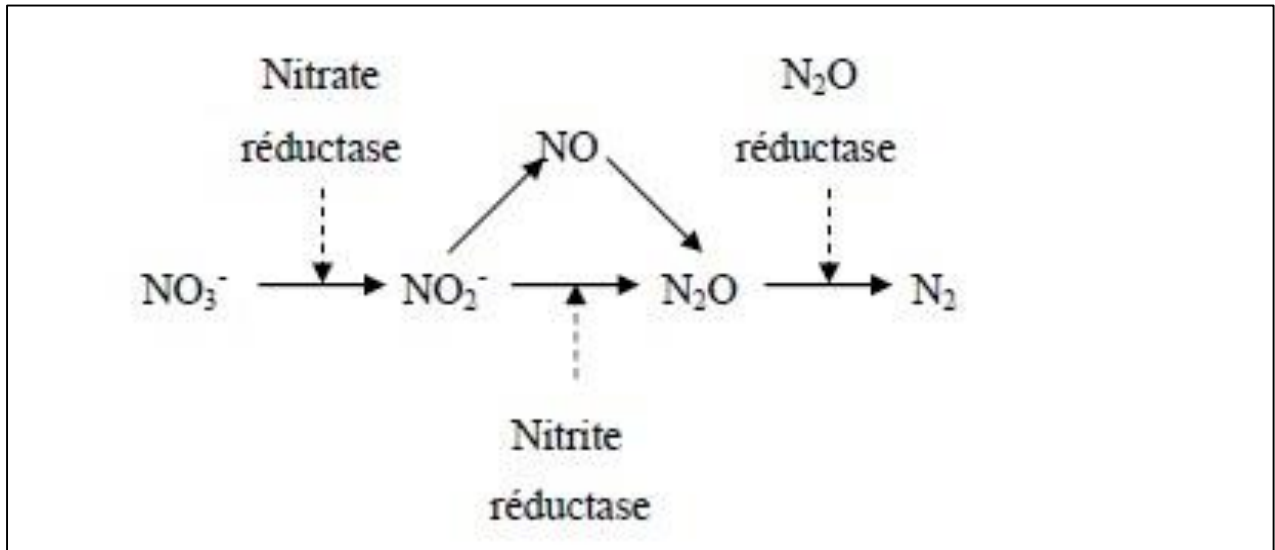


Figure III- 2: Les principales réactions biologiques [5]

### 3. Les caractéristiques physico-chimiques des nitrates :

Les nitrates représentent la forme azotée [12] souvent la plus présente dans les eaux naturelles, et constituent la composante principale de l'azote inorganique (Ninorganique) ou minéral (N-Minéral), lui-même inclus majoritairement dans l'azote global (NGL) ou azote total (NT) avec une autre composante, l'azote organique (N-Organique) (Rodier, 1984). Néfastes pour les plantes et les animaux s'ils sont trop abondants. Ils entrent dans la composition des engrais chimiques et naturels (fumiers). Ce sont des composés facilement mobilisables par les eaux de pluie, de drainage, de ruissellement ou d'infiltration.

Le nitrate est un composé inorganique constitué d'un atome d'azote (N) et de trois atomes d'oxygène (O). Sa formule chimique est  $\text{NO}_3^-$ . Sa masse moléculaire est de 62 g/mol. L'azote constituant la molécule de nitrate est dénommé azote nitrique et est généralement noté N- $\text{NO}_3$ . Ainsi un gramme d'ion  $\text{NO}_3^-$  correspond à 0,22 gramme d'azote nitrique.

Les nitrates présentent certaines caractéristiques qui permettent de mieux comprendre leur teneur importante dans les eaux souterraines :

- Sa solubilité dans l'eau égale à  $22 \cdot 10^{-6}$  mol/l à 15°C et sous pression atmosphérique représente la moitié de celle de l'oxygène. Il suffit qu'ils soient en excédent par rapport aux besoins des plantes pour qu'ils soient lessivés vers les nappes souterraines ou qu'ils ruissellent vers les cours d'eau
- La pénétration dans les sols est lente,
- La vitesse de migration est environ 1 m par ans

- Faible rétention par les particules du sol,
- Déplacement avec le flux d'eau,
- La teneur en nitrates dans les aquifères est influencée par les variations des apports, avec un retard correspondant au temps de transfert,
- L'entraînement des nitrates se fait par les pluies drainant c'est-à-dire celles qui tombent après que le déficit hydrique du sol, a été comblé.

Tableau III- 1::Caractéristiques de l'atome d'azote [12]

Numéro atomique	7
Masse atomique	14,0067
Electronégativité de	3,04
Affinité électronique ( KJ.mol <sup>-1</sup> )	7
énergie de liaison (KJ.mol <sup>-1</sup> )	943(N≡N)
Température de fusion(°C )	-210
Température d'ébullition(°C)	+195,7
Rayon atomique (A°)	0,65
Masse volumique( g/cm <sup>3</sup> )	1,2506
Energie d'ionisation(KJ.mol <sup>-1</sup> )	1402,3

### Applications :

Les composés de l'azote [12] ont de multiples applications :

- N<sub>2</sub> est utilisé dans les musées pour la conservation des objets antiques sensibles à certains insectes parasites, dans le gonflage de pneumatique pour maintenir une pression constante même en cas d'échauffement intense du pneumatique ; dans les installations d'extinction, parfois en association avec de l'argon ou du dioxyde de carbone.

-L'ammoniac NH<sub>3</sub>est utilisé dans la synthèse des polymères, d'explosifs, d'engrais, ou comme fluide réfrigérant dans certaines installations industrielles,

-Le nitrate d'ammonium, NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>, sulfate d'ammonium, (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, mono phosphate d'ammonium, NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> entrent dans la composition des engrais chimique.

#### **4. Les sources de nitrate dans les eaux :**

##### **. Source exogène :**

Ce n'est pas l'eau qui apporte [9] seule les nitrates mais aussi les légumes. Il a été estimé dans plusieurs études que les légumes apportent 70 à 80 % du nitrate ingéré. Le reste correspond pour environ 10 % à l'eau et 10 % aux autres aliments. Tous les aliments n'apportent pas la même quantité des nitrates selon les saisons et les teneurs en nitrate utilisés comme engrais

##### **. Sources naturelles :**

En l'absence de toute fertilisation azotée [11], les nitrates présents dans les sols proviennent de la fixation de l'azote atmosphérique par certaines plantes qui le transforment en matière organique azotée dans leurs racines. Après le cycle saisonnier la matière organique azotée est décomposée et transformée en nitrates. Une autre source naturelle est due à l'urine des animaux contenant de l'ammoniac et de l'urée (contient de l'azote), qui peuvent être rapidement oxydés en nitrates.

Il en va de même pour les déjections humaines, qui contiennent aussi l'ammoniac et l'urée et si elles sont concentrées elles peuvent engendrer un excès de nitrates.

##### **. Les sources anthropiques des nitrates :**

Le changement de l'occupation du sol [9] (retournement d'une prairie par exemple) entraîne une libération de nitrate, mais la principale source d'origine humaine provient des apports d'engrais azotés (d'origine animale ou chimique). Même si une bonne partie de l'azote apportée est consommée directement par les cultures, une partie notable peut être lessivée par l'eau de pluie. Les ions nitrates, très solubles dans l'eau, sont mobiles dans les écosystèmes. Le ruissellement, l'érosion et les pluies tendent à ramener les nitrates non captés par la biomasse terrestre vers les rivières, les lacs, les nappes phréatiques et les océans Ce phénomène, absolument naturel, a été fortement amplifié par l'utilisation d'engrais de synthèse et l'évolution des techniques de travail du sol depuis le milieu du XXème siècle.

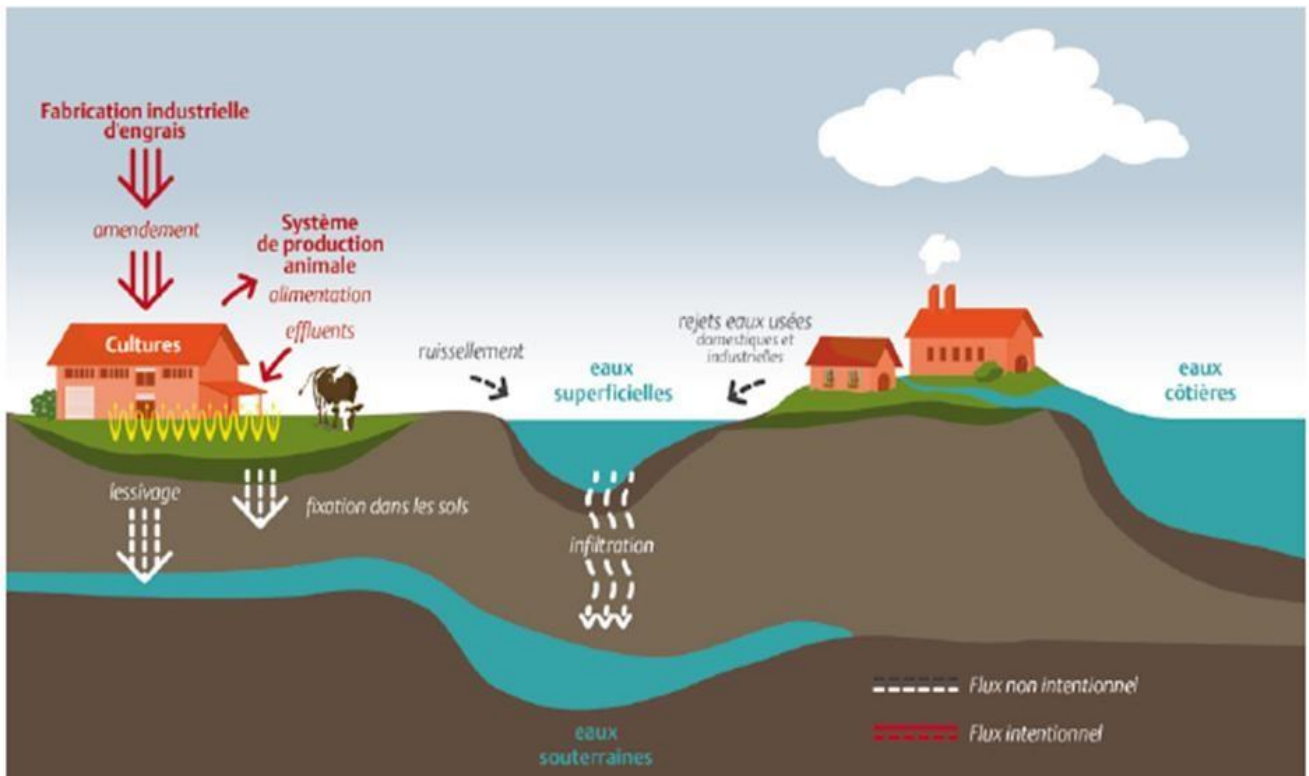


Figure III- 3: Sources d'azote d'origine anthropique dans l'eau [12]

Toutes les sources d'azote sont des sources potentielles de nitrate. Dans l'eau, ces substances peuvent provenir de la décomposition de matières végétales ou animales, d'engrais utilisés en agriculture, du fumier, d'eaux usées domestiques et industrielles, des précipitations ou de formations géologiques renfermant des composés azotés solubles. La concentration en nitrates dans les eaux souterraines et les eaux de surface peut atteindre des niveaux élevés à cause du lessivage des terres cultivées ou de la contamination par des déchets d'origine humaine ou animale.

## 5. Origine des nitrates dans les nappes aquifères :

Toutes les formes d'azotes [12] en fournissent des nitrates, par l'oxydation microbologique ou chimique. La présence d'un excès de nitrates dans l'eau est un indice, de pollution d'origine agricole (engrais), urbaine (des fonctionnements des réseaux d'assainissement) ou industrielle.

On note trois origines d'inégale importance :

### 5.1 Origine agricole :

Dans le contexte d'une agriculture performante et intensive, l'agriculture conduit à utiliser divers produits d'origine industrielle ou agricole dont certains présentent des risques pour l'environnement et plus particulièrement pour la qualité des eaux. Il s'agit principalement des fertilisants ou engrais minéraux de commerce ou de déjections animales (élevages intensifs).

#### 5.1.1 Les engrais agricoles :

C'est tout produit naturel ou manufacturé utilisé par l'agriculteur afin d'entretenir ou d'améliorer la fertilité du sol. Les engrais « NPK » sont composés de trois éléments principaux :

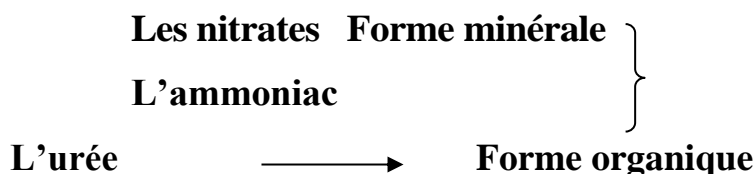
- Azote : N
- Acide phosphorique : P
- Potassium : K

Il convient d'ajouter des oligo-éléments contenus en quantité bien plus faibles mais qui jouent néanmoins un rôle essentiel. C'est la proportion de chacun de ces éléments dans un engrais qui déterminera ses propriétés et son adéquation plus ou moins bonne avec les besoins de la plante à laquelle il est destiné.

#### 5.1.2 Les engrais azotés de synthèse :

L'insuffisance des fournitures de sol en azote nitrique, et leur mauvaise répartition dans le temps, sont les deux raisons qui, sur le plan organique rendent nécessaire des apports complémentaires d'azote « à la bonne dose et au bon moment »

Les engrais azotés de synthèse contiennent de l'azote sous trois formes :



#### 5.1.3 Les engrais azotés minéraux :

En raison de leur assimilation plus rapide par les plantes, les engrais azotés de synthèse permettraient dans une certaine mesure de mieux doser les besoins en azote des

cultures que les engrais organiques ; mais appliqués en excès et pas exactement au bon moment, Ils peuvent être lessivés bien plus rapidement.

## 5.2 Origine urbaine :

Les effluents urbains [12] comprennent :

-Les eaux résiduaires ou eaux usées.

-Les eaux pluviales ou plus exactement les « eaux excédentaires de temps de pluie » ou de ruissellement urbain.

L'origine des eaux résiduaires est principalement domestique (eaux « vannes » eaux « grises »)

Ces effluents sont un mélange d'eaux contenant des déjections humaines : urines, eaux vannes, eaux de toilette et nettoyage des sols et des aliments (eaux ménagères)

### 5.2.1 Notion de l'équivalent –habitant :

La directive européenne du 21 mai 1991 « eaux résiduaires urbaines » définit la notion d'Equivalent-habitant comme étant la **charge organique biodégradable ayant une demande biochimique en oxygène en cinq jours (DBO<sub>5</sub>) de 60grammes par jour** ».

A titre de repère, un être humain rejette environ 15 g d'azote total par jour soit 5.475kg d'azote / an soit 24.250kg de nitrates /an

### 5.2.2 Les polluants minéraux :

Dans les eaux usées domestiques [12] l'azote est sous forme organique et ammoniacale, il est dosé par la mesure de l'Azote total kjeldahl qui est :

**Azote kjedahl= azote organique + azote ammoniacal**

Ces formes réduites d'azote tendent à s'oxyder plus ou moins lentement dans le temps pour se transformer en forme nitrique (nitrates).

La principale source d'azote dans une eau résiduaire domestique est l'urine dont les principaux constituants azotés sont :

- Urée : 25g/l
- Créatinine :1.5g/l
- Acide urique :0.6g/l
- Azote ammoniacal :0.6g/l
- Azote indéterminée : 0.6g/l



- Sucre azoté : traces

### 5.3 Origine industrielle :

Les quantités de produits azotés [12] rejetés par les eaux résiduaires industrielles (E.R.I) varient énormément d'une industrie à l'autre. L'azote rejeté se trouve en général sous forme d'azote organique et ammoniacal, sauf exception (industries chimiques)

Les rejets les plus importants concernent les secteurs industriels suivants : Bois ; papier, engrais,

Produits chimiques, fer et acier, cokeries, cuir, textile et fabrication agro-alimentaire

#### 5.3.1 Les industries polluantes :

- **Papeteries :**

-Ce sont les usines de pâte à papier et les papeteries qui apportent les plus grosses quantités d'azote

-essentiellement Sous forme organique, leur important relative varie énormément d'un pays à l'autre :

- les usines de pâte à papier et papeteries suédoises rejetant en moyenne entre 80g d'azote à 530g d'azote /tonne de papier fabrique

- **Les industries des engrais chimiques :**

Les effluents de ces industries, contiennent des produits azotés essentiellement sous forme de nitrates et d'ammoniac.

Exemple d'une usine d'engrais aux U.S.A

-Ammoniac : 200-10.000mg/l

-Nitrates :150-1000mg/l

-Urée : 50-1000mg/l

- **Les industries agro-alimentaires**

Les caractéristiques communes à toutes les eaux résiduaires de l'industrie agroalimentaire sont :

-Une pollution essentiellement biodégradable

-Une tendance général à l'acidification et la fermentation rapide

Les plus grandes quantités d'azote proviennent des usines de levures, d'amidon, de sucre et de distilleries.

- **Les industries textiles :**

Selon les textiles traités, on retrouve des matières organiques (laine, coton), des colorants, des produits de mercerisage et souvent des fibres textiles de petites dimensions qui produisent des Feutrages ou des bourrages dans les exutoires.

- **Chimie « fine » pharmacie –cosmétiques :**

Les eaux résiduaires peuvent contenir une fraction des produits de départ, les auxiliaires de fabrication (solvants, sels, catalyseurs...), les sous –produits de la synthèse et les produits

## **6. Conclusion :**

Dans ce chapitre, nous avons mettre une généralité sur la pollution nitrique, où nous avons présenté en premier le cycle d'azote car c'est lui le premier générateur de la pollution nitrique. Et puis nous fait des recherches sur les sources importantes de nitrates et comment ils sont transformés dans le sol et l'eau.

La plaine de la Mitidja est l'une des zones les plus exposées à la pollution par les nitrates.

## ***Chapitre IV :***

### ***Cas de la pollution de la Mitidja***

## **1. Introduction :**

- L'altération de l'environnement naturel, notamment le milieu aquifère est devenu progressivement une préoccupation mondiale. En Algérie la principale source de satisfaction de la demande en eau est l'eau souterraine, du fait de son exploitation relativement facile. La croissance démographique et la modernisation de l'agriculture entraînent un grand problème de détérioration de la qualité de cette source souterraine, déjà en quantité limitée. Actuellement, les cours d'eau de la Mitidja reçoivent en permanence les rejets urbains et industriels chargés d'éléments chimiques et organiques, souvent toxiques. Ces substances polluantes peuvent affecter de façon dangereuse la santé publique, si elle continue à être déversée dans la nature sans traitement préalable. Le mécanisme de pollution des eaux souterraines est un processus évolutif dans l'espace et dans le temps, difficilement maîtrisable.

Les systèmes d'information géographique permettent d'effectuer une analyse spatiale dans le but d'avoir des cartes de synthèse afin d'identifier la qualité des eaux souterraines de la plaine de Mitidja sur support numérique.

## **2. Les principes source de la pollution :**

On dit qu'une eau [10] souterraine est considérée comme polluée, lorsqu'elle contient des substances autres que celles liées à la structure naturelle des terrains ou elle a séjourné, et en particulier, lorsque les concentrations des éléments dissous ou en suspension dépassant la concentration maximale admissible fixée par l'OMS (organisation mondiale de santé). Durant ces dernières années, la nappe alluviale de la Mitidja a été affectée par trois types de pollution

- 1) La pollution agricole : l'utilisation irrationnelle des engrais chimiques et des pesticides
- 2) la pollution industrielle : elle a été définie par les rejets d'eau industrielle non traitées.
- 3) la pollution d'origine domestiques et urbaine : ce sont les rejets d'eau usées domestique et municipaux sans traitement.

Le principal risque de pollution de la nappe a été identifié par les nitrates. La présence de nitrates est produite par l'infiltration des eaux chargées en azote apporté en excès aux cultures maraichères et aux agrumes qui sont les principaux produits utilisés dans la région.

## 2.1 Origine agricole :

La plaine de la Mitidja [10] est une plaine littorale étroite et longue d'une centaine de kilomètres, située au centre de l'Algérie du Nord. Elle bénéficie d'un climat méditerranéen favorable à l'activité agricole. La plaine de la Mitidja doit sa richesse à plusieurs avantages :

- des sols riches avec une bonne aptitude à l'irrigation ;
- un climat favorable (284 mm à 951 mm de précipitations par an) ;
- une longue expérience de l'agriculture irriguée (arboriculture et maraîchage)
- une proximité du marché potentiel que représentent la capitale et les autres villes avoisinantes.
- une infrastructure routière bien développée
- une grande capacité de stockage et de conditionnement des produits agricoles à côté d'une forte densité d'implantation de l'industrie agro-alimentaire Longtemps caractérisée par une agriculture traditionnelle vivrière, la Mitidja a connu une faible occupation des sols (les marécages occupaient de vastes étendus), ainsi qu'un élevage extensif. Elle a très tôt attiré les convoitises de la colonisation, et a été assainie et mise en valeur. A partir de 1880, la plaine s'est transformée rapidement en de vastes exploitations viticoles suite à la crise phylloxérique qui détruisit le vignoble français.

De 1920 jusqu'au début de la deuxième guerre mondiale, les conditions favorables ont permis le développement de l'agriculture irriguée et du grand hydraulique. Un premier barrage d'irrigation, le barrage du Hamiz, fut construit en 1937 pour l'irrigation de 18 000 ha situés sur la partie Est de la plaine. La petite hydraulique était déjà pratiquée dans la Mitidja, des puits et des forages ont été déjà creusés et la plantation des agrumes a commencé durant cette période.

Au moment de l'indépendance (1962), l'agriculture de la plaine s'est reconvertie. Les vignes ont été remplacées par l'arboriculture fruitière et l'élevage laitier. A partir des années 1980, la Mitidja a connu plusieurs projets d'aménagement hydro-agricoles, notamment la mise en eau de deux grands périmètres irrigués sur la partie Ouest de la plaine pour ainsi réserver l'eau de la nappe de la Mitidja principalement à l'AEP.

Aujourd'hui, la Mitidja représente le centre de la production des fruits et légumes pour toute la région d'Alger, l'infrastructure routière y est bien développée et facilite l'acheminement de la production agricole sur les cinq marchés de gros que compte la région.

### 2.1.1 Les superficies agricoles :

La surface agricole totale [10] « SAT » de la plaine de la Mitidja représente l'ensemble des superficies agricoles utiles des terres improductives (parcours, bâtiments ...etc) ; elle est de l'ordre de 164000 hectares.

La surface agricole utile « SAU » représente la superficie apte à être cultivée et sur laquelle est pratiqué un assolement (succession de cultures). Elle est de l'ordre de 100000 hectares (Rapport ANRH, Service pédologie 2010).

La superficie agricole est cultivée soit :

-En irrigué : il s'agit d'un système de culture intensive nécessitant de très grands apports d'eau et d'engrais agricoles (culture maraichère) il concerne 60000 hectares de superficie.

-Ou en sec : système de culture sans apport d'eau, l'irrigation étant exclusivement tributaire de la pluviométrie

### 2.1.2 Consommation d'engrais chimiques dans la Mitidja :

Les quantités d'azote consommées dans la Mitidja [10] à partir d'engrais chimiques agricoles, sont rapportées dans le tableau et la figure suivante :

Tableau IV- 1: Consommation moyenne d'azote (Rapport ANRH, Service pédologie 2010) [13]

Wilaya	AZOTE (QX)			
	2005	2006	2007	Moyenne d'azote consommé par année (Qx/an)
Tipaza	63553,4	63735,5	63735,5	63674,8
Blida	7067,72	4742,42	3624,38	5145,50
Boumerdès	2007,9	1035,46	1316,88	1453,41
Alger	300	1244,53	2679,05	1407,86
Total	72929,2	70757,91	71355,81	71681,57
<i>Unité : quintal</i>				

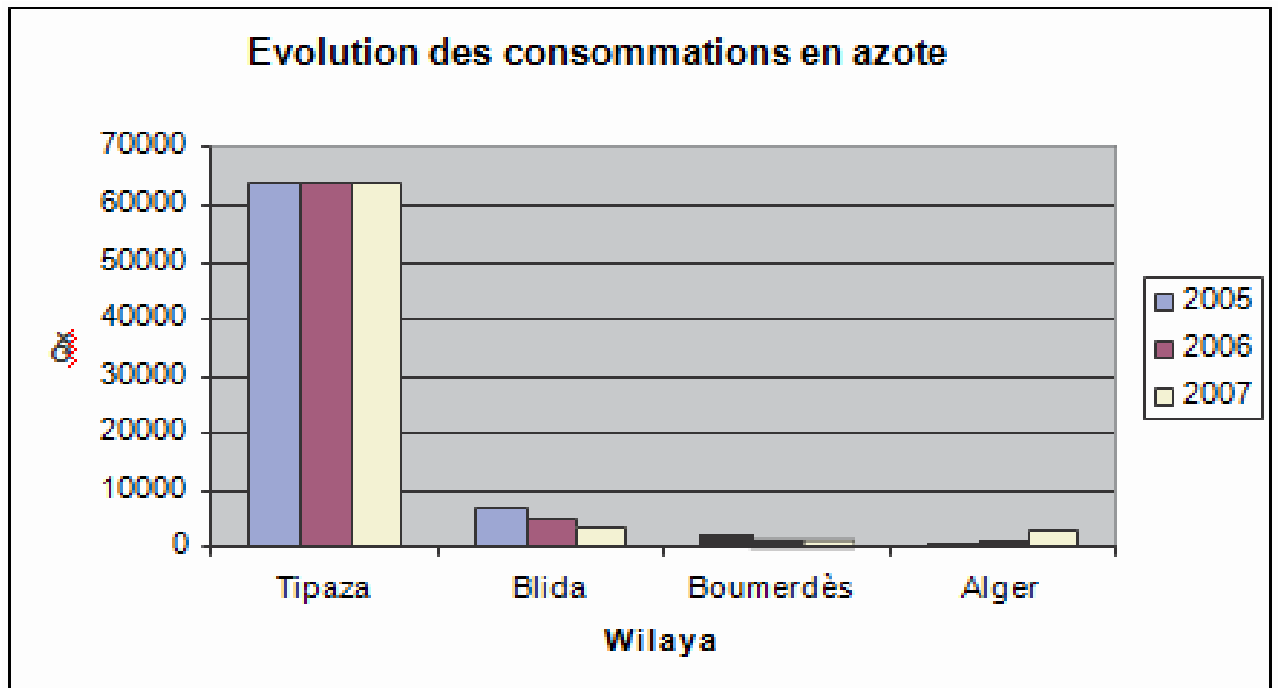


Figure IV- 1: Evolution des consommations en azote (Rapport ANRH, Service pédologie 2010). [10]

On ne constate pas d'évolution significative des quantités d'azote consommées d'une année à l'autre.

Néanmoins, on note une diminution de la consommation en engrais pour Blida et Boumerdès et au contraire une augmentation de la consommation pour Alger.

Les quantités d'engrais utilisées par commune de la Mitidja n'étant pas établies, on ne pourra donc comparer que les consommations en engrais par wilaya.

La wilaya de Tipaza consomme 10 à 50 fois d'engrais que Blida, Boumerdès, et Alger.

Pour évaluer les quantités d'azote épandues à l'hectare ou « nombre d'unités fertilisantes » dans la région de la Mitidja, un calcul a été fait à partir des quantités d'engrais azotés livrées, par rapport à la surface irriguée de chacune des quatre wilayas, on a ainsi déduit le ratio : Kg N/hectare/an. (Rapport interne ANRH, 2010).

Tableau IV- 2: Fertilisation par Wilaya (Rapport ANRH, Service pédologie 2010) [13]

Wilaya	Surface agricole irriguée(Hectares)	Quantités d'azote épandu Kg N/Ha /an
Tipaza	16588	383,86
Blida	27711	18,56
Boumerdès	9249	15,71
Alger	18169	7,74

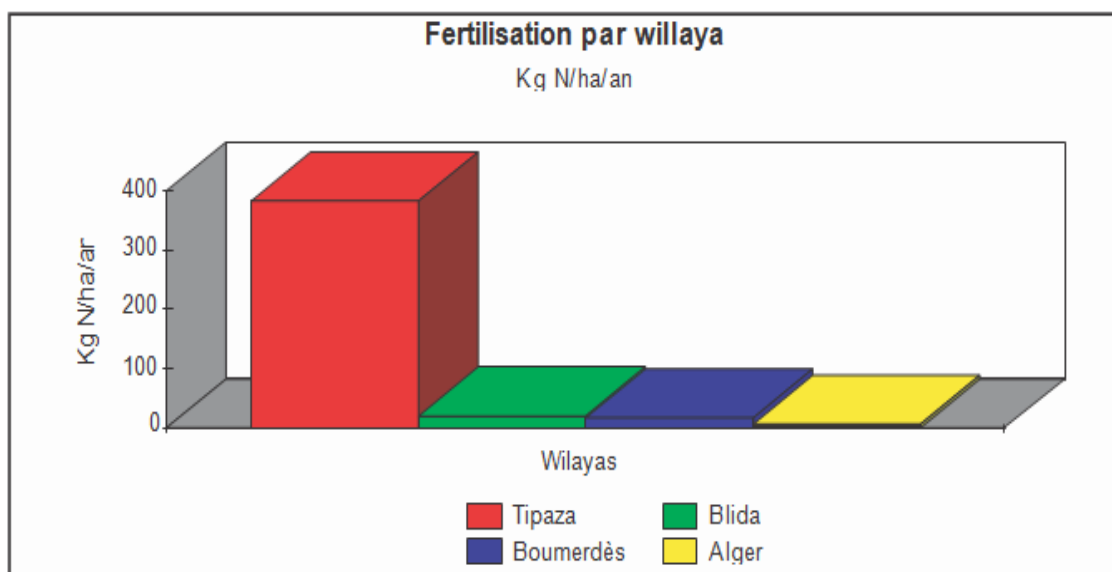


Figure IV- 2: Évaluation des quantités d'azote épandues à l'hectare (2008). (Rapport ANRH, Service pédologie 2010). [10]

Nous remarquons que la wilaya de Tipaza pour une superficie irriguée moins importante, fertilise 20 à 50 fois plus que Blida, Boumerdès et Alger.

Cela s'explique par le fait que la région de Tipaza est le siège d'une agriculture intensive : la maraîchère (pomme de terre ...) qui nécessite de grandes quantités d'amendements (engrais, eau). Blida est une région plutôt arboricole, elle consomme moins d'engrais agricoles.



- Les apports en azote d'origine agricole dans la Mitidja sont de l'ordre de 12331 t/an.
- Les apports d'azote à partir de l'élevage sont comparables à ceux apportés par les engrais chimiques (2/5 pour 3/5) :

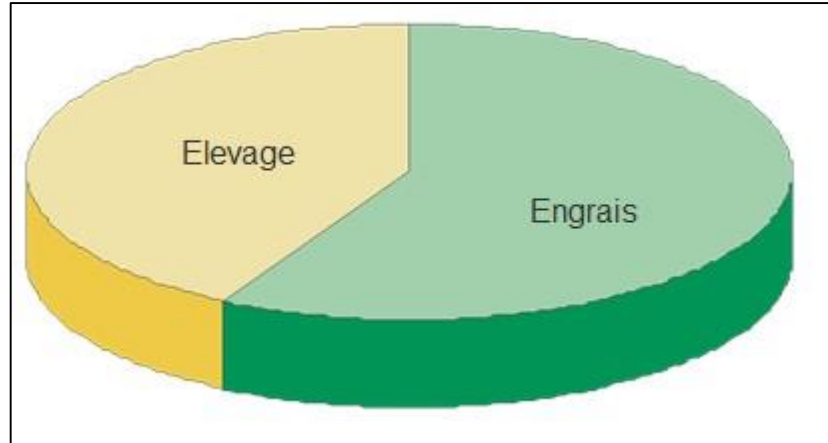


Figure IV- 3: Apport en Azote d'origine agricole. (Rapport ANRH, Service pédologie 2010). [5]

Une partie des nitrates issus des effluents agricoles, d'origine synthétique ou animale, atteint la nappe par lessivage, une autre partie se déverse dans le milieu récepteur en l'occurrence les oueds et cours d'eau.

## 2.2 Origine industrielle :

La Mitidja a vu se développer [5] depuis des années une industrie essentiellement axée sur les industries chimiques, pharmaceutique, alimentaire et biotechnologiques, dont le but est de décorer ou de conférer des propriétés chimiques, mécaniques ou électriques.

**Dans la partie Est** : Les zones industrielles d'oued Smar, El Harrach, Rouiba et Reghaïa s'étendent sur une superficie totale de 1478 hectares tandis que les zones d'activité dont l'implantation touche la majorité des communes de la capitale, totalisent près de 170 hectares, En matière de types d'activité exercée au niveau de toutes zones de la wilaya d'Alger la prédominance des industries textiles et cuirs, de transformation des métaux et de production agroalimentaire. La première activité englobe ainsi 1 881 entités alors que la seconde 1 607 et la troisième 1 233 unités. Au total, la wilaya d'Alger compte plus de 1 740 entreprises de production et de services, dont 308 publiques totalisant plus de 35 400 emplois et 10 641 privées employant plus de 111 300 travailleurs.

**Le centre de la Mitidja** : a connu l'installation de plusieurs usines recouvre les communes de Meftah, Bougara, l'Arbaa, la banlieue de Blida. S'étendent sur une superficie totale de 1211252hectares. À titre d'exemple le tissu industriel de la wilaya de Blida est renforcé par l'activité industrielle privée qui dispose de 542 unités de production employant près de 11 730 travailleurs.

**Au niveau de la partie Ouest de la plaine** : on constate la prédominance des activités agricoles et des animaux, par rapport aux activités industrielles, à l'exception des zones industrielles de Koléa et Attatba.

### 2.2.1 Les principales activités industrielles dans la Mitidja :

Les principales unités industrielles [5] sont concentrées en grande partie sur les wilayas d'Alger, Blida et Boumerdes.

L'activité industrielle est répartie principalement en : Agro-alimentaire ; tabac ; chimie plastique, pharmacie ; matériaux de construction ; construction mécanique ; sidérurgie, métallurgie, textiles.

Le tableau suivant récapitule les activités industrielles implantées sur la zone d'étude par branche d'activité :

Tableau IV- 3: Activités industrielles dans la Mitidja (Rapport ANRH, Service pédologie 2010) [13]

Branche d'Activité	Wilaya				
	Alg	Blid	Bou	Tipaz	Total/Bra
Papeteries	11	03	01	00	15
Textiles	12	03	02	06	23
Agroalimentaires	33	34	09	03	79
Chimie Pharmacie	51	12	02	02	67
Matériaux de construction	27	13	07	01	48
Métallurgie	46	11	00	04	61
Bois	05	04	00	00	09
Cuir	09	03	00	01	13
Production Gaz	05	02	00	00	07
Mécanique	01	00	01	00	02
Electricité	05	01	00	00	06
Energie (centrale	00	01	00	00	01
Equipements	03	00	00	01	04
Divers	11	07	00	09	27
<b>Total unités Industrielles de la Mitidja</b>	<b>219</b>	<b>94</b>	<b>22</b>	<b>26</b>	<b>361</b>

La figure suivante récapitule les activités industrielles implantées sur la zone d'étude par branche d'activité :

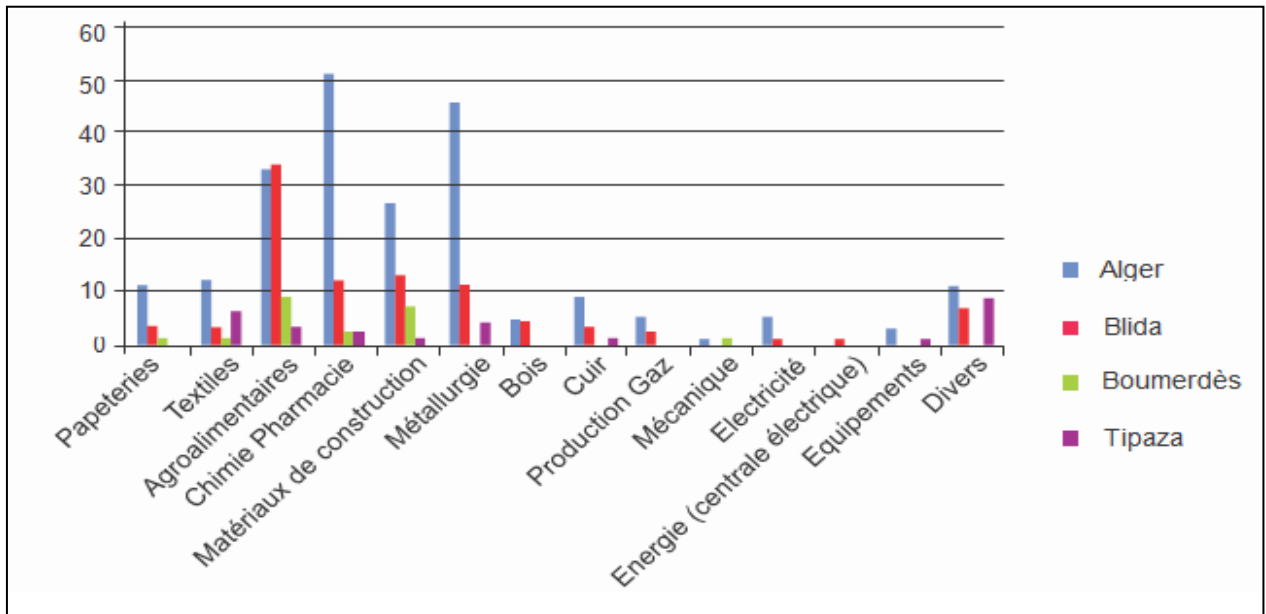


Figure IV- 4: Activités industrielles dans la Mitidja (Rapport ANRH, Service pédologie 2010). [5]

La région d'Alger est le siège d'une activité industrielle prédominante.

Rappelons que l'ensemble de ces industries sont classées polluantes ; elles rejettent de très importantes quantités d'azote dans le milieu récepteur. Cependant les industries du papier, sont celles qui en rejettent le plus.

### 2.3 Origine urbain :

Le système d'épuration existant [5] dans la région centre : la Station d'épuration de Baraki d'une capacité de 700.000 Equivalents habitants, devant épurer l'essentiel des eaux usées urbaines de toute la wilaya d'Alger, n'est pas opérationnelle. Les rejets urbains des habitants de 50 communes de la capitale sont donc déversés tels quels dans l'oued El-Harrach, soit les rejets de 2.273.387 habitants, en sachant qu'un habitant déverse 21,82 kg de nitrates par année (Rapport ANRH, d'Alger Service pédologie 2010).

Ainsi, au cours de l'année 1998, 49605,30 tonnes de nitrates ont été déversées dans l'oued El-Harrach.

Le reste de la population de la wilaya d'Alger soit 289041 habitants.

(7 communes) déversent leurs rejets azotés qui sont de l'ordre de **6 306,874 tonnes de nitrates par an**, dans l'oued Reghaia qui aboutit au lac de Reghaia (Rapport ANRH, d'Alger Service pédologie 2010).

De la même façon [5], la population des 18 communes de la wilaya de Blida, situées dans la Mitidja, comptant 587563 habitants déversent leurs rejets azotés qui sont de l'ordre de **12 820,62 tonnes** de nitrates par an directement dans l'oued Chiffa et oued Bouroumi qui sont des affluents du Mazafran (Rapport ANRH, Blida Service pédologie 2010).

Les quatre communes [5] situées dans la plaine et appartenant à la wilaya de la Boumerdès, en l'occurrence : Khemis El Khechna, Hammadi, Ouled moussa et Ouled Hadadj, totalisant une population de 114217 habitants, déversent leurs rejets azotés soit **2 492,21 tonnes de nitrates par an** dans l'oued El Hamiz (Rapport ANRH, Boumerdes Service pédologie 2010).

Quand aux 9 communes appartenant à la wilaya de Tipaza, situées dans la Mitidja, elles totalisent une population de 149206 habitants déverse

**3 255,67 tonnes de nitrates par an** dans l'oued Djer et Bouroumi qui sont des affluents de l'oued Mazafran (Rapport ANRH, Blida Service pédologie 2010).

Si on fait le bilan des quantités de nitrates d'origine urbaine déversées dans les oueds traversant la Mitidja il serait de l'ordre de **74480,67 tonnes de nitrates par an** (Rapport ANRH, Blida Service pédologie 2010).

### 2.3.1 Les décharges publiques :

Les décharges publiques [13] concourent à leur tour, à la pollution de la nappe de la Mitidja par les nitrates, et ce soit par infiltration des lixiviats à travers le sol pour rejoindre la nappe d'eau, soit par le biais des cours d'eau (Rapport ANRH, Service pédologie 2010).

#### ➤ **Les Dépotoirs sauvages :**

La plupart des dépotoirs [13] recensés représentent des points de dépôts de déchets mal pris en charge soit par absence de dispositif de collecte, ou de l'indisponibilité de bennes ou de bacs à ordures. Chaque point de collecte génère ainsi un dépotoir (Rapport ANRH, Service pédologie 2010).

➤ **Les Décharges sauvages :**

La décharge sauvage d'Oued Smar [13] est exploitée depuis 1978, d'une superficie de 40 hectares, elle constitue la principale décharge de la Mitidja.

La majorité des décharges publiques sauvages sont à proximité ou carrément dans les lits d'oueds. Certaines implantées sur des terrains perméables, qui drainent les lixiviats liquides vers la nappe (Rapport ANRH, Service pédologie 2010).

### **3. Application de la cartographie des nitrates :**

#### **3.1 Inventaire des données :**

L'opération d'inventaire consiste à identifier, décrire, localiser, trier et structurer les données relatives à la plaine de la Mitidja pour mener à bien cette tâche, d'importants efforts ont été déployés.

Ceci a permis de recueillir diverses informations et documentations de différents organismes, citons :

- Agence Nationale des Ressources Hydrauliques
- Direction d'Hydraulique de la Wilaya de Blida Office National de la Météorologie.
- Bibliothèque de l'école nationale supérieure de l'hydraulique (ENSH).

Les données recueillies sont :

- Fichiers de forages avec leurs analyses physico- chimiques
- Fichiers de puits avec leurs caractéristiques
- Fichiers de sources avec leurs analyses physico- chimiques
- Données géologiques et hydrogéologiques du site d'étude.
- Carte géologique, carte hydrogéologique, carte pédologique et la carte de situation de la région D'étude.

#### **3.2 Analyse des données :**

L'analyse des données consiste à déterminer les caractéristiques des documents à retenir, pour bien appréhender et supporter la représentation de l'état des eaux souterraines de notre zone d'étude, car

dans un tel projet, il est difficile de définir à l'avance toutes les utilisations possibles et imaginables qui pourraient être faites par les systèmes d'information géographique.

Parmi les problèmes rencontrés lors de l'analyse des données, on peut citer :

- Absence des analyses physico- chimiques de certains forages,
- Absence des caractéristiques dynamiques de quelques puits,
- Absence de certains paramètres hydro chimiques des puits,
- Absence de flèche directionnelle du Nord, légende et échelle dans certaines cartes

### 3.3 CREATION DE LA BASE DE DONNEES :

Les données telles qu'elles sont recueillies durant l'inventaire et l'analyse ne peuvent être intégrées directement à la base de données. Pour leur intégration, on a procédé à :

- La préparation des données (inventaire et analyse),
- La numérisation et la conversion des données
- L'intégration des données dans la base de données.

## 4. Numérisation des données :

La numérisation consiste à remplacer les plans et cartes traditionnels en papier, difficiles à manipuler et dont la mise à jour est complexe par des plans numérisés. Les logiciels de cartographie utilisés dans notre projet sont : le Mapp info et surfer

### 4.1 Le logiciel Mapp info :

Un système d'information géographique (SIG) est un système d'information permettant de créer, d'organiser et de présenter des données alphanumériques spatialement référencées, autrement dit géo référencées, ainsi que de produire des plans et des cartes. Ses usages couvrent les activités géomatiques de traitement, de partage et de diffusion de l'information géographique. La représentation est généralement en deux dimensions, mais un rendu 3D ou une animation présentant des variations temporelles sur un territoire sont possibles. Beaucoup de personnes assimilent (à tort) un SIG à un logiciel alors que ce n'est que l'une des composantes d'un ensemble incluant le matériel, l'immatériel, les acteurs, les objets et l'environnement, l'espace et la spatialité. Le logiciel offre les fonctions utiles à l'exploitation d'un SIG.

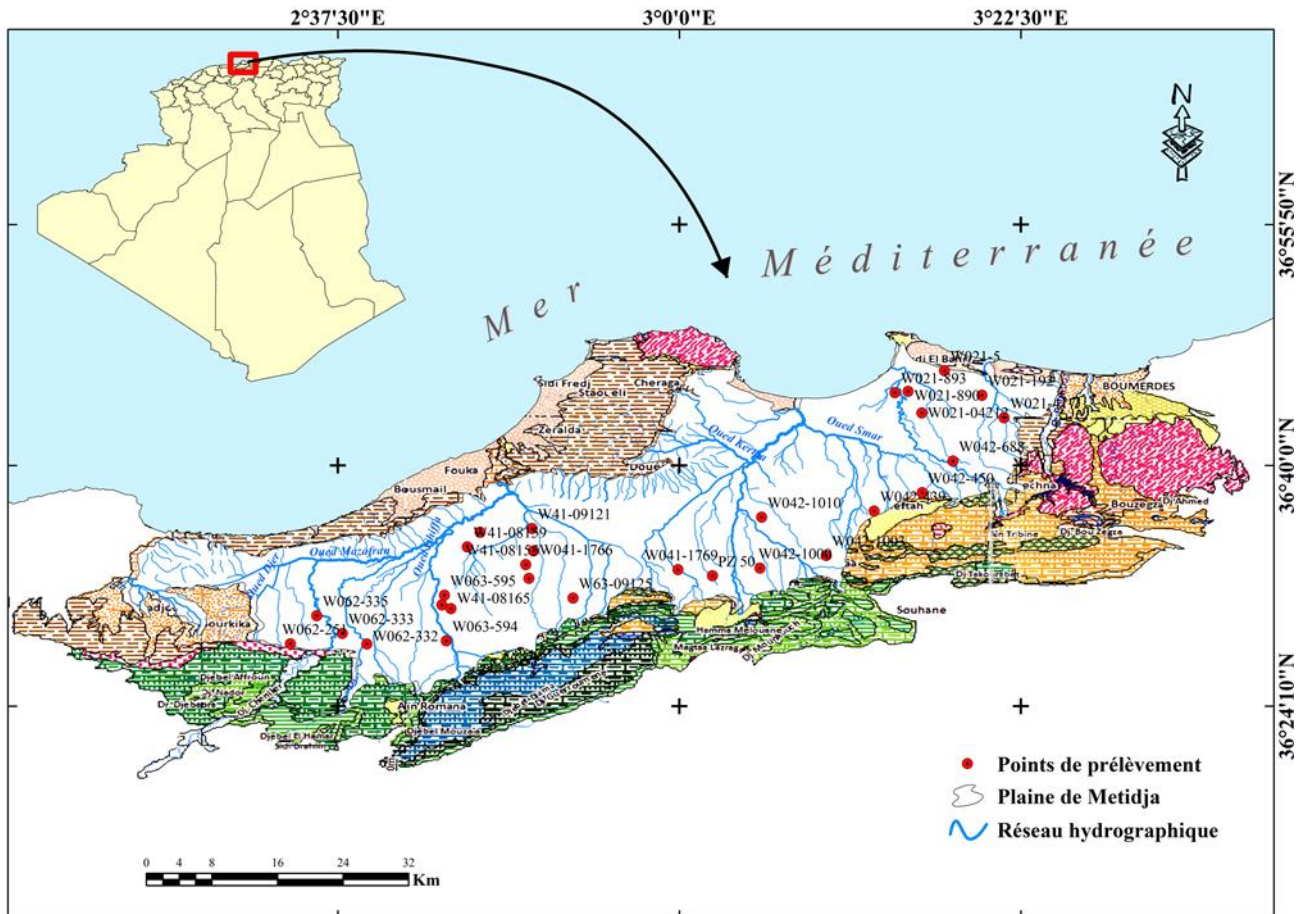


Figure IV- 5: Carte Numérisée de la plaine de la Mitidja représentant les puits et forages de sondage

#### 4.2 Le logiciel Surfer :

Conçu par Golden Software, nous permet de réaliser des Modèles Numériques de Terrain (MNT) issus des données quand aura récoltées sur le Terrain via De GPS ou bien en se basant sur une carte déjà préétablie.

Le principe De Surfer est le suivant : le logiciel permet de créer des Grilles qui vont interpoler les données irrégulières de nos points x, y, z afin de les ordonnées. C'est à partir de ces grilles que l'on pourra créer plusieurs types de cartes : Base Mapp, contour Mapp, 3D surface, Vector et bien d'autres.

L'interface se présente comme souvent pour les logiciels de traitement de l'information géographique de la manière suivante. Une barre des menus en haut.

## 5. La distribution de la pollution par les nitrates dans la plaine de la Mitidja :

### 5.1 En 2011 :

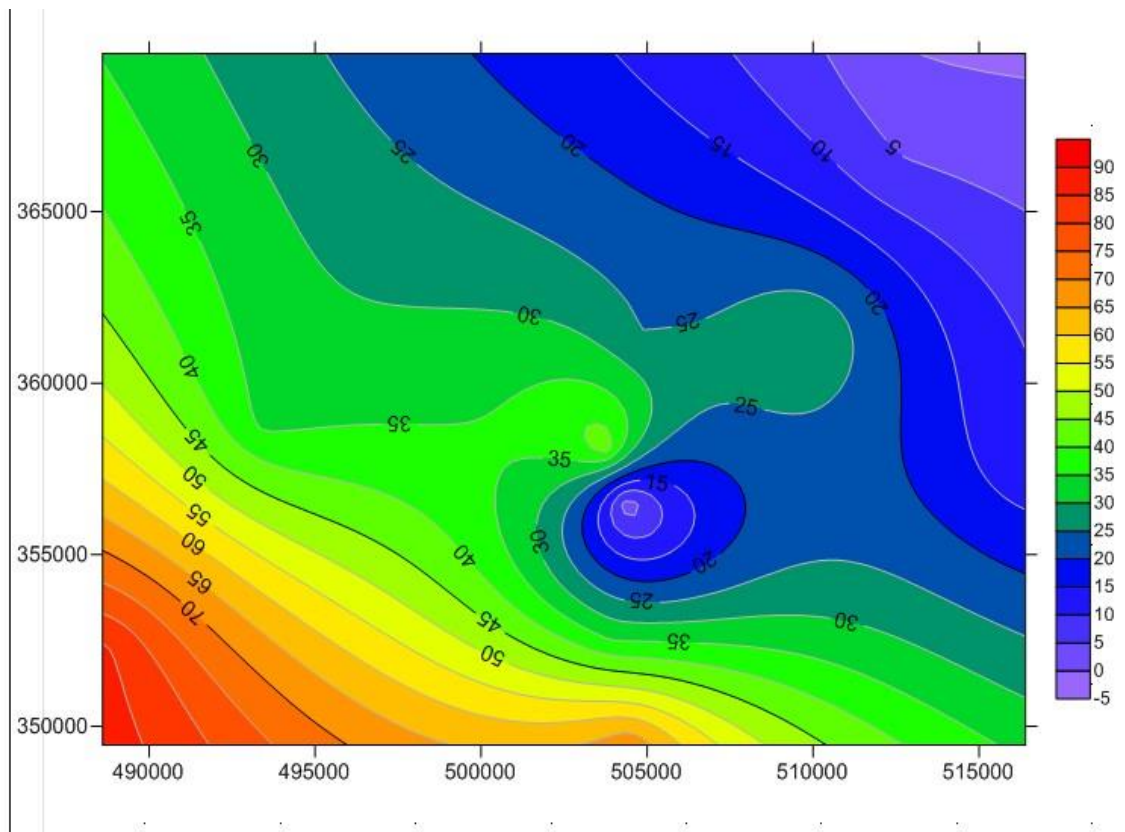


Figure IV- 6:: carte iso valeur des nitrates sur la plaine par le logiciel Surfer années (2011) [5]

### Interprétations :

On constate sur cette carte que la concentration de la pollution aux nitrates est élevée du côté Ouest par rapport au centre et l'Est de la plaine. Lorsque son rapport atteint de [60-90] mg/l.



## 5.2 En 2012 :

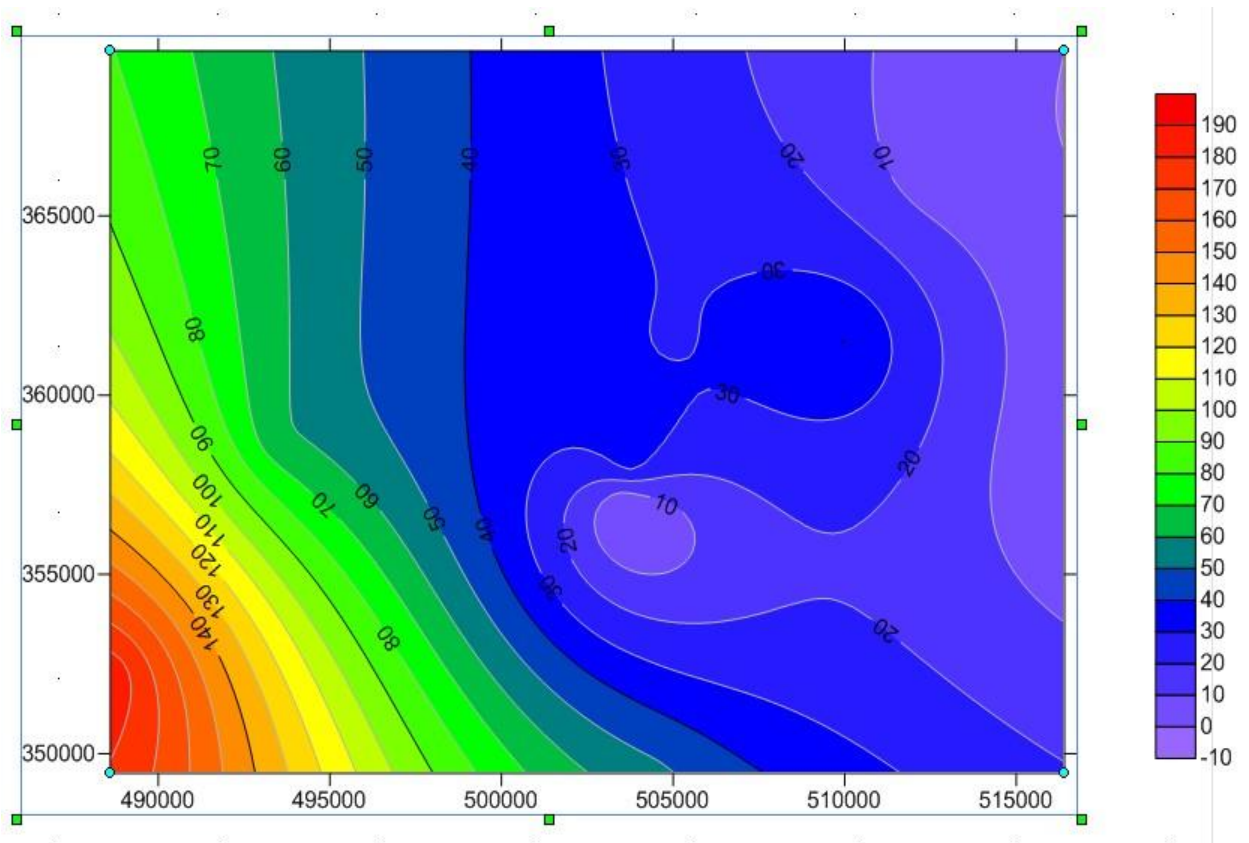


Figure IV- 7:carte iso valeur des nitrates sur la plaine par le logiciel Surfer années (2012) [5]

**Interprétations :**

De cette carte, on note qu'en 2012, la quasi-totalité de la pollution aux nitrates a été toute transférée vers le côté Ouest de la plaine de la Mitidja et très concentré [140-180] mg/l.

## 5.3 En 2013 :

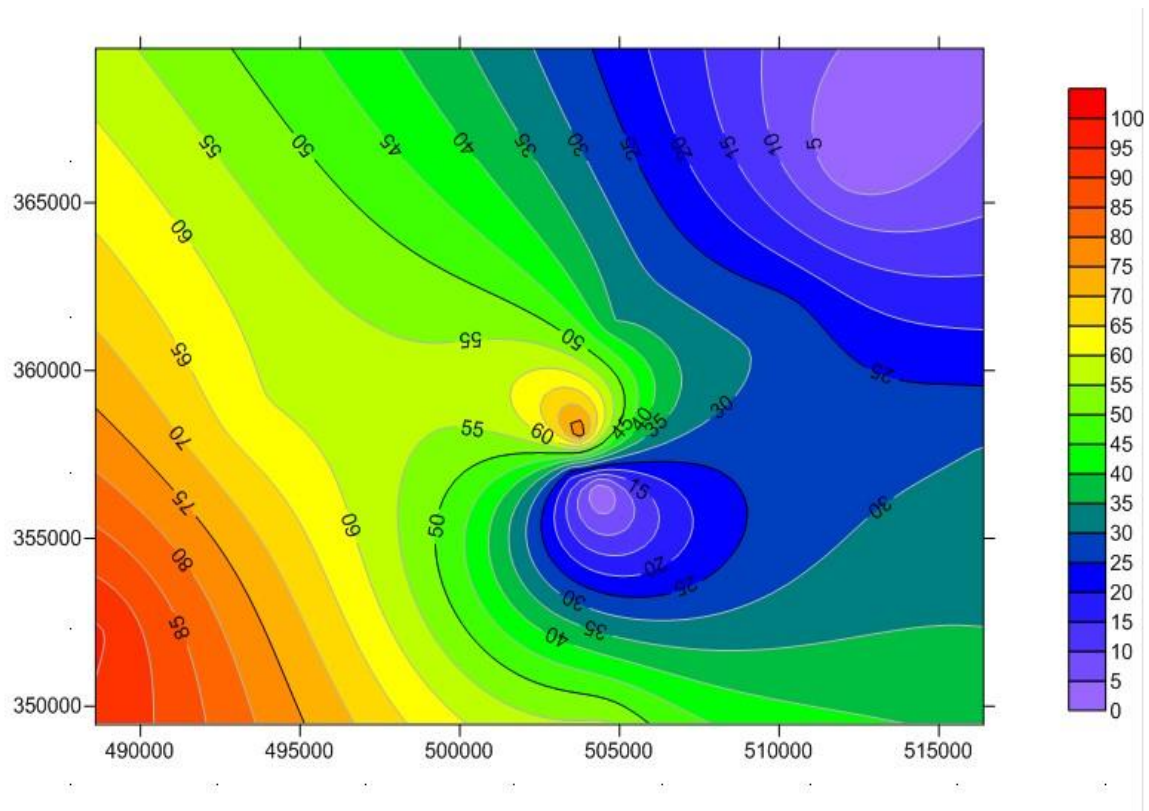


Figure IV- 8:carte iso valeur des nitrates sur la plaine par le logiciel Surfer années (2013) [5]

### Interprétations :

En 2013, et d'après les résultats de la carte, on note le retour de la pollution par les nitrates au centre de la plaine, avec une concentration élevée de [70-80] mg/l par rapport aux deux années précédentes, et elle reste la même dans la partie Ouest, où la concentration restant élevée et ne change pas (75-100) mg/l.

Et du côté Est de la plaine reste sans pollution, comme il l'était les deux années précédentes.

## 5.4 En 2014 :

## 5.4.1 Période des hautes eaux :

Tableau IV- 4: Structure de la base des données d'année 2014 période (hautes eaux)[6]

Point d'eau	x	y	Année	Mois	Nitrates(mg/l)
W41-08153	503 500	356 950	2 014	5	24,0
W41-08154	504 150	355 700	2 014	5	8,0
W41-08163	510 050	361 450	2 014	5	35,0
W41-09123	519 500	369 500	2 014	5	35,0
W041-1765	510 000	362 600	2 014	5	31,0
W063-595	503 750	358 120	2 014	5	59,0
W063-596	507 200	357 150	2 014	5	54,0
W063-470	500 470	354 670	2 014	5	62,0
W063-594	503 950	352 600	2 014	5	35,0
W41-08157	504 800	361 500	2 014	5	31,0
W41-09121	512 350	366 250	2 014	5	0,0
W041-1766	512 500	363 550	2 014	5	2,0
W041-1769	526 700	361 300	2 014	5	19,0
W042-450	550 650	370 750	2 014	5	32,0
W042-1000	534 770	361 500	2 014	5	63,0
W042-1003	541 270	363 070	2 014	5	67,0
W042-688	553 650	374 620	2 014	5	64,0
W042-439	545 950	368 500	2 014	5	82,0
W063-593	504 500	349 450	2 014	5	66,0
W41-08164	505 700	351 300	2 014	5	22,0
W042-997	539 200	373 150	2 014	5	21,0
W021-894	557 900	384 670	2 014	5	94,0
W021-890	549 200	383 070	2 014	5	39,0
W021-892	556 500	384 350	2 014	5	63,0
W021-417	558 620	379 920	2 014	5	82,0
W021-893	547 900	382 900	2 014	5	34,0
W021-192	556 440	382 630	2 014	5	95,0
W021-5	552 750	385 600	2 014	5	125,0
W021-04211	549 300	380 750	2 014	5	76,9
W021-04211	549 300	380 750	2 014	5	58,9

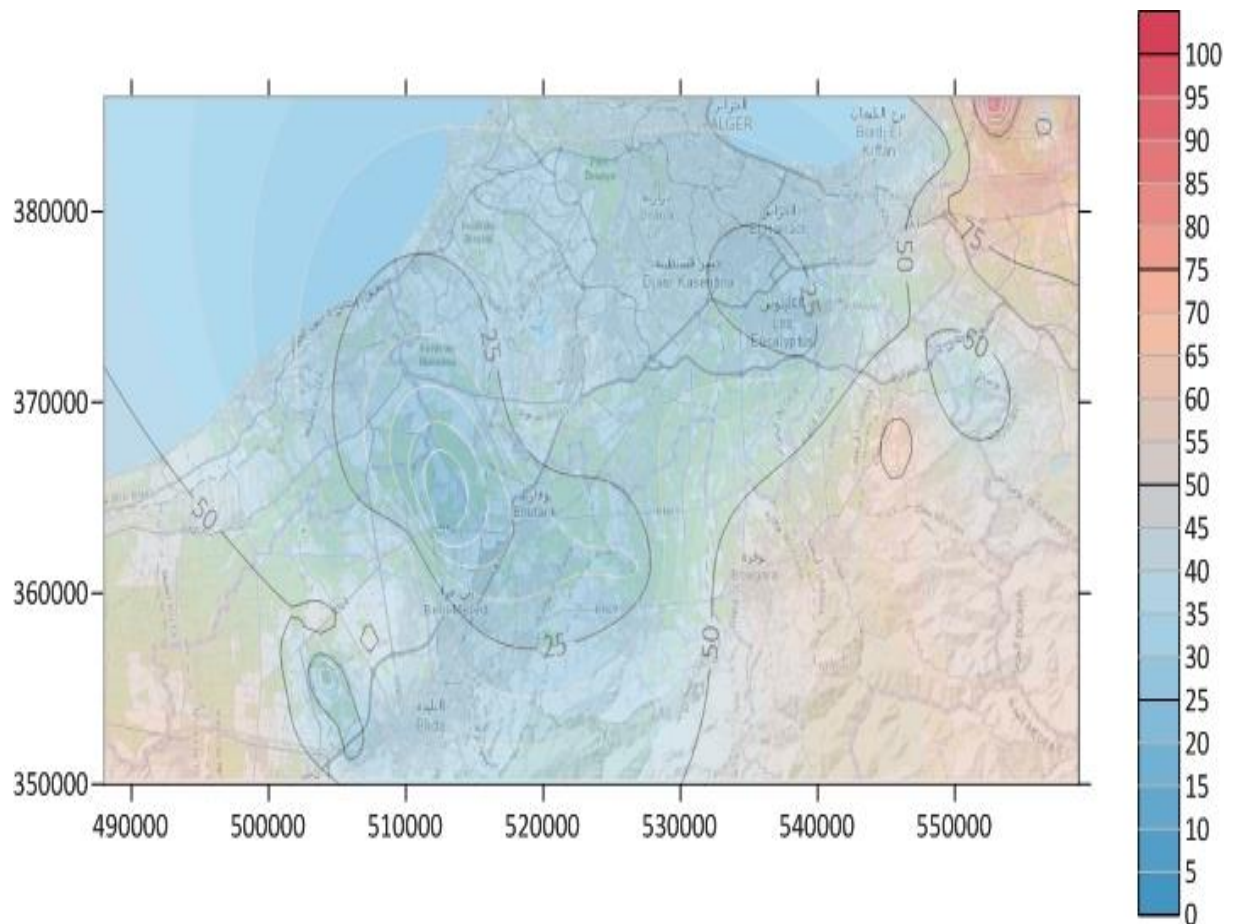


Figure IV- 9: carte iso valeur des nitrates sur la plaine par le logiciel Surfer années (2014) (hautes eaux)

### Interprétations :

L'Année 2014 et après une lame d'eau, on note que la valeur de la pollution aux nitrates sur la partie Ouest de la région diminue significativement de [50-75]mg/l.

Par contre la partie Est ou la pollution a augmenté de manière significative, atteignant [75-95]mg/l tandis que le milieu il y a une pollution atteignant de [55-75]mg/l.

## 5.4.2 Période des basses eaux :

Tableau IV- 5: Structure de la base des données d'année 2014 période (basses eaux)[6]

Point d'eau	x	y	Année	Mois	Nitrates(mg/l)
W041-1766	512 500	363 550	2 014	10	37,0
W041-1767	522 400	370 300	2 014	10	59,0
W041-1769	526 700	361 300	2 014	10	76,0
W062-251	488 600	352 230	2 014	10	17,0
W062-332	496 120	352 200	2 014	10	65,0
W062-333	493 720	353 500	2 014	10	0,0
W062-334	493 250	359 700	2 014	10	58,0
W062-335	491 200	355 640	2 014	10	80,0
W063-594	503 950	352 600	2 014	10	32,0
W063-595	503 750	358 120	2 014	10	54,0
W063-593	504 500	349 450	2 014	10	46,0
W021-192	556 440	382 630	2 014	10	93,0
W021-417	558 620	379 920	2 014	10	71,0
W021-890	549 200	383 070	2 014	10	49,0
W021-893	547 900	382 900	2 014	10	36,0
W042-997	539 200	373 150	2 014	10	24,0

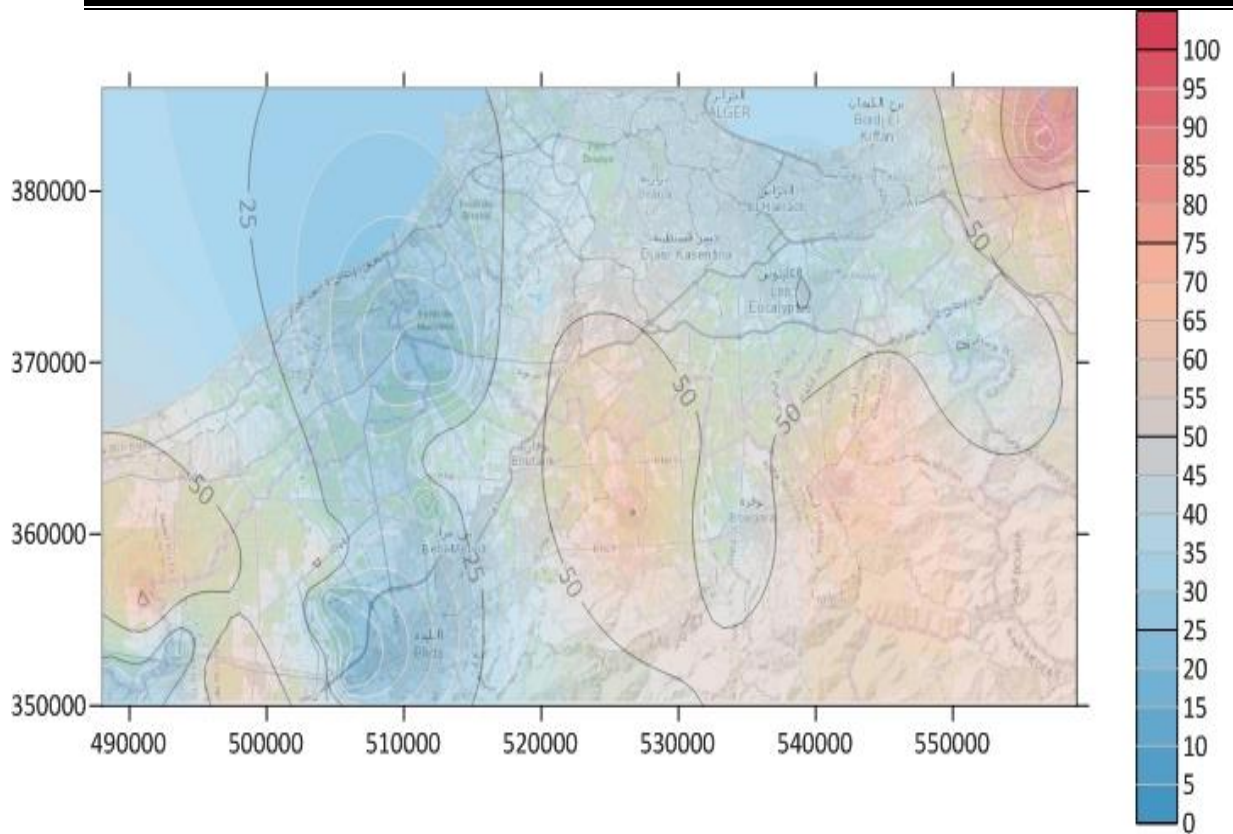


Figure IV- 10: carte iso valeur des nitrates sur la plaine par le logiciel Surfer années (2014) (basses eaux)

### Interprétations :

A partir de cette carte pour l'année 2014, période des base eaux, on remarque que la partie Est de la plaine il Ya une légère augmentation de la pollution aux nitrates [95-100]mg/l par rapport à la carte de la période des haute eaux (2014).

La partie Ouest, le taux de pollution aux nitrates reste le même [50-75]mg/l.

Mais ou centre, nous constatons que la pollution aux nitrates est apparue alors qu'elle était inexistante les années précédentes de [50-75]mg/l.

## 5.5 En 2015 :

## 5.5.1 Période des hautes eaux :

Tableau IV-6 : Structure de la base de données d'année 2015 période (hautes eaux) [6]

Point d'eau	x	y	Année	Mois	Nitrates(mg/l)
W021-04212	550 550	380 450	2 015	5	28,0
W021-5	552 750	385 600	2 015	5	64,0
W021-417	558 620	379 920	2 015	5	78,0
W021-893	547 900	382 900	2 015	5	33,0
W042-997	539 200	373 150	2 015	5	22,0
W042-1010	534 900	367 700	2 015	5	46,0
W021-192	556 440	382 630	2 015	5	106,0
W021-890	549 200	383 070	2 015	5	46,0
W021-892	556 500	384 350	2 015	5	70,0
W021-894	557 900	384 670	2 015	5	95,0
W042-450	550 650	370 750	2 015	5	29,0
W042-688	553 650	374 620	2 015	5	73,0
W41-08156	512 050	360 200	2 015	5	27,0
W41-08163	510 050	361 450	2 015	5	44,0
W41-09121	512 350	366 250	2 015	5	4,0
W63-09125	516 400	357 800	2 015	5	45,0
W042-439	545 950	368 500	2 015	5	34,0
W042-999	533 750	361 100	2 015	5	61,0
W042-1000	534 770	361 500	2 015	5	77,0
W042-1003	541 270	363 070	2 015	5	75,0
W41-08153	503 500	356 950	2 015	5	30,0
W41-08157	504 800	361 500	2 015	5	32,0
W41-08165	504 400	356 500	2 015	5	0,0
W62-09128	493 450	358 800	2 015	5	64,0
W062-332	496 120	352 200	2 015	5	22,0
W062-333	493 720	353 500	2 015	5	62,0
W062-334	493 250	359 700	2 015	5	41,0
W062-335	491 200	355 640	2 015	5	72,0
W062-251	488 600	352 230	2 015	5	78,0
W062-251	488 600	352 230	2 015	5	75,0
W063-594	503 950	352 600	2 015	5	34,0



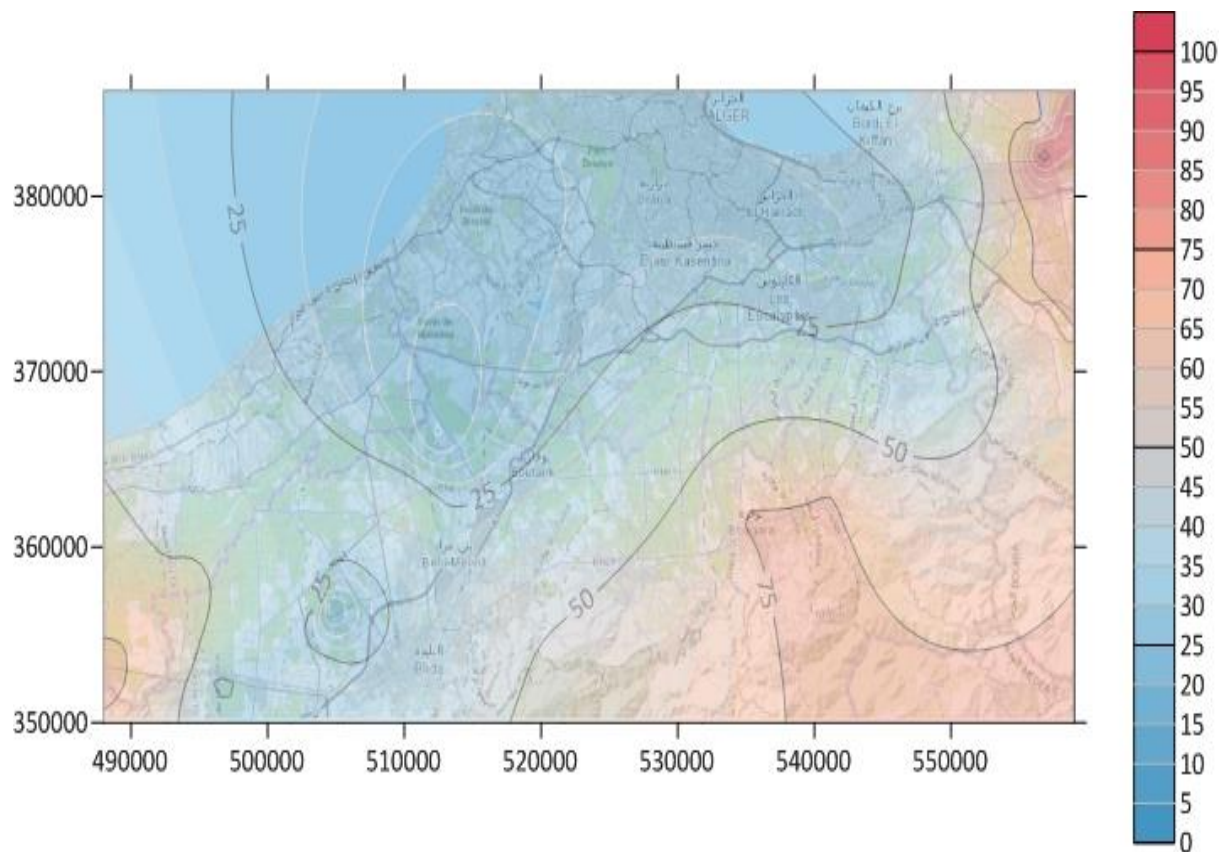


Figure IV- 11:carte iso valeur des nitrates sur la plaine par le logiciel Surfer années (2015) (hautes eaux)

### Interprétations :

Sur cette carte, on remarque que la pollution aux nitrates est en augmentation continue ou centre de la plaine [65-75]mg/l.

Mes aux cotés Oust et Est, ils sont restés la même n'y a pas de changement par rapport à l'Année précédent [50-75]mg/l.



## 5.5.2 Période des basses eaux :

Tableau IV-7 : Structure de la base de données d'année 2015 période (basses eaux) [6]

Point d'eau	x	y	Année	Mois	Nitrates(mg/l)
W41-09121	512 350	366 250	2 015	11	1,0
W63-09125	516 400	357 800	2 015	11	28,0
W041-1769	526 700	361 300	2 015	11	4,0
W062-251	488 600	352 230	2 015	11	73,0
W062-332	496 120	352 200	2 015	11	14,0
W062-333	493 720	353 500	2 015	11	54,0
W062-334	493 250	359 700	2 015	11	48,0
W062-335	491 200	355 640	2 015	11	34,0
W063-593	504 500	349 450	2 015	11	48,0
W063-594	503 950	352 600	2 015	11	29,0
W063-595	503 750	358 120	2 015	11	24,0
W41-08153	503 500	356 950	2 015	11	29,0
W41-08156	512 050	360 200	2 015	11	27,0
W41-08162	513 100	369 600	2 015	11	15,0
W41-08163	510 050	361 450	2 015	11	40,0
W042-999	533 750	361 100	2 015	11	61,0
W042-1000	534 770	361 500	2 015	11	57,0
W042-1003	541 270	363 070	2 015	11	75,0
PZ 50	530 100	360 550	2 015	11	32,0
W042-439	545 950	368 500	2 015	11	62,0
W042-450	550 650	370 750	2 015	11	27,0
W042-688	553 650	374 620	2 015	11	60,0
W042-997	539 200	373 150	2 015	11	31,0
W021-04212	550 550	380 450	2 015	11	31,0
W021-5	552 750	385 600	2 015	11	63,0
W021-192	556 440	382 630	2 015	11	96,0
W021-417	558 620	379 920	2 015	11	62,0
W021-890	549 200	383 070	2 015	11	67,0
W021-894	557 900	384 670	2 015	11	75,0
W021-893	547 900	382 900	2 015	11	24,0

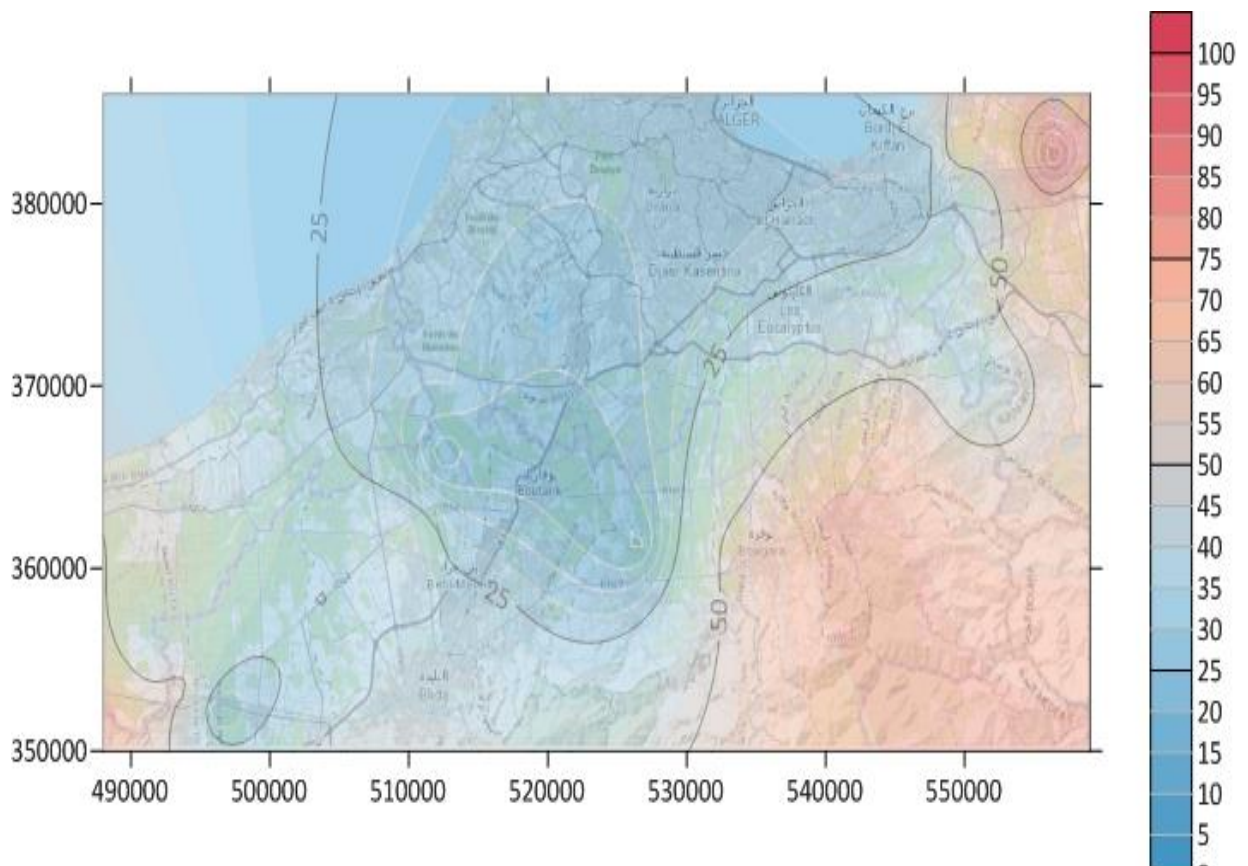


Figure IV- 12:carte iso valeur des nitrates sur la plaine par le logiciel Surfer années (2015) (basses eaux)

### Interprétations :

A partir de cette carte, on remarque dans la période des base eaux une légère diminution ou centre de la plaine [55-60], par apport à la période des base eaux.

Mes dans la partie Ouest et Est il n'y a pas de changement, où tout reste comme avant.

5.6 En 2016 :

5.6.1 Période des hautes eaux :

Tableau IV- 6: Structure de la base des données d'année 2016 période (hautes eaux)[6]

Point d'eau	x	y	Année	Mois	Nitrates(mg/l)
W062-206	491 400	356 010	2 016	5	67,0
W042-450	550 650	370 750	2 016	6	32,0
W042-688	553 650	374 620	2 016	6	68,0
W021-893	547 900	382 900	2 016	6	24,0
W042-439	545 950	368 500	2 016	6	62,0
W042-1000	534 770	361 500	2 016	6	50,0
W042-1003	541 270	363 070	2 016	6	69,0
W042-1010	534 900	367 700	2 016	6	37,0
W021-5	552 750	385 600	2 016	6	65,0
W021-192	556 440	382 630	2 016	6	95,0
W021-417	558 620	379 920	2 016	6	63,0
W021-894	557 900	384 670	2 016	6	65,0

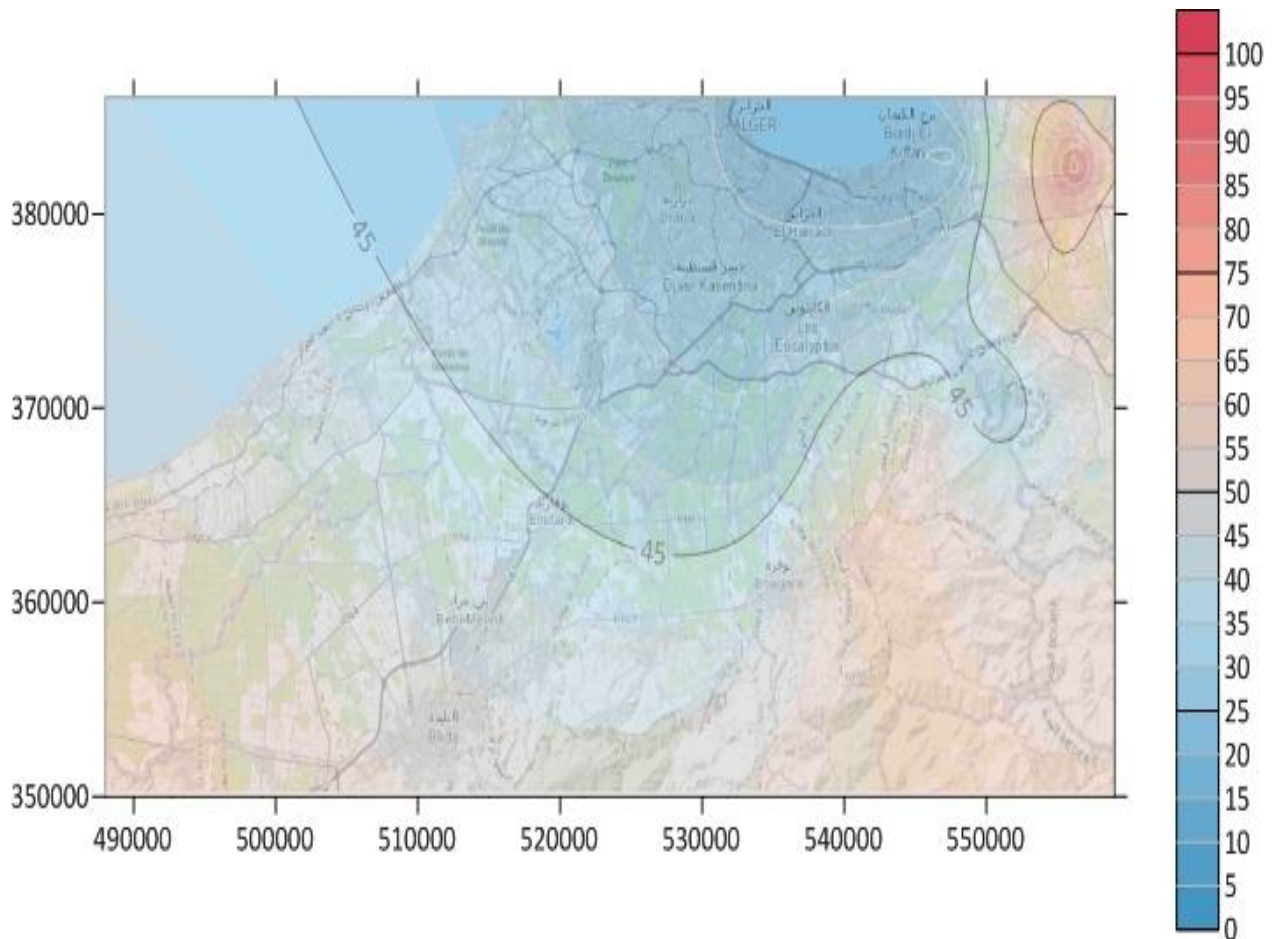


Figure IV- 13 : carte iso valeur des nitrates sur la plaine par le logiciel Surfer années (2016) (hautes eaux)

**Interprétations :**

D'après les données dont nous disposons et ce que le programme nous a fourni, nous constatons sur cette carte qu'il y a une petite pollution dans le côté Ouest et au centre de la plaine [50-65]mg/l. d'où, côté Est, il y a fort taux de pollution par les nitrates, atteignant [75-85]mg/l.

**5.6.2 Période des basses eaux :***Tableau IV- 7: Structure de la base des données d'année 2016 période (basses eaux)[6]*

<b>Point d'eau</b>	<b>x</b>	<b>y</b>	<b>Année</b>	<b>Mois</b>	<b>Nitrates(mg/l)</b>
W41-08153	503 500	356 950	2 016	10	22,0
W41-08154	504 150	355 700	2 016	10	19,0
W41-08156	512 050	360 200	2 016	10	20,0
W41-08163	510 050	361 450	2 016	10	23,0
W41-09120	507 250	365 800	2 016	10	39,0
W41-09121	512 350	366 250	2 016	10	0,0
W041-1769	526 700	361 300	2 016	10	40,0
W63-09125	516 400	357 800	2 016	10	56,0
W062-251	488 600	352 230	2 016	10	98,0
W062-332	496 120	352 200	2 016	10	59,0
W062-333	493 720	353 500	2 016	10	60,0
W062-335	491 200	355 640	2 016	10	78,0
W063-595	503 750	358 120	2 016	10	55,0
W063-593	504 500	349 450	2 016	10	42,0
W063-594	503 950	352 600	2 016	10	21,0
W021-04212	550 550	380 450	2 016	10	0,0
W042-450	550 650	370 750	2 016	10	26,0
W042-688	553 650	374 620	2 016	10	44,0
W021-893	547 900	382 900	2 016	10	27,0
W042-439	545 950	368 500	2 016	10	54,0
W042-1000	534 770	361 500	2 016	10	45,0
W042-1003	541 270	363 070	2 016	10	78,0
PZ 50	530 100	360 550	2 016	10	25,0
W021-04212	550 550	380 450	2 016	10	33,0
W021-5	552 750	385 600	2 016	10	79,0
W021-417	558 620	379 920	2 016	10	74,0
W021-890	549 200	383 070	2 016	10	57,0

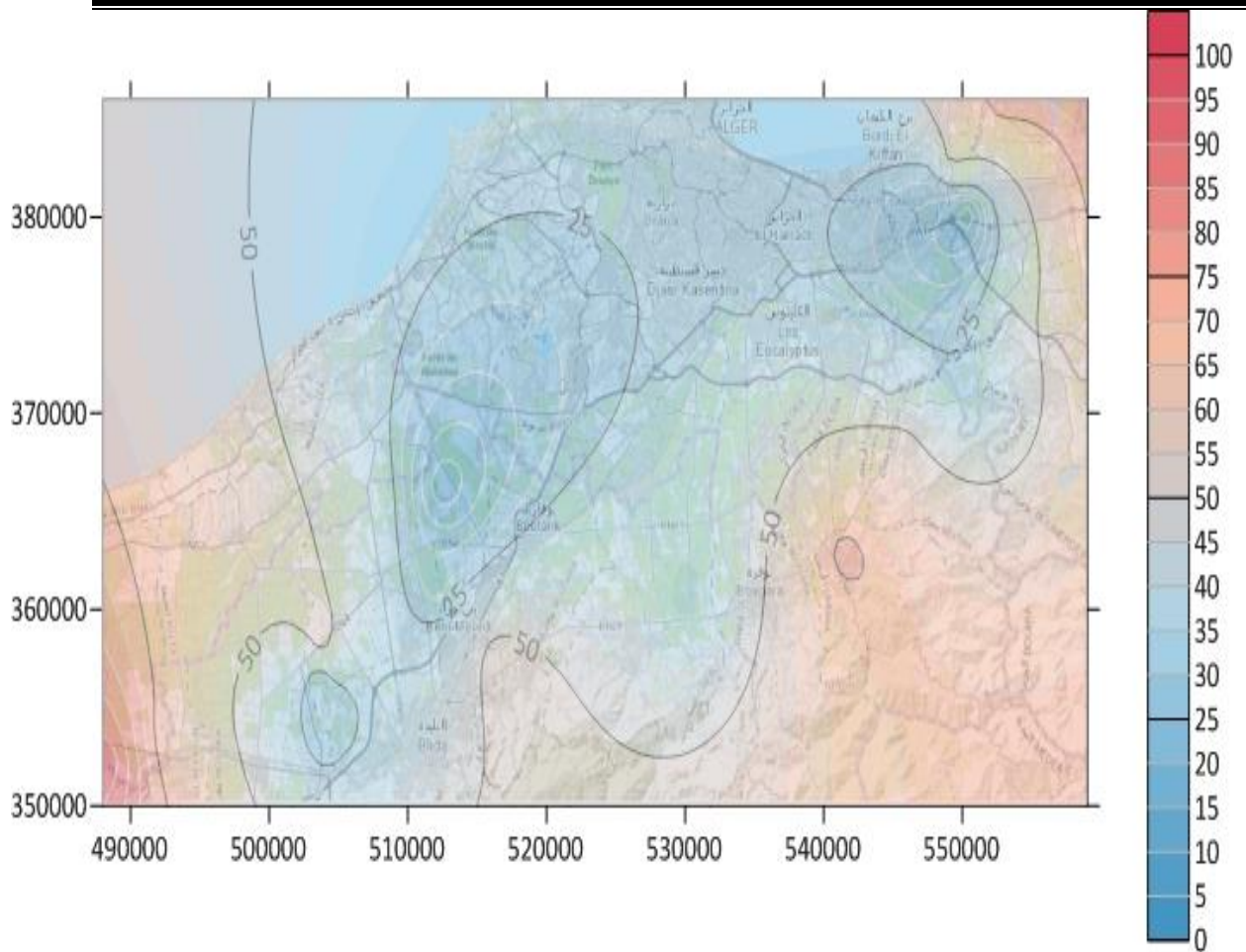


Figure IV- 14:carte iso valeur des nitrates sur la plaine par le logiciel Surfer années (2016) (basses eaux)

### Interprétations :

A partir de la carte de l'année 2016 période des basses eaux on constate le retour de la pollution aux nitrates sur les trois partis de la plaine.

De côte Ouest, il Y'a une augmentation significative de la pollution, atteignant [50-80] mg/l, tandis que le côté Est et a une concentration de [55-70] mg/l, c'est à dire la réémergence de la pollution avec les nitrates sur la plaine de la Mitidja.

## 5.7 En 2017 :

## 5.7.1 Période des hautes eaux :

Tableau IV- 8: Structure de la base des données d'année 2017 période (hautes eaux)[6]

Point d'eau	x	y	Année	Mois	Nitrates(mg/l)
W062-332	496 120	352 200	2 017	5	21,0
W062-333	493 720	353 500	2 017	5	91,0
W062-335	491 200	355 640	2 017	5	80,0
W062-251	488 600	352 230	2 017	5	16,0
W063-593	504 500	349 450	2 017	5	40,0
W063-594	503 950	352 600	2 017	5	31,0
W63-09125	516 400	357 800	2 017	5	35,0
W41-08157	504 800	361 500	2 017	5	33,0
W41-08159	506 000	364 000	2 017	5	16,0
W41-08162	513 100	369 600	2 017	5	10,0
W41-09121	512 350	366 250	2 017	5	5,0
W41-08153	503 500	356 950	2 017	5	32,0
W042-439	545 950	368 500	2 017	5	74,0
W042-450	550 650	370 750	2 017	5	30,0
W042-688	553 650	374 620	2 017	5	74,0
W021-893	547 900	382 900	2 017	5	32,0
W021-417	558 620	379 920	2 017	5	19,0
W021-894	557 900	384 670	2 017	5	41,0
W021-04212	550 550	380 450	2 017	5	31,0
PZ 50	530 100	360 550	2 017	5	43,0
W042-1000	534 770	361 500	2 017	5	64,0
W042-1003	541 270	363 070	2 017	5	84,0
W042-1010	534 900	367 700	2 017	5	46,0



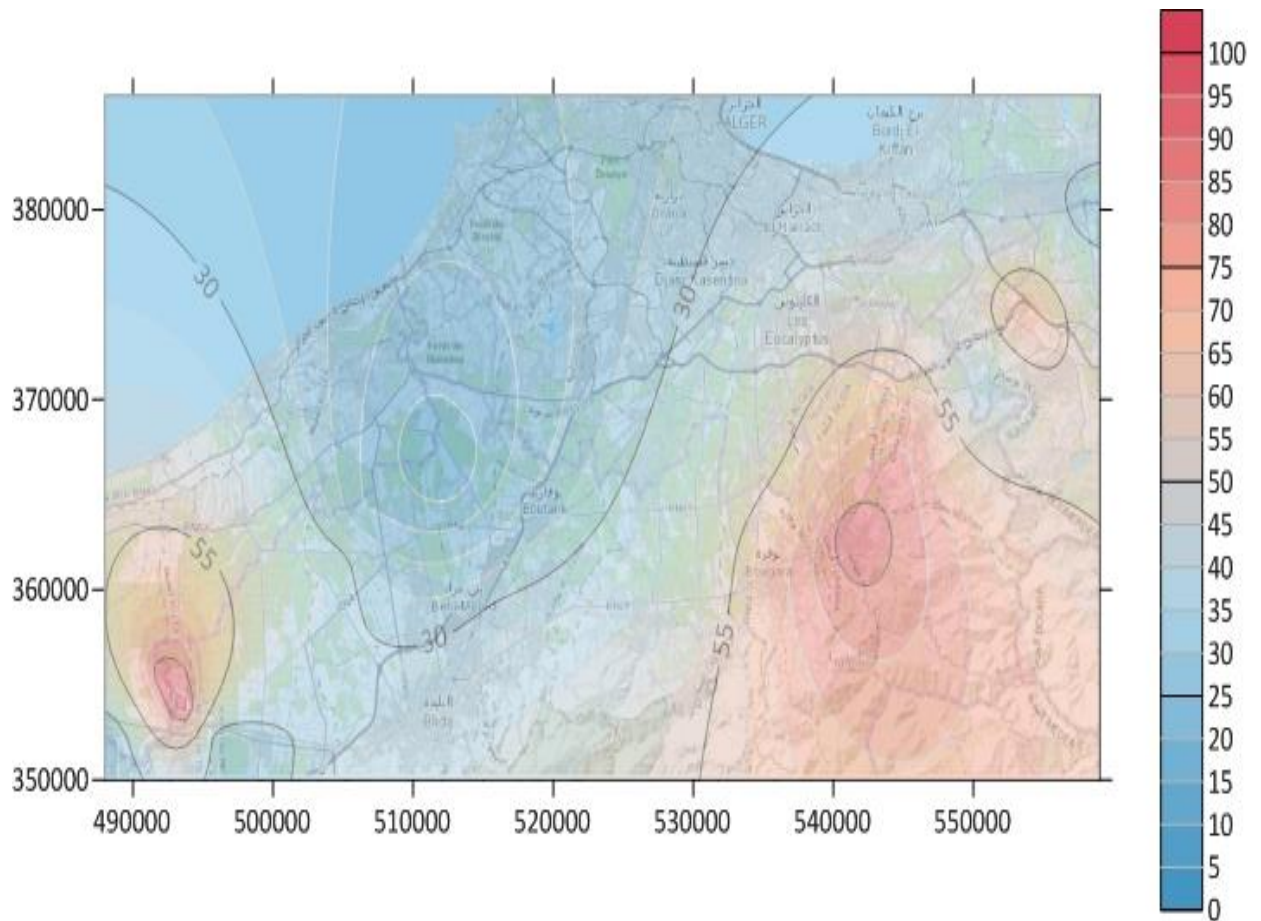


Figure IV- 15:: carte iso valeur des nitrates sur la plaine par le logiciel Surfer années (2017) (hautes eaux)

### Interprétations :

A partir de la carte de 2017, période des hautes eaux, on note la présence de la pollution aux nitrates dans le Sud-Est de la plaine de la Mitidja et le côté Ouest, ou elle a atteint dans le premier (coté Sud-Est) environ [60-75]mg/l, et dans le deuxième (côté Ouest) il a atteint environ [75-90] mg/l.

## 5.7.2 Période des basses eaux :

Tableau IV- 9: Structure de la base des données d'année 2017 période (basses eaux)[6]

Point d'eau	x	y	Année	Mois	Nitrates(mg/l)
W042-1010	534 900	367 700	2 017	10	37,0
PZ 50	530 100	360 550	2 017	10	27,0
W021-192	556 440	382 630	2 017	10	50,0
W021-417	558 620	379 920	2 017	10	94,0
W021-894	557 900	384 670	2 017	10	41,0
W021-890	549 200	383 070	2 017	10	67,0
W41-08153	503 500	356 950	2 017	10	29,0
W41-08156	512 050	360 200	2 017	10	21,0
W41-08157	504 800	361 500	2 017	10	27,0
W41-08164	505 700	351 300	2 017	10	19,0
W41-08159	506 000	364 000	2 017	10	9,0
W41-09121	512 350	366 250	2 017	10	7,0
W63-09125	516 400	357 800	2 017	10	25,0
W62-09128	493 450	358 800	2 017	10	47,0
W063-593	504 500	349 450	2 017	10	38,0
W062-332	496 120	352 200	2 017	10	12,0
W063-594	503 950	352 600	2 017	10	46,0
W062-251	488 600	352 230	2 017	10	89,0
W063-245	504 130	353 950	2 017	10	81,0
W062-334	493 250	359 700	2 017	10	52,0
W062-335	491 200	355 640	2 017	10	65,0



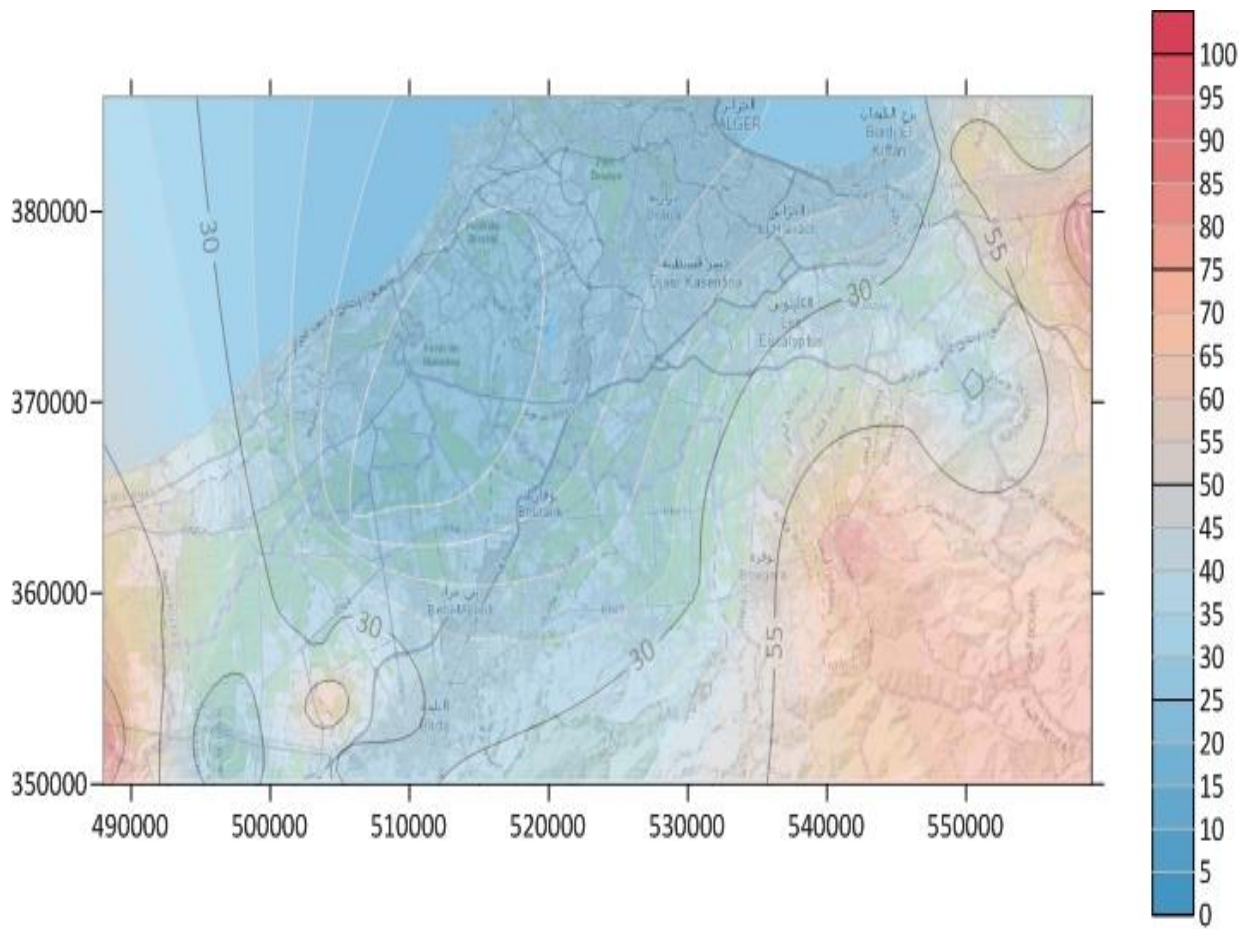


Figure IV- 16: carte iso valeur des nitrates sur la plaine par le logiciel Surfer années (2017) (basses eaux)

### Interprétations :

De la carte de l'année 2017 période des bases eaux on note que la pollution par nitrates reste la même que la période des hautes eaux. Il est distribué dans les côtés Sud-Est et Ouest de la plaine par des mêmes concentrations.

## 5.8 En 2018 :

## 5.8.1 Période des hautes eaux :

Tableau IV- 10: Structure de la base des données d'année 2018 période (hautes eaux)[6]

Point d'eau	x	y	Année	Mois	Nitrates(mg/l)
PZ 50	530 100	360 550	2 018	6	54,0
W021-04212	550 550	380 450	2 018	6	28,0
W021-192	556 440	382 630	2 018	6	88,0
W021-417	558 620	379 920	2 018	6	99,0
W021-5	552 750	385 600	2 018	6	71,0
W021-890	549 200	383 070	2 018	6	64,0
W021-893	547 900	382 900	2 018	6	28,0
W041-1769	526 700	361 300	2 018	7	64,0
W042-1000	534 770	361 500	2 018	6	76,0
W042-1003	541 270	363 070	2 018	6	76,0
W042-1010	534 900	367 700	2 018	7	46,0
W042-439	545 950	368 500	2 018	6	79,0
W042-450	550 650	370 750	2 018	6	39,0
W042-688	553 650	374 620	2 018	6	71,0
W062-251	488 600	352 230	2 018	7	19,0
W062-332	496 120	352 200	2 018	7	49,0
W062-333	493 720	353 500	2 018	7	47,0
W062-335	491 200	355 640	2 018	7	27,0
W063-594	503 950	352 600	2 018	7	65,0
W063-595	503 750	358 120	2 018	7	67,0
W41-08153	503 500	356 950	2 018	7	19,0
W41-08156	512 050	360 200	2 018	7	67,0
W41-09121	512 350	366 250	2 018	7	67,0
W63-09125	516 400	357 800	2 018	7	56,0

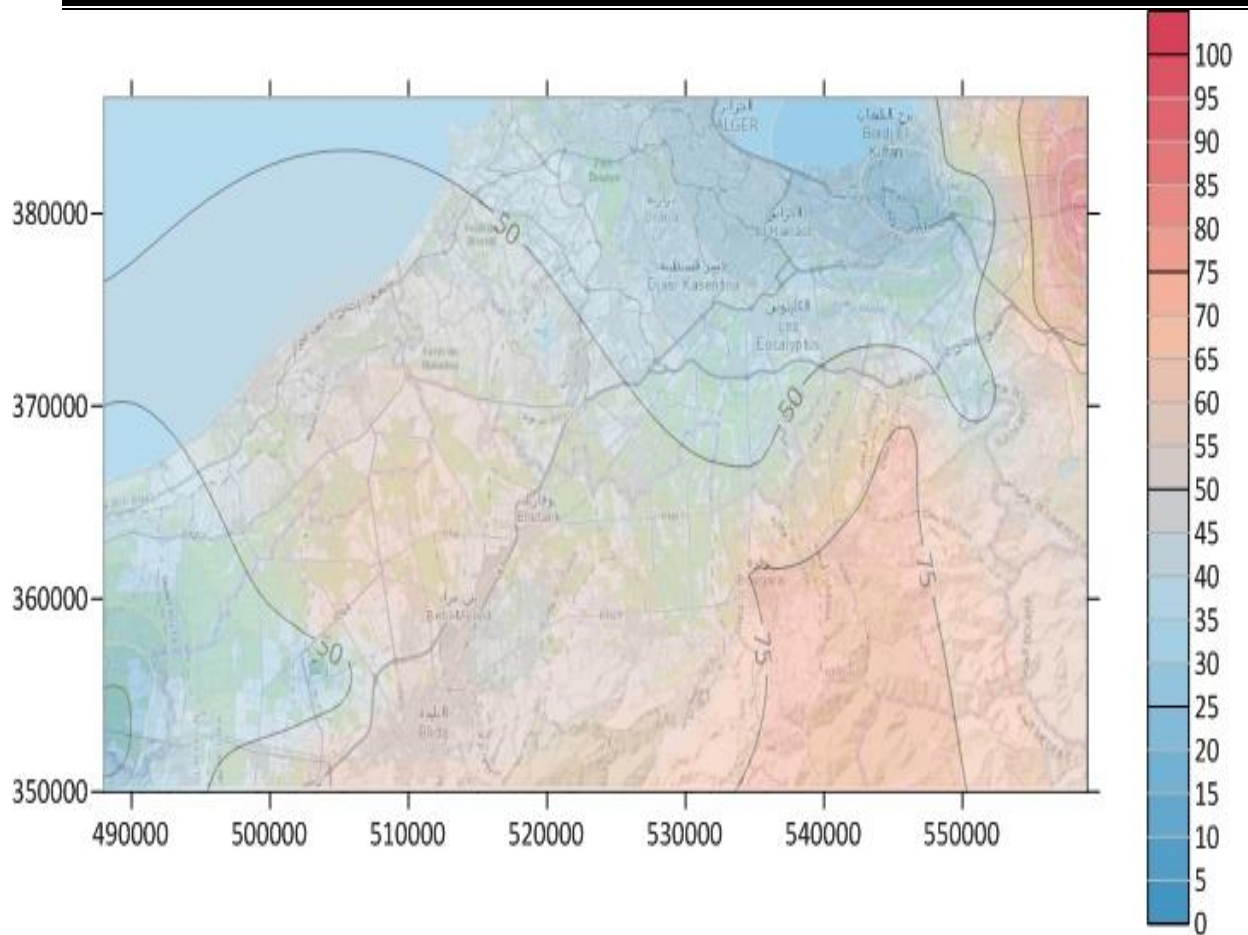


Figure IV- 17:carte iso valeur des nitrates sur la plaine par le logiciel Surfer années (2018) (hautes eaux)

### Interprétations :

En 2018, période des hautes eaux, d'après les résultats de la carte on note que la pollution aux nitrates est présentée dans l'Est de la plaine avec une concentration de valeur [75-85] mg/l.

Aussi, au milieu de la plaine de la Mitidja, on remarque que la pollution aux nitrates est présentée avec une concentration de valeur [65-75]mg/l.

## 5.8.2 Période des basses eaux :

Tableau IV- 11: Structure de la base des données d'année 2018 période (basses eaux)[6]

Point d'eau	x	y	Année	Mois	Nitrates(mg/l)
PZ 50	530 100	360 550	2 018	11	47,0
W021-04212	550 550	380 450	2 018	11	43,0
W021-417	558 620	379 920	2 018	11	94,0
W021-5	552 750	385 600	2 018	11	73,0
W021-890	549 200	383 070	2 018	11	67,0
W021-893	547 900	382 900	2 018	11	25,0
W041-1766	512 500	363 550	2 018	10	40,0
W041-1769	526 700	361 300	2 018	10	70,0
W042-1000	534 770	361 500	2 018	11	87,0
W042-1003	541 270	363 070	2 018	11	88,0
W042-439	545 950	368 500	2 018	11	74,0
W062-251	488 600	352 230	2 018	10	95,0
W062-332	496 120	352 200	2 018	10	7,0
W062-333	493 720	353 500	2 018	10	9,0
W062-335	491 200	355 640	2 018	10	88,0
W063-594	503 950	352 600	2 018	10	21,0
W41-08153	503 500	356 950	2 018	10	17,0
W41-08155	511 750	361 875	2 018	10	23,0
W41-08159	506 000	364 000	2 018	10	17,0
W41-08165	504 400	356 500	2 018	10	26,0
W41-09120	507 250	365 800	2 018	10	29,0
W41-09121	512 350	366 250	2 018	10	3,0

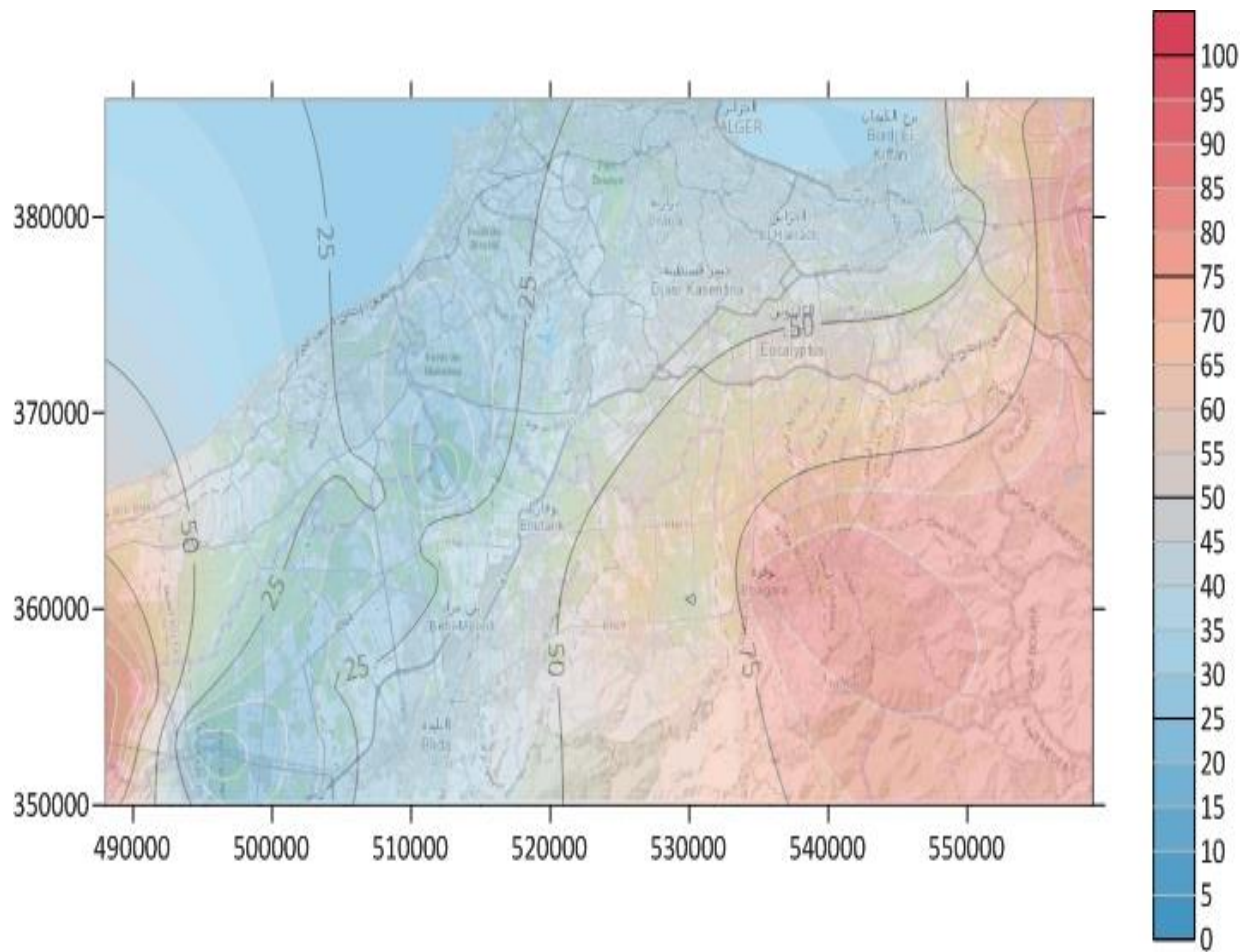


Figure IV- 18: carte iso valeur des nitrates sur la plaine par le logiciel Surfer années (2018) (basses eaux)

### Interprétations :

En 2018, la période des basses eaux, après les résultats de la carte on note le retour de la pollution en nitrates dans presque toutes les parties de la plaine de la Mitidja, partie Est, Ouest et le centre et a des concentrations importantes de [50-90] mg/l.

## 6. Conclusion :

Dans ce chapitre Nous avons appris au cours de notre étude que la présence de nitrates dans les eaux souterraines de la Mitidja à essentiellement trois origines :

- 1) Une origine agricole
- 2) Une origine urbaine
- 3) Une origine industrielle

De plus, avec plusieurs données dont nous avons mené des recherches sur la propagation de la pollution aux nitrates au cours des années (2011-2018), où nous avons conclu de ces recherches que la plupart de la pollution aux nitrates est largement répandue du côté Ouest de la plaine à cause de l'utilisation irrationnelle des engrais, et de côté Est à cause de la révolution et de sa forte croissance démographique.

# *Conclusion générale*

## Conclusion générale

Les nitrates, de part le cycle de l'azote, ont une origine naturelle provenant de l'action des bactéries nitrifiantes qui oxydent l'ammonium lors de la nitrification.

La pollution par l'ion nitrate, qui commence à devenir alarmante, est en définitive liée à la présence d'azote nitrique, en quantités élevées dans le sol et à son entrainement par les pluies et les irrigations drainantes.

La pollution des eaux souterraines dépend des polluants, qui proviennent à l'origine de l'utilisation irrationnelle des engrais, ainsi que de l'industrie et de la forte croissance démographique, la méthodologie de ce travail consiste à étudier la prévalence de la pollution nitrique dans cette plaine et à comparer des trois pôles.

Dans la région Est de la Mitidja la pollution est due à très fortes activités industrielles couplées à l'activité agricole mais aussi aux rejets urbains qui y sont également très importants et à la multitude de dépotoirs et décharges sauvages dont elle est le siège. En fait, toutes les activités concourent à l'importance de cette pollution.

A l'Ouest de la Mitidja, cette pollution moins prononcée qu'à l'Est, est due essentiellement à l'activité agricole, essentiellement à la fertilisation et secondairement à l'élevage, mais aussi aux rejets urbains et à la prolifération des décharges sauvages très répandues dans cette région. Enfin, au centre de la Mitidja l'ensemble des activités : industrielles, agricoles, les rejets urbains et les décharges sauvages concourent d'une manière comparable à cette pollution qui reste moins importante que dans les deux autres régions.

**Recommandations :** Dans le souci de préserver la qualité des eaux souterraines de la nappe du quaternaire, nous proposons ce qui suit :

\*Procéder à des analyses du sol à la fin de l'hiver, pour apprécier les reliquats d'azote minéral. Ceci aidera l'agriculteur à connaître la quantité d'azote nécessaire aux cultures  
Apport en azote = besoin de la culture en azote - azote contenu dans le sol Soustraire les nitrates du sol par :

- L'utilisation des cultures les plus exigeantes en azote (exemple : céréaliculture)
- L'aménagement des rotations des cultures (cultures à cycle long qui utilisent l'azote minéralisé en été et en automne).

\* Mettre en place des usines de compost et sensibiliser les agriculteurs pour une utilisation du compost en alternance avec les engrais azotés.



\* Les effluents d'élevage ne doivent en aucun cas s'écouler librement sur le sol. Ils doivent être épandus sur des surfaces assez importantes pour ne pas permettre leur infiltration en un point donné sur de grandes profondeurs, ainsi on préservera la nappe de cet apport.

\* Eviter les excès d'eau d'irrigation qui lessivent l'azote en :

- Améliorant l'ajustement des doses et fréquences d'irrigation
- Généralisant d'autres techniques, par exemple l'irrigation goutte à goutte si les conditions le permettent.

# *Référence bibliographiques*

Références bibliographiques

- [1] - Boudjadja, A., M. Messahel, and H. Pauc. "Ressources hydriques en Algérie du Nord." *Revue des sciences de l'eau/Journal of Water Science* 16.3 (2003): 285-304.
- [2] - [http://earthwise.bgs.ac.uk/index.php/Hydrog%C3%A9ologie\\_d%27Alg%C3%A9rie](http://earthwise.bgs.ac.uk/index.php/Hydrog%C3%A9ologie_d%27Alg%C3%A9rie).
- [3] - Hartani, Tarik. et al. *La Mitidja vingt ans après : Réalités agricoles aux portes d'Alger*. Editions Quae, 2011.
- [4]- [https://library.ensh.dz/images/site\\_lamine/pdf/these\\_master/2016/6-0015-16.pdf](https://library.ensh.dz/images/site_lamine/pdf/these_master/2016/6-0015-16.pdf)
- [5] - Mokadem Tahar "LA CARTOGRAPHIE DES NITRATES DE LA PLAINE DE MITIDJA". (2016)
- [6] -ANRH de Blida 2021.
- [7]- [https://fr.wikipedia.org/wiki/Pollution\\_de\\_l%27eau\\_par\\_les\\_nitrates](https://fr.wikipedia.org/wiki/Pollution_de_l%27eau_par_les_nitrates)
- [8]- Mariotti 1998, p. 102-103-99-102-103.
- [9] -C. Abdelbaki et F. Boukli Hacène "Etude du phénomène de dégradation des eaux souterraines du groupement urbain de Tlemcen". (2009) Université Abou Baker Belkaid, Tlemcen 2007 p62-98.
- [10] - FATIMA DJAMILA mémoire de master "Influence des activités agricoles et industrielles sur la qualité des eaux souterraines et l'environnement dans la Mitidja" (2014) UNIVERSITE BLIDA I p76
- [11] - **D R E** de Blida2021.
- [12] - Ben Halfa Fouzia mémoire de master (2015) "les processus de l'évolution du temps de résidence des nitrates dans les aquifères" p 8-9-10-11-16
- [13] - Cheikh Meriem, mémoire de master "étude du transfert des fertilisants agricole(nitrates) à travers la zone non saturée dans la zone de sahel algérois"(2011) université de Blida 1 P 32 à 37.

## Annexes



Cette carte nous servi comme support de base pour l'établissement "carte/sortie" de la distribution de la pollution des nitrates dans la Mitidja.