

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université Ibn Khaldoun –Tiaret.  
Faculté Sciences de la Nature et de la Vie.  
Département Nutrition et Technologie Agro Alimentaire



Mémoire de fin d'études  
En vue de l'obtention du diplôme de Master académique  
Domaine : Sciences de la Terre et de l'Univers  
Filière : Géologie  
Spécialité : Hydrogéologie

Présenté par :

Mr. ATALLAH Zouhir ;

M<sup>lle</sup>. NEGHAL Fatima ;

M<sup>lle</sup>. TOUISSI Aicha ;

*Thème*

**Impact de l'Activité Industrielle sur la Qualité des  
Eaux Souterraines.**

Cas de la Zone Industrielle (Zaaroura) ; W-Tiaret.

Soutenu publiquement le : 04/07/2022

**Jury:**

**Grade**

**Président:** Mr. MEBARKI Kadour.

MCB

**Encadrant :** Mr. BOURBATACHE Mansour.

MAA

**Examineur :** Mr. SABBOUA Toufik.

MAA

Année universitaire 2021-2022

## Remerciements

Avant tout, nous remercions Dieu le tout puissant, qui nous a aidés et nous à donne le courage et la volonté d'accomplir ce modeste travail.

Tout d'abord, nous exprimons nos sincères remerciements et notre sincère gratitude et appréciation au monsieur **BOURBATACHE Mansour**, notre promoteur qui nous a honoré en acceptant la supervision de ce mémoire et pour son soutien et ses précieux conseils, que Dieu le bénisse et vous garde serviteur de la connaissance.

Nous tenons à remercier pleinement les membres de jury, monsieur : **MEBARKI Kadour** et monsieur **SABBOUA Toufik**, pour avoir bien examiné ce mémoire.

Nous tenons à remercier encore nos enseignants du département des sciences de la terre et l'Univers et spécialement a monsieur **MOUCHARA Nabil**.

Nous n'oublions pas de remercier nos familles pour leurs prières, leur soutien et leur amour tout au long de ces années.

Enfin nous tenons à remercier tous ceux qui ont contribue de près ou loin a la réalisation de ce travail de fin d'étude.

## DEDICACE

Après avoir remercié « **Allah** » le toute puissant et volonté.

Je dédie ce modeste travail aux êtres les plus chers au monde :

À mes chers parents « **Dajallol ET Aicha**» qui ont tant sacrifié pour mes études en témoignage de leur dévouement, amour, patience et perseverance et qui ont fait de moi la personne qui je suis aujourd'hui.

À mes chers frères « **Mohamed, Karim**».

À mes sœurs « **Naima, Hanane**».

À mes Tantes « **Khaira**».

À toutes mes amies « **Aicha, warda, Mohamed, Hicham, Zohier, Mustapha**» et notre encadreur Mr «**Bourbatache**».

À mes camarades de la promotion « **STU** » Master II hydrogéologie **2021-2022**.

Enfin, je dédie à ceux qui ont contribué à la réalisation de ce travail de près ou de loin.

*Fatima*

## **DEDICACES**

Je dédie cet Modeste travail à mes parents. C'est Très difficile de révéler mes Sentiments par quelques mots; mais merci pour votre amour, vos encouragements, vos sacrifices.

Merci d'avoir été présents à chaque moment de ma vie.  
Que Dieu vous garde.

A toutes ma famille, mes amies, mes professeurs et à tous ceux qui m'ont aidé à réaliser ce modeste Travail.

***AICHA***



## ***Dédicace***

*Avant tout c'est grâce à Dieu que je suis arrivé là.*

*Je dédie ce modeste travail à :*

*Mes très chers parents : Ma mère qui ma donner la vie et qui a toujours sacrifie  
Pour faciliter ma vie, que dieu me la garde, Et à l'âme de mon père.*

*A ceux qui me sont très chers mes frères et mes sœurs qui je les remercie pourLe  
soutien qu'ils me donnent .A tous mes amis*

*Tous mes amis et tous ceux que je connaissais qui m'ont aidé à en arriver là où  
je suis arrivé aujourd'hui à l'Institut de hédrogiologe; 2021/2022.*

***zohier***

**TABLE DES MATIERES**

Remerciements  
Dédicace  
Table des matières  
Liste des Figures  
Liste des tableaux  
Liste des abréviations  
Introduction.....01

**Partie N°01 : Etude Bibliographique**

**Chapitre N°01 : La pollution des eaux souterraines**

I-1-Généralité sur la pollution .....03  
I-1-1-Définition .....03  
I-2-Les sources de pollution.....03  
I-2-1-La pollution ponctuelle.....03  
I-2-2-La pollution urbaine.....03  
I-2-3-La pollution industrielle.....04  
I-2-4-La pollution diffuse.....04  
I-2-5-La pollution agricole.....04  
I-2-6-La pollution atmosphérique.....04  
I-3-Les types de pollution.....05  
I-3-1-La pollution chimique .....05  
I-3-2-La pollution physique.....05  
I-3-3-La pollution microbiologique.....05  
I-4-Les principaux polluants des eaux.....05  
I-4-1-Matières en suspension.....05  
I-4-2-Sels minéraux.....05  
I-4-3-Micro-organismes.....05

I-5-Différents types de rejets industriels.....	06
-5-1-Eaux des circuits de refroidissement.....	06
I-5-2-Eaux de lavage des sols et machines.....	06
I-5-3-Eaux de fabrication.....	06

**Chapitre N°02 : Impact de l'activité industrielle sur les eaux**

II-1-Généralités sur les différents impacts sur la qualité des eaux souterraines.....	07
II-1-1-Impact l'activité industriel sur les sols.....	07
II-1-2-Impact l'activité industriel sur l'environnement.....	07
II-1-3-Diminution de la teneur en oxygène dissout.....	07
II-1-4-Prolifération d'algues.....	07
II-1-5-Physique du milieu récepteur.....	08
II-1-6-Impact de l'activité industrielle sur la santé humaine.....	08
II-2-Autre effets de l'activité industriels.....	08
II-2-1-Risque pour les êtres vivants dans le biotope (Milieu de rejet).....	08
II-2-2-Risque de dégradation des écosystèmes aquatique.....	09
II-2-3-Risque d'accroissement et difficultés des coûts pour la correction des eaux prélevées.....	09

**Partie N° 02 : Etude expérimentale**

**Chapitre N°03 : Description de la zone d'étude**

III-1-Cadre général.....	10
III-2-Aperçu socio-économiques .....	10
III-2-1-Population.....	10
III-2-2-Industrie .....	11
III-3-Description de la zone industrielle Zaaroura de Tiaret.....	11
III-2-1-Situation de la zone d'étude .....	11
III-2-2-Précipitations.....	12
III-2-3-Température.....	13
III-4-Aperçu climatologique.....	13



III-3-Synthèse climatique : .....	13
III-3-1-Diagramme ombrothermique de GAUSSEN .....	13
: III-3-2-Quotient pluviométrique d'EMBERGER : .....	14
III-4-Aperçu pédologique.....	15
III-5-Aperçu géomorphologique.....	16
III-6-Contexte géologie.....	17
III-6-1-Géologie régional.....	17
III-6-1-1-Les monts de Tiaret.....	17
III-6-1-2-Le plateau de Sersou.....	17
III-6-1-3-Le massif du Djebel Nador.....	17
III-7-L'hydrologie.....	19
III-8-Hydrogéologie.....	20

**Chapitre N°04 : Matériel & Méthodes**

IV-1-Présentation de l'étude.....	24
IV-1-1-L'objectif de l'étude .....	24
IV-2-Localisation des échantillons.....	24
IV-3-Codifications des stations.....	25
IV-4-Technique d'échantillonnage.....	26
IV-5-Technique de prélèvement des eaux .....	27
IV-6-Analyse des échantillons.....	27
IV-7-Exploitation des résultats .....	27
IV-7-1-Analyses statistiques .....	27

**Chapitre N°05: Résultats & Discussion**

V-1-Analyse de la variabilité spatiale de l'eau de forage dans chaque site de prélèvement.....	28
V-1-1-Le potentiel d'hydrogène (PH).....	28
V-1-2-La conductivité électrique ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ ) .....	29
V-1-3-Les chlorures .....	30
V-1-4-Les bicarbonates.....	31

V-1-5-Les sulfates .....32  
V-1-6-La demande biologique en oxygène et la demande chimique en oxygène .....33  
V-1-7-Les nitrates et les nitrites.....34

Conclusion générale

Références Bibliographiques

Résumé

## Liste des Abréviations

- **CFT** : Conservation des forets de Tiaret ;
- **DRE** : Direction des ressources en eau ;
- **DBO<sub>5</sub>** : Demande biochimique d'oxygène pendant 05 jours ;
- **DCO** : Demande chimique d'oxygène ;
- **ONS** : Office National Statistique ;
- **Urbatia** : Centre d'étude et de réalisation en urbanisme (Tiaret) ;
- **SARL** : Société a responsabilité limitée.

**Liste des Tableaux**

<b>Tableau N°01</b> : Découpage de la wilaya de Tiaret en zones et sous zones homogènes selon la lithologie.....	22
<b>Tableau N°02</b> : Description des unités industrielles sélectionnées.....	24
<b>Tableau N°03</b> : Codifications des stations de prélèvement.....	24
<b>Tableau N°04</b> : Coordonnées d’emplacement des unités industrielles.....	25
<b>Tableau N°05</b> : Identification des points de prélèvement par date et volume.....	26
<b>Tableau N°06</b> : Affectation des prélèvements par agence de mesure.....	27
<b>Tableau N°07</b> : Analyse descriptive de la variabilité spatiale du PH de l’eau.....	28
<b>Tableau N°08</b> : Analyse descriptive de la variabilité spatiale de la conductivité électrique (µs/cm) de l’eau de forage.....	29
<b>Tableau N°09</b> : Analyse descriptive de la variabilité spatiale du Chlore (mg/l) de l’eau de forage .....	30
<b>Tableau N°10</b> : Analyse descriptive de la variabilité spatiale des bicarbonates (mg/l) de l’eau de forage.....	31
<b>Tableau N°11</b> : Analyse descriptive de la variabilité spatiale des sulfates (mg/l) de l’eau de forage.....	32
<b>Tableau N°12</b> : Analyse descriptive de la variabilité spatiale pour la DBO5 et la DCO (mg/l) de l’eau de forage.....	33
<b>Tableau N°13</b> : Analyse descriptive de la variabilité spatiale des nitrates et des nitrites (mg/l) de l’eau de Forage.....	34

---

**Liste des Figures**

<b>Figure N°01</b> : La pollution ponctuelle, et la pollution diffuse.....	04
<b>Carte N°01</b> : Délimitation administrative de la wilaya de Tiaret.....	10
<b>Figure N°02</b> : Plan de Situation de la zone industrielle Zaaroura-W-Tiaret.....	11
<b>Figure N°03</b> : Répartition mensuelle des précipitations 1986-2021.....	12
<b>Figure N°04</b> : Répartition des précipitations interannuelles de Tiaret (1986-2021).....	12
<b>Figure N°05</b> : Variations mensuelles des températures 1986-2021.....	13
<b>Figure N°06</b> : Diagramme ombrothermique 1986-2021.....	14
<b>Figure N°07</b> : Diagramme d'Emmberger avec la station d'Ain bouchekif(1986-2017)(ARRARIA,2018).....	15
<b>Carte N°02</b> : Carte des zones homogène de la région de Tiaret.....	16
<b>Carte N°03</b> :Extrait de la Carte géologique de Tiaret 1/200000 (ANRH, 2008).....	18
<b>Carte N°04</b> e la carte hydrogéologique de Tiaret (ANRH, 2008).....	20
<b>Figure N°08</b> : Variabilité spatiale du PH de l'eau de forage.....	28
<b>Figure N°09</b> : Variabilité spatiale de la conductivité électrique ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ ) de l'eau de forage.....	29
<b>Figure N°10</b> : Variabilité spatiale du Chlore (mg/l) de l'eau de forage.....	30
<b>Figure N°11</b> : Variabilité spatiale des Bicarbonates (mg/l) de l'eau de forage.....	31
<b>Figure N°12</b> : Variabilité spatiale des sulfates (mg/l) de l'eau de forage .....	32
<b>Figure N°13</b> : Variabilité spatiale pour la DBO5 (mg/l) de l'eau de forage.....	33
<b>Figure N° 14</b> : Variabilité spatiale pour la DCO (mg/l) de l'eau de forage.....	33
<b>Figure N°15</b> : Variabilité spatiale des nitrates (mg/l) de l'eau de forage.....	34
<b>Figure N°16</b> : Variabilité spatiale des nitrites (mg/l) de l'eau de forage.....	34

## Introduction générale

L'industrie moderne est apparue dans le monde il y a deux siècles environ, l'accroissement des déchets solides et liquides est étroitement lié à ce développement économique.

En effet, ce dernier entraîne des impacts négatifs sur l'environnement et l'économie de beaucoup de pays. **(Han, 2001)**

Les éléments toxiques existent dans plusieurs fractions de la forme solide, ou liquide qui peuvent être mesurées par des méthodes analytiques **(Tessier, 1979)**

Les activités humaines telles que les effluents industriels ont alors augmenté le flux de substances toxiques dans les eaux souterraines et de surface **(Davis A.P, 2001 et Kunwar P, 2005)**

Aujourd'hui, la mauvaise gestion des sites industriels a pour conséquences des problèmes de santé publique et d'aménagement du territoire **(Lemière B, 2001)**

La problématique de recherche est basé sur la détermination des impacts de l'activité industrielle sur la qualité des eaux souterraines des eaux de forage de quelques stations industrielle localisé dans la zone industrielle Zaaroura, W- Tiaret.

### **Buts expérimental :**

- De faire évaluer la qualité des eaux souterraine ;
- De dégager les stations hautement polluante dans la zone industrielle de Zaaroura ;

## **Plan du travail**

Dans une première partie, nous ferons à une série d'étude bibliographique, nous nous limiterons aux travaux dont les objectifs était analogue au notre travail.

Une partie expérimentale en premier lieu par une description détaillée de notre zone d'étude suivie par un chapitre matériel et méthodes pour atteindre notre objectif ;

Les échantillons sont traités au niveau du laboratoire de recherche (Eau et sol) de la faculté des sciences de la nature et de la vie.

Le chapitre résultats et discussions est consacré à la présentation et à la discussion des résultats ; Nous développons en fin une conclusion générale qui synthétisera les principaux résultats et leurs conséquences sur les efforts pour mètre un plan de la gestion environnementale des sources de pollution et de voir ces impacts sur les eaux souterraines.

## **I-1-Généralité sur la pollution**

L'importance de la pollution des eaux a été identifiée considérablement depuis le début des années soixante dans l'ensemble du monde, les pollutions chimiques ont progressées, en particulier, celles dues aux éléments toxiques, aux fertilisants et aux pesticides.

Cette pollution concerne de plus en plus non seulement les eaux superficielles mais plus particulièrement les nappes phréatiques. (**Chafaa, 2015**).

### **I-1-1-Définition**

La pollution de l'eau souterraine est le risque permanent de limitation de la ressource en eau dans un proche avenir, elle résulte de l'activité humaine, et il faut donc exclure la détérioration naturelle sous l'action des agents géologiques.

Ainsi, l'eau est polluée lorsqu'il est sous l'effet de l'activité humaine, elle devient impropre et présente un problème pour l'environnement.

Le polluant peut quant à lui être défini comme un agent physique, chimique ou biologique issu des activités anthropiques et capable de détériorer la qualité de l'eau à une certaine concentration. (**Castany, 1992**)

## **I-2-Les sources de pollution**

On distingue deux sources de pollutions à savoir :

### **I-2-1-La pollution ponctuelle**

Elle est formée de rejets localisés, plus ou moins abondants relativement faciles à identifier chronique ou accidentelle, cette pollution est provoquée par des déversements domestiques, urbains, ou industriels peu ou non traités. (**Tababouchet, 2017**)

### **I-2-2-La pollution urbaine**

Les eaux usées urbaines transportent des corps en suspension et en solution comme les produits ménagers. Les stations d'épuration ne traitent que (65,00 %) des eaux usées et ne traitent généralement pas les composés chimiques en solution. Certains composés organiques notamment les phosphates sont à l'origine de déséquilibres des écosystèmes en favorisant par excès le développement de certains végétaux indésirables qui consomment de l'oxygène du milieu jusqu'à priver les animaux qui s'y trouvent. (**Tababouchet, 2017**)



### I-2-3-La pollution industrielle

Le développement industriel a apporté pour l'homme de grands progrès dans tous les domaines, mais depuis quelques années, on se rend compte de plus en plus qu'un développement industriel non maîtrisé présente des aspects négatifs, il produit en particuliers plusieurs formes de pollution qui peuvent menacer la santé des populations et perturber l'équilibre naturel. **(Degrement, 1984)**

### I-2-4-La pollution diffuse

Elle est due au lessivage et à l'érosion plus ou moins rapide et accusée des sols, différentes substances sont entraînées vers les nappes et les rivières tel que les hydrocarbures, les métaux lourds, les pesticides. Cette pollution peut s'étendre sur de grandes surfaces, elle est difficile à identifier et donc difficile à maîtriser. **(Bouguetit, 2015).**

### I-2-5-La pollution agricole

D'après **Roque** en (1979) ; La pollution d'origine agricole est causée principalement par l'utilisation irrationnelle et intensive des engrais chimiques et pesticides qui contribuent à la dégradation de la qualité d'eau.

### I-2-6-La pollution atmosphérique

Il s'agit d'un type de pollution caractérisé par une altération des niveaux de qualité et de pureté de l'air. Ce dernier est généralement causé par un ou plusieurs éléments (Particules, substances, matières) dont les degrés de concentration et les durées de présence sont suffisantes pour produire un effet toxique et écotoxique. **(Pesson, 1980)**

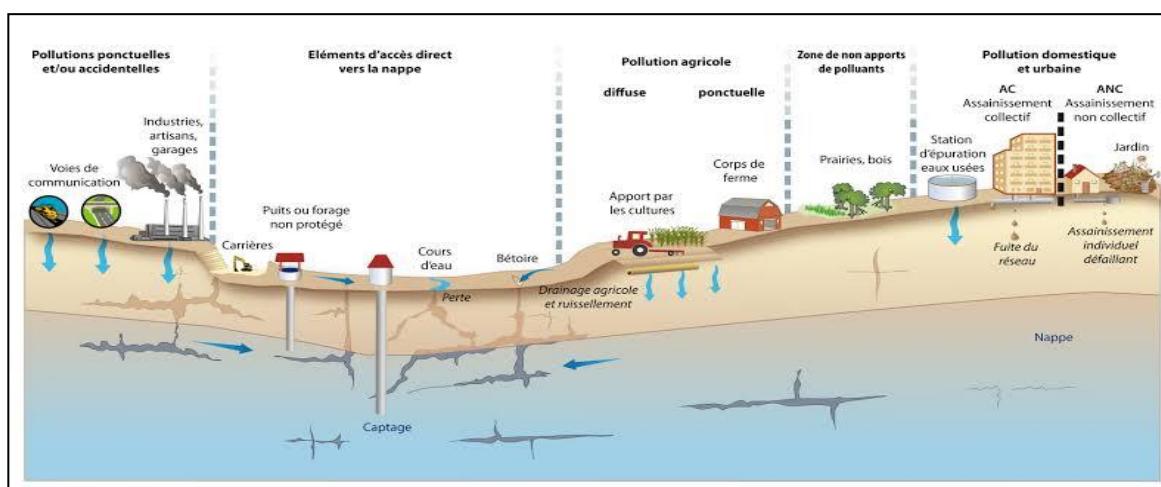


Figure N°01 : La pollution ponctuelle, et la pollution diffuse (<http://test-dyb.fr/pollution-eau-souterraine/>,2020)

### **I-3-Les types de pollution**

#### **I-3-1-La pollution chimique**

La pollution chimique se traduit par un déversement des substances chimiques dans le milieu naturel par les différentes activités de production et de fabrication, soit directement au bien indirectement, généré principalement par le secteur industriel et le secteur agricole. (khelfane , 2013)

#### **I-3-2-La pollution physique**

La pollution physique est liée aux facteurs influents sur l'état physique de l'eau tels que la température, le pH, la conductivité (CE) le solide totale dissous (TDS), la présence des particules ou mousses et le changement de l'effet réfractaire de l'eau. (Moussa ,2014).

#### **I-3-3-La pollution microbiologique**

La contamination microbiologique est une forme de pollution de l'eau engendrée par la présence de microorganismes pathogènes tels que les virus, les parasites ou les bactéries. Ceux-ci peuvent présenter un risque pour la santé humaine ou animale. (Ramade f ,2005)

### **I-4-Les principaux polluants des eaux**

#### **I-4-1-Matières en suspension**

Les matières en suspensions désignent toutes les matières organiques qui ne se solubilisent pas dans l'eau pour donner une eau trouble (Koller, 2004).

Les matières en suspensions diminuent la luminosité dans l'eau, donc freinent la photosynthèse. Les espèces végétales se développent plus difficilement, l'oxygène qu'elles produisent diminue dans le milieu et les espèces animales en souffrent (Rodier, 2005).

#### **I-4-2-Sels minéraux**

Les sels minéraux représentent des polluants majeurs de par les masses mises en jeu ainsi que par leurs effets biologiques. Ils affectent la potabilité des eaux superficielles, même pour usages industriels si leur concentration est assez importante (Rodier, 2005).

### **I-4-3-Micro-organismes**

L'origine de la pollution microbiologique peut être au niveau de la ressource (eau brute, ouvrage de captage), mais elle peut être aussi dans le réseau ou dans les ouvrages de stockage, au cours de son transport, l'eau peut subir des dégradations et notamment des contaminations microbiologiques. (Pesson, 1980).

### **I-5-Différents types de rejets industriels**

#### **I-5-1-Eaux des circuits de refroidissement**

Abondantes et généralement pas polluées, car elles ne sont pas en contact avec les produits fabriqués, elles peuvent être recyclées, l'appoint indispensable pouvant être fourni par de l'eau traitée.

Plus délicat est le problème posé par le rejet des purges des circuits d'eau de réfrigération, souvent très minéralisées et pouvant contenir une quantité plus ou moins grande de produits chimiques ayant servi à leur traitement. (Jean, 2007)

On retrouve ainsi, dans les rejets, aussi bien des produits destinés à lutter contre le tartre et la corrosion des installations (Inhibiteurs de corrosion : Ortho phosphates, poly phosphates, molybdates..., antitartres organiques : Polyacrylates, polymaléates, phosphonates plus ou moins complexes ; Dispersants des particules en suspension ; produits désinfectants de synthèse : carbamates,... ou minéraux, le plus souvent de l'eau de javel). (Jean, 2007)

#### **I-5-2-Eaux de lavage des sols et machines**

Au contraire des rejets précédents, la qualité et le débit des eaux de lavage sont très variables. Ces eaux sont chargées de produits divers : matières premières de fabrication, hydrocarbures et huiles de machines, produits détergents, bactéricides ou bactériostatiques utilisés en désinfection. (Jean, 2007)

#### **I-5-3-Eaux de fabrication**

La nature de ces eaux est très variable d'une industrie à l'autre, la plupart des procédés industriels conduisent à des rejets polluants qui proviennent du contact de l'eau avec des solides, des liquides ou des gaz. (Jean, 2007)

## **II-1-Généralités sur les différents impacts sur la qualité des eaux souterraines**

Les rejets industriels peuvent être à l'origine de différents types de pollution de l'eau, les principales sont la pollution organique, le rejet de matière en suspension, la pollution toxique, thermique ou radioactive. **(Bahaeddin, 2019)**

### **II-1-1-Impact l'activité industriel sur les sols**

L'activité industrielle, du fait d'anciens dépôts de déchets ou d'infiltration de substances polluantes est à l'origine de plusieurs types de pollutions, qui peuvent affecter la qualité des sols par l'addition de certaines substances polluantes. **(Bahaeddin, 2019)**

### **II-1-2-Impact l'activité industriel sur l'environnement**

Le rejet direct des eaux usées dans le milieu naturel perturbe l'équilibre aquatique, en transformant les rivières en égouts à ciel ouvert, cette pollution provoque la diminution de la biodiversité et l'altération de la qualité de l'eau. L'incidence des rejets sur notre environnement peut s'apprécier au regard des élévations de températures, des modifications du pH, des consommations d'oxygène du milieu ainsi que des effets spécifiques inhérents à chaque polluant. Ceci conduit à la modification de l'équilibre des écosystèmes. **(Camavale, 2006)**.

### **II-1-3-Diminution de la teneur en oxygène dissout**

La diminution du taux d'oxygène dissous accélère les mouvements respiratoires chez les poissons et favorise ainsi la pénétration des toxiques éventuellement présents dans l'eau. En outre, certains polluants perturbent gravement la respiration des poissons et peuvent provoquer aussi leurs morts **(Pesson et al, 1976)**.

### **II-1-4-Prolifération d'algues**

Ce phénomène est dû aux rejets excessifs de phosphate, d'azote, de carbone et d'autres éléments minéraux, liés aux activités humaines, dont les algues se nourrissent ; On observe ce phénomène dans les milieux aquatiques dont les eaux sont peu renouvelées.

Cette Prolifération d'algues due à l'enrichissement des eaux en substances nutritives est responsable d'une diminution de la quantité d'oxygène indispensable à la survie des autres espèces, et menace par la même occasion leur existence **(Menouer, et Taibi, 2014)**

### **II-1-5-Physique du milieu récepteur**

La modification physique se traduit par une augmentation de la température, coloration de l'eau...Etc. L'ensemble de ses éléments perturbateurs prévient au milieu naturel de deux façons différentes à savoir : Les rejets dans les réseaux d'égouts et les rejets diffus (Lessivage des sols) (Oukene, 2011).

### **II-1-6-Impact de l'activité industrielle sur la santé humaine**

Les maladies liées à la présence d'éléments pathogènes ou de molécules toxiques sont très répandues.

Les parasitoses d'origine hydrique dominent très largement la pathologie des habitants du tiers monde, on peut noter quelques exemples :

- Paludisme (un million de décès par an, 100 à 150 millions de cas annuels dont 90% en Afrique, et 300 millions de porteurs de parasites) ;
- Filaires (Maladie due à un vers injecté par des moustiques sous les climats chauds et humides) ;
- Le Choléra, du aux vibrions cholériques présent dans les eaux souillées ;
- L'hépatite a (due à un virus présent aussi dans les eaux polluées) ;
- Les dysenteries d'origines parasitaires, bactériennes et virales aux conséquences qui peuvent être très grave chez le jeune enfant ;

Les métaux lourds comme le mercure, le plomb, le cadmium, le cuivre.....etc, présentent la particularité de se concentrer dans la chaîne biologique. Ils ne sont pas dégradables, leur présence est donc rémanente. Ils conduisent à des pathologies diverses en fonction de leur nature, ces pathologies peuvent être très graves, voir mortelles. (Moletta, 2014).

### **II-2-Autre effets de l'activité industriels**

#### **II-2-1-Risque pour les êtres vivants dans le biotope (Milieu de rejet)**

- Maladies par contamination virales et bactériennes ;
- Atteint par effet toxique d'éléments agissant seuls ou en synergie (Micropolluants organique, minéraux substances radio-actives) ;

**II-2-2-Risque de dégradation des écosystèmes aquatique**

Ces risques sont liés à la modification de certains paramètres : **(Vilagines ,2003)**

- physique tel températures, turbidités ...
- physique-chimique tels nutriment (azotes et phosphores) facteurs d'eutrophisation.

**II-2-3-Risque d'accroissement et difficultés des coûts pour la correction des eaux prélevées**

Ces difficultés peuvent être rencontrées pour corriger les eaux lorsque les contraintes économiques ne permettent pas d'instaurer les développements des techniques d'installation, on peut si l'on ne parvient pas à réduire les flux rejetés, retrouver les risques pour la santé de l'homme. **(Vilagines ,2003)**

### III-1-Cadre général

#### III-1-1-Situation géographique

La région de Tiaret est située à l'ouest du pays, elle s'étend sur une superficie de 20086,64 km<sup>2</sup>, c'est une région localisée dans les hauts plateaux de l'Algérie, à l'ouest entre les chaînes telliennes au nord et la chaîne Atlassienne au sud. (Chafaa, 2015)

La wilaya de Tiaret est caractérisée par un relief varié et une altitude comprise entre 800,00 M et 1200,00 M. C'est une région à vocation Agro-Pastoral, elle est délimitée par plusieurs Wilayas (Figure N°02 à savoir :

Nord : Tissemsilt et Relizane

Sud : Laghouat

Ouest : Mascara et Saida

Est : Djelfa



Carte N°01:Délimitation administrative de la wilaya de Tiaret(ANDI.2014)

#### III-1-2-Aperçu socio-économiques

##### III-1-2-1-Population

La population tiaretienne a plus que doublé par rapport les années passées. la population totale de la wilaya est estimée à 888 220 habitants, soit une densité de 44 habitants par Km<sup>2</sup>.(ONS, 2014).

### III-1-2-2-Industrie

En une période de temps très courte (10 ans), la région de Tiaret a pu bénéficier d'un nombre important d'unités industrielles.

Il faut reconnaître, cependant que cette industrialisation à grande échelle s'est effectuée, parfois, dans des conditions qui n'ont permis de prendre correctement les préoccupations en matière de protection de l'environnement. (Oulbachir, 2010).

### III-2-Description de la zone industrielle zaaroura de Tiaret

#### III-2-1-Situation de la zone d'étude :

La zone industrielle de Tiaret est dans l'ouest de cette ville, et possède idéal emplacement à la RN°14 à l'ouest et RN°90 dans l'est.

La zone industrielle de Tiaret se situe sur la route de Zaaroura ; avec une superficie de 125,00 ha ;

Tous les déchets solides issus de la zone industrielle rejoignent le centre d'enfouissements technique de Tiaret et sont confondus avec les ordures ménagères.

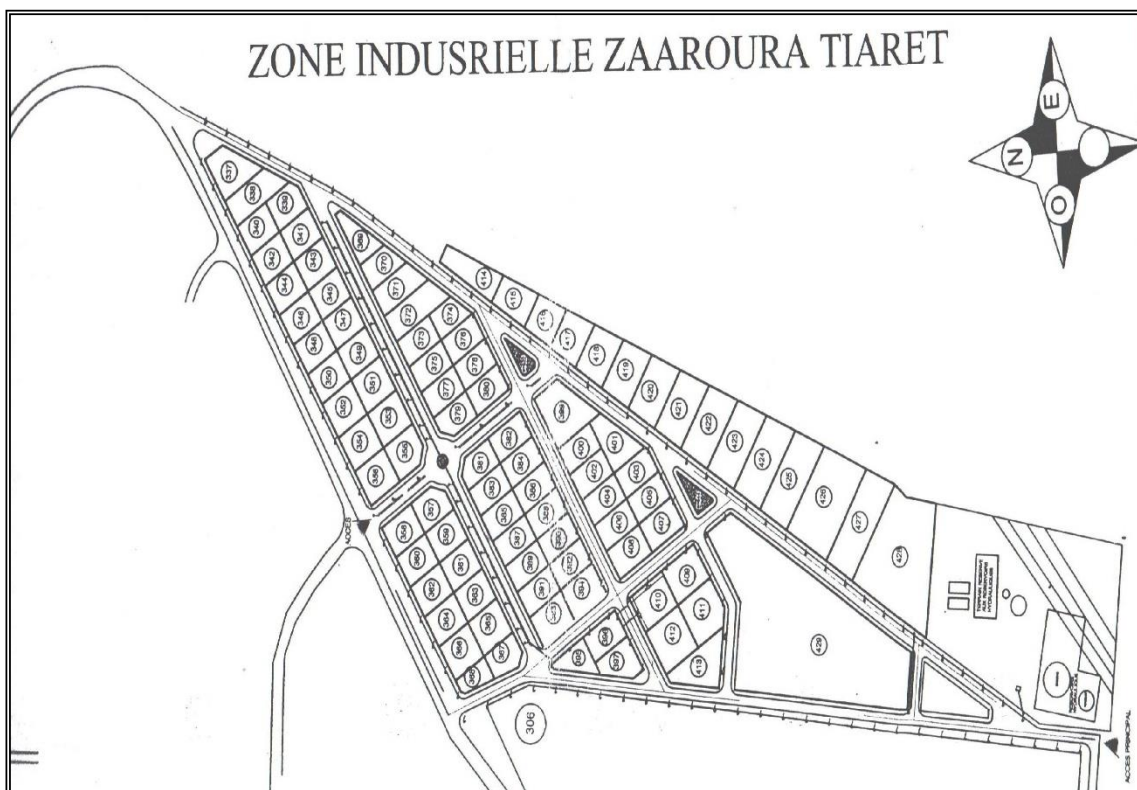
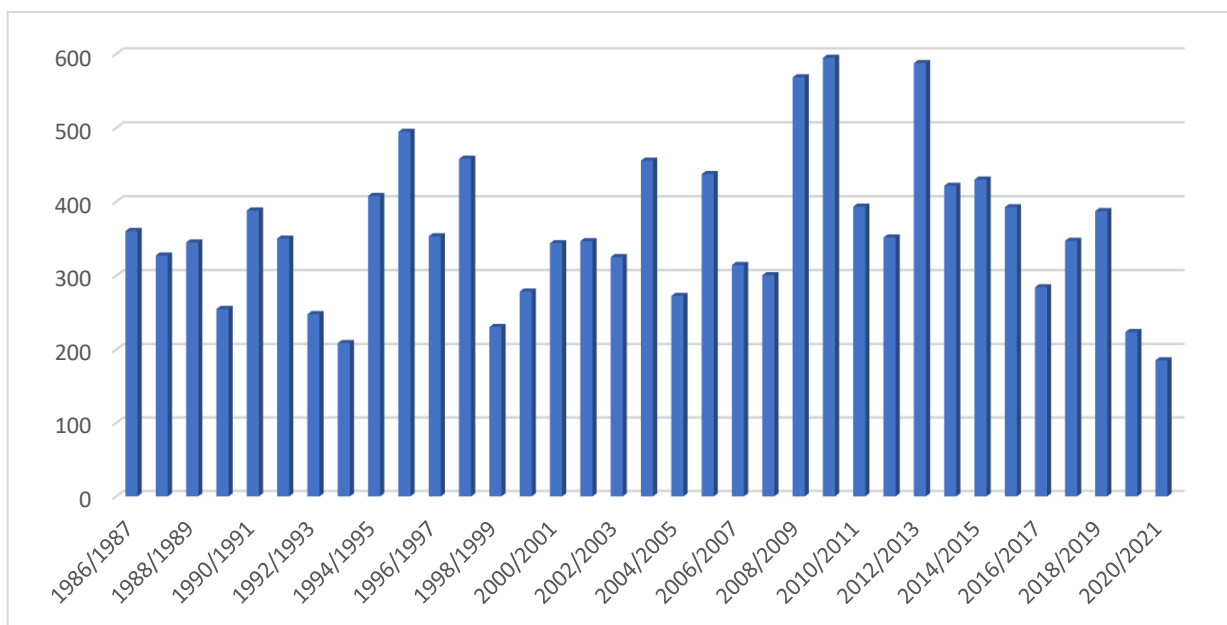


Figure N°02:Plan de Situation de la zone industrielle Zaaroura-W-Tiaret.(Urbatia-2017)

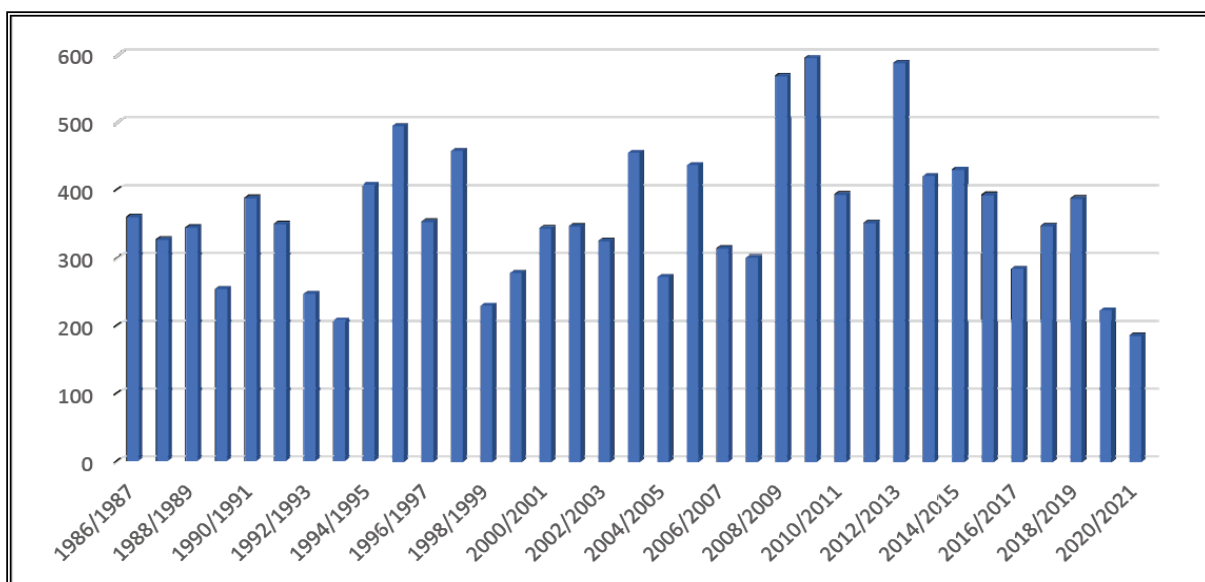


### III-2-2-Précipitations

Recevant 300 mm à 400 mm de pluie par an en maximum ; Tiaret fait partie intégrante de la zone steppique qui en reçoit entre 100 à 400 mm. La figure N°04 : ci-dessous indique la moyenne mensuelle des précipitations en mm (**données fournies par le site info climat, 2022**)



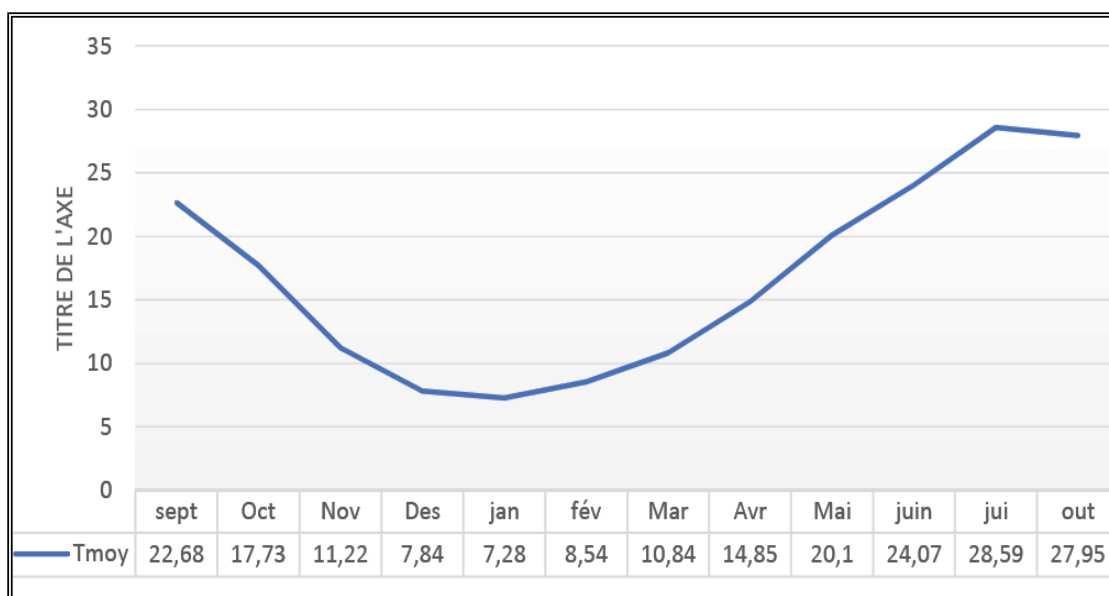
**FigureN°03** : Répartition des précipitations interannuelles de Tiaret1986-2021



**Figure N°04** : Répartition des précipitations interannuelles de Tiaret (1986-2021).

### III-2-3-Température

Tiaret dans son ensemble bénéficie d'un climat semi-aride, qui est modérément froid et pluvieux en hiver (7,28°C en janvier), et chaud et sèche en été (28,59°C en Juillet).



**FigureN°05** : Variations mensuelles des températures 1986-2021

### III-3-Synthèse climatique :

#### III-3-1-Diagramme ombrothermique de GAUSSEN :

Le diagramme ombrothermique de Gausсен, nous permet de distinguer les différentes périodes sèches et humides au cours d'une année, il est obtenu par la superposition de deux courbes celle de la température et celle de la pluviométrie. l'échelle utilisée dans le diagramme  $p=2T$

On conclure que la période sèche de la zone d'étude est déduite directement

de la courbe ombrothermique (figure), elle est de l'ordre de cinq mois (mai à octobre), le reste des mois de l'année constitue la période humide.

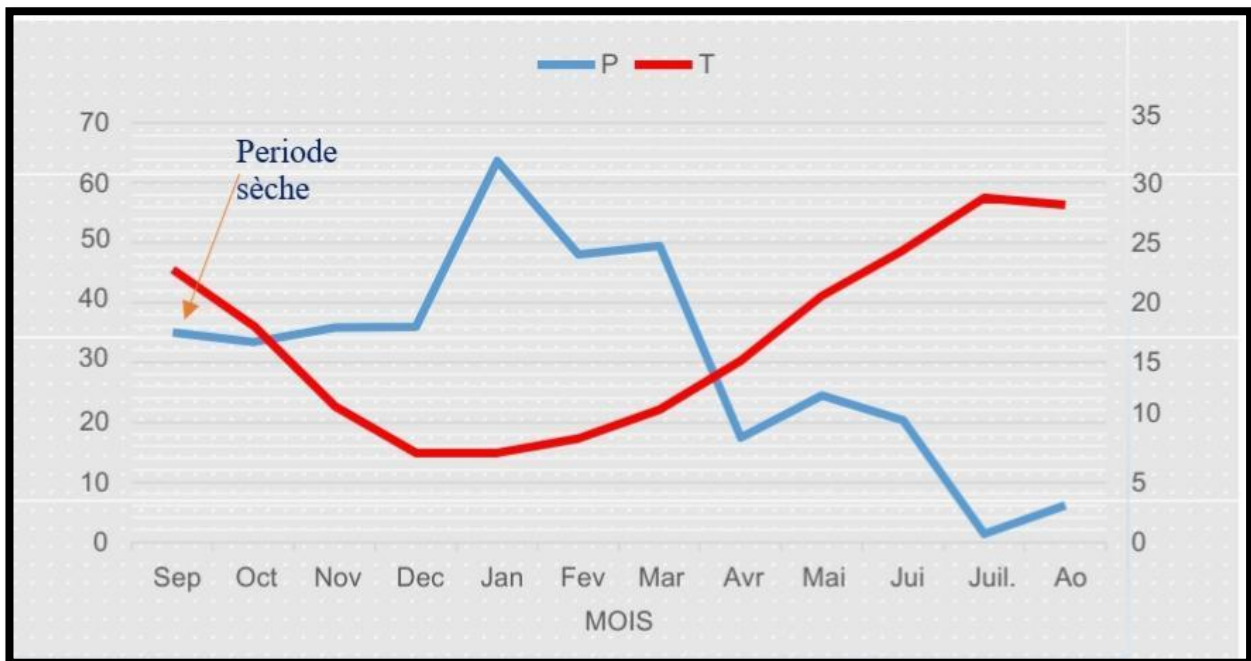


Figure N°06 : Diagramme ombrothermique 1986-2021.

### III-3-2-Quotient pluviométrique d'EMBERGER :

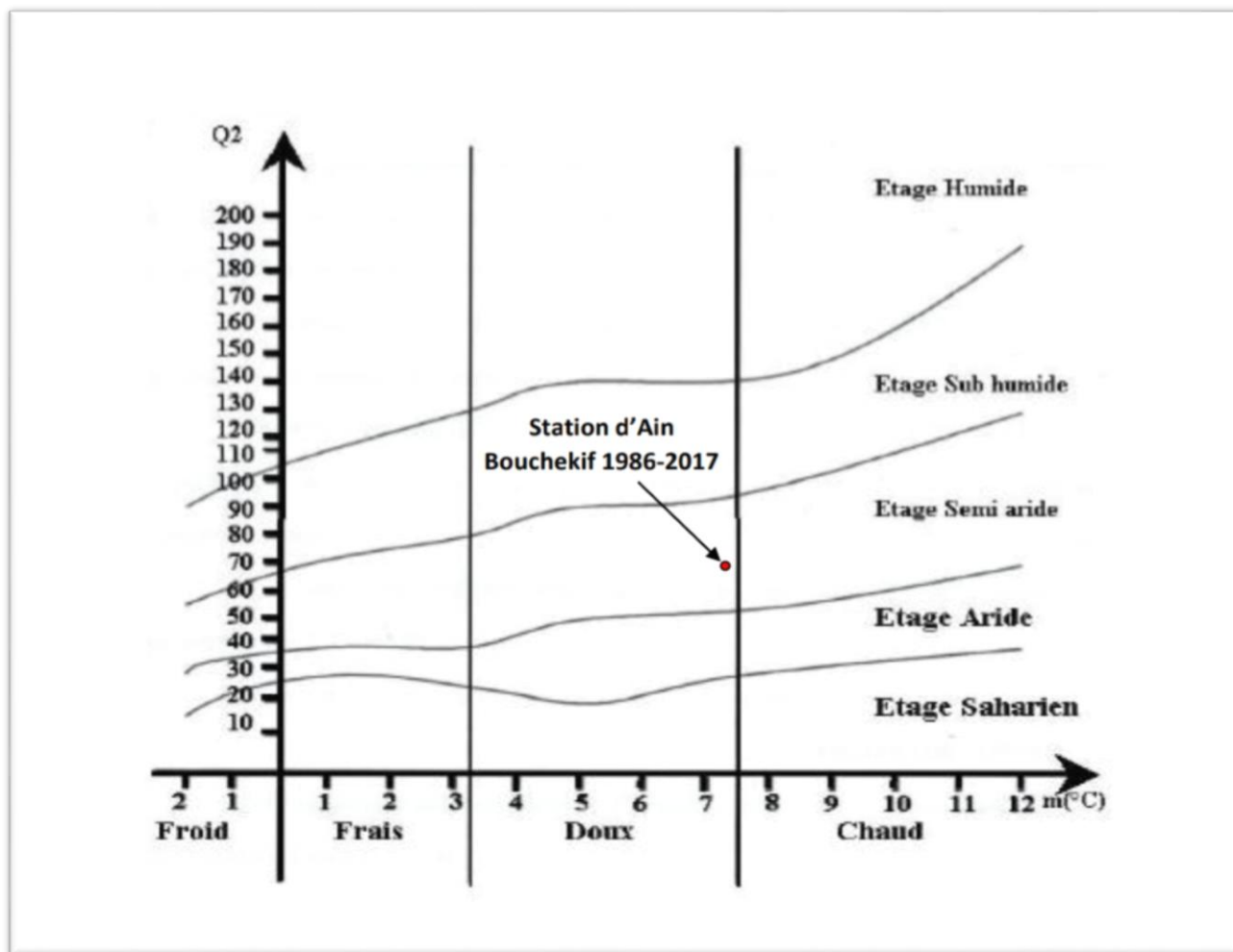
Les températures et les précipitations sont interdépendantes. Elles caractérisent le type de climat régnant dans une région donnée. La mesure de cette interdépendance conduit à l'établissement des indices pluviométriques qui permettent la classification des différents climats.

Le quotient pluviométrique d'EMBERGER est un indice pluviométrique propre à la région méditerranéenne (Ozenda, 1982 ; Ramade, 2003). Il se calcule par la formule suivante :

$$Q = 2000P / (M^2 - m^2)$$

- Q : quotient pluviométrique
- P : précipitation annuelle en (mm)
- M : moyenne des températures maximales du mois le plus chaud
- m : moyenne des températures minimales du mois le plus froid

Après le calcul du quotient pluviométrique (Q) relatif à la zone de Tiaret et qui est de 31.05, nous en déduisons que notre zone d'étude se localise dans l'étage bioclimatique semi-aride à hiver.



**Figure N°07** : Diagramme d'Emberger avec la station d'Ain bouchekif(1986-2017)(ARRARIA,2018)

Du graphe découle que la station de Tiaret se situe dans l'étage bioclimatique semi-aride intérieur, alors que dans les lois d'un siècle la même station se situait dans l'étage bioclimatique subhumide intérieur ce déclin spectaculaire dans un laps de moins d'un siècle, nous informe sur le changement général du climat de cette station qui va de plus en de vers l'aridité. (Arraria,2018).

### III-4-Aperçu pédologique

On les qualifie de frais et de bonne qualité dans les profondeurs, de qualité moyenne sur les versants et secs, superficiels et médiocres sur les crêtes. (Chafaa, 2015)

La position de Tiaret au centre d'un bassin tertiaire dans lequel dominant les terrains argilo-sableux et marno-calcaires en fait le centre d'une région agricole importante (Duvignaud, 1992).

L'observation de la carte lithologique de la wilaya montre la prédominance de conglomérat, allant d'une grande partie de Djebel Guezoul la forêt domaniale de Tagdempt.

Il existe toutefois d'autres types de sols comme les sols calcaires friables dans la partie nord de Djebel Guezoul, les sols marneux dans la région de Radar et des sols calcaires et dolomites dures au sud de la commune de Tagdempt et finalement une croute de calcaire, alluvions et sables dans la région de Sidi Ouadah .(Naour,2015)

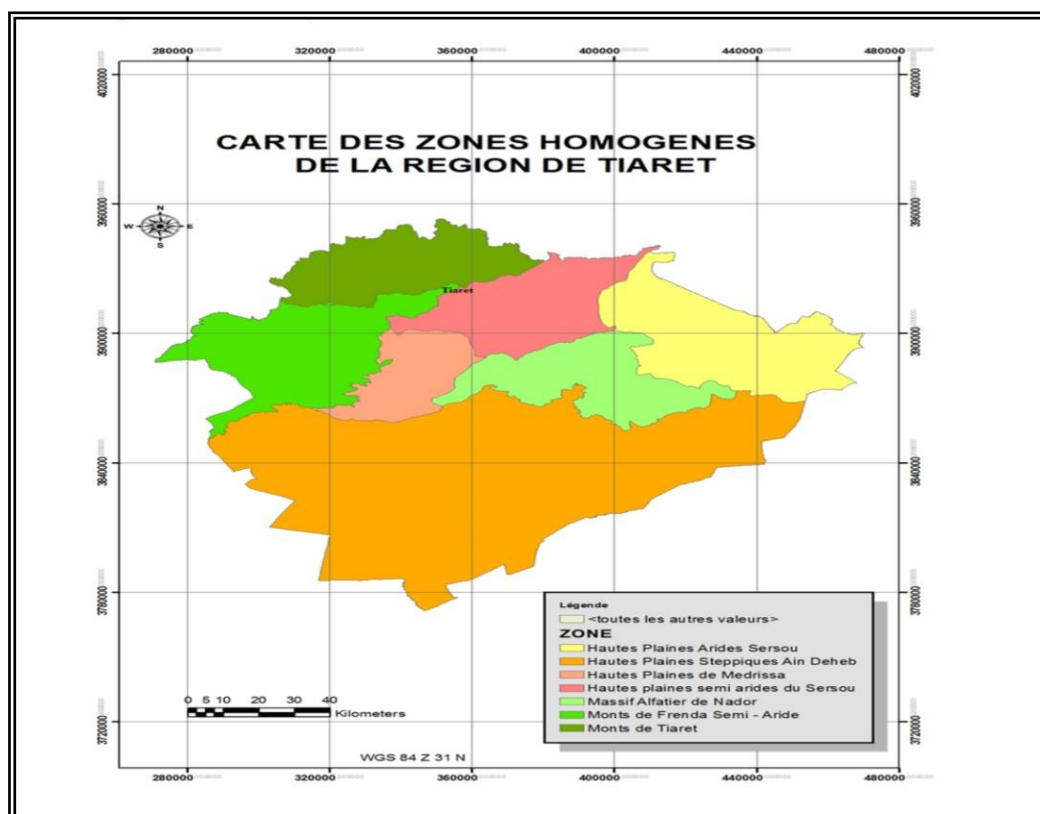
### III-5-Aperçu géomorphologique

Selon (Larab, 2019), l'analyse des photographies aériennes a permis d'identifier quatre unités géomorphologiques distinctes et plus ou moins homogènes. (Duvignaud, 1992).

Il s'agit de : l'unité des bas piémonts l'Ouarsenis, l'unité des collines de Tiaret, l'unité du plateau du Sersou et les parcours steppiques.

Le territoire de la wilaya est limité par le versant méridional du chaînon de l'atlas tellien (Ouarsenis) au nord, par l'atlas saharien (Djebel Amour) au sud et par les monts de Freneda au sud-ouest.

Le reste de la wilaya représente les hautes plaines limitées par la cuvette du Chott chergui au sud et les plateaux du Sersou au nord. (Conservation des forêts de tiaret ,2009)



Carte N°02: Carte Homogène de la région de Tiaret (CFT, 2014)

### **III-6-Contexte géologie**

#### **III-6-1-Géologie régional**

##### **III-6-1-1-Les monts de Tiaret**

Ils font partie de la limite méridionale ouest du massif de l'Ouarsenis. ces monts sont formés entre autres par les djebels Mahamou, Sidi Maarouf, Bechtout, Ghezoul qui appartiennent déjà à la bordure sud tellienne, qu'entaillent des oueds tels le Rhiou, le Tiguigest et le Tamda. sur ces montagnes apparaissent les formations de miocène, de l'oligocène et du jurassique.(**DRE Tiaret, 2007**).

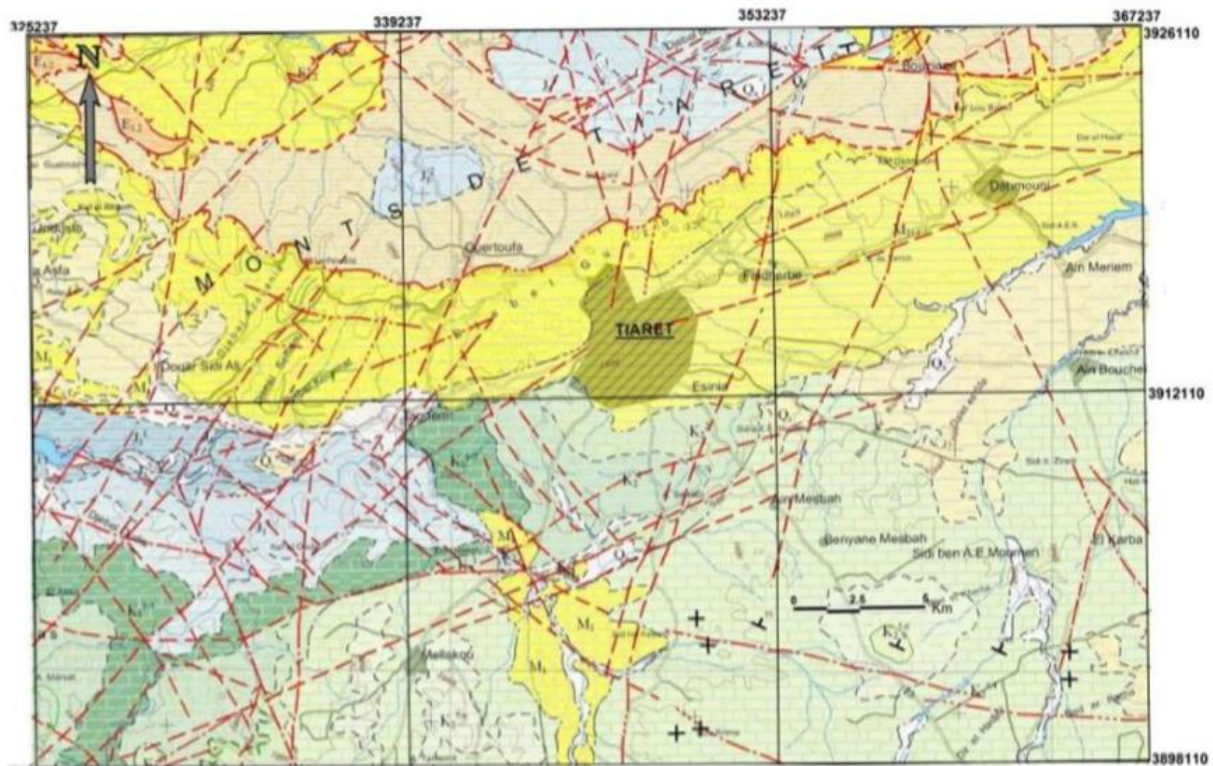
##### **III-6-1-2-Le plateau de Sersou**

Le Plateau du Sersou se présente comme une « vaste dépression allongée ouest-est, comblée à la fin du miocène et pendant le plioquaternaire par des dépôts fluvio-Lacustres arrachés aux massifs de l'Ouarsenis et du Djebel Nador » (**DRE Tiaret, 2007**).

##### **III-6-1-3-Le massif du Djebel Nador**

un ensemble montagneux d'altitude moyenne de 1200m, au relief modéré. Au Sud de Tiaret, le Djebel Nador laisse apparaitre un anticlinal du trias (argile bariolée, gypse et calcaire) et tout le jurassique (calcaire, dolomie et marne) (**Mekakia.M, 2008**).





Carte N°3: Extrait de la Carte géologique de Tiaret 1/200000 (ANRH, 2008)

**Légende des formations litho-stratigraphiques**

- Q<sup>1</sup> Quaternaire (Holocène) Alluvions actuelles et récentes par endroit éboulis des pentes et accumulation de piedmont (sables, graviers et argiles) et mollasses
- Q<sup>2</sup> Quaternaire Croûte calcaire - dépôts quaternaires anciens avec surface encroûtée
- M<sup>1-3</sup> Miocène moyen et supérieur (Vindobonien) Grès et poudingues
- O<sup>1</sup> Oligocène Grès et passées marneuses
- K<sup>2</sup> Crétacé supérieur (Turonien) Calcaires et marnes
- K<sup>1</sup> Crétacé supérieur (Cénomanien) Calcaires jaunes, marnes et gypse et dolomies
- K<sup>1-3</sup> Crétacé inférieur (Berriasien-Hautérvien) Calcaires dolomités et marnes
- J<sup>2</sup> Jurassique supérieur (Kimméridgien) Dolomies, calcaires, grès et argiles
- J<sup>1</sup> Jurassique supérieur (Oxfordien) Argilites, grès calcaires et marnes

**Légende des signes conventionnels**

- Limite géologique - déterminée
- - - Limite géologique - supposée
- Chevauchement ou contact anormal - déterminé
- - - Chevauchement ou contact anormal - supposé
- Faille déterminée
- - - Faille supposée
- Trace de stratification
- ∇ Pendage de la couche
- ⊕ Verticalité
- ⊕ Horizontalité
- ↔ Anticlinale
- ↔ Synclinale

**Signes topographiques**

- Route
- Route secondaire
- Chemin
- Chemin de fer
- Courbe
- Oued temporaire
- Oued permanent
- TIARET Chef-lieu de la wilaya
- SOUGUEUR Villes
- Chott et Sebkh
- Plan d'eau
- Point d'eau

**Légende des éléments linéaires - Télédétection**

- Limite déterminée
- - - Limite supposée
- Chevauchement déterminé
- - - Chevauchement supposé
- Faille déterminée
- - - Faille supposée
- Trace de stratification
- ∇ Pendage de la couche

Echelle 1/200 000



Les amers en bleus correspondent au quadrillage kilométrique Système Géodésique Nord Sahara 1959 Projection MTU F. Ussau 31

### III-7-L'hydrologie

D'après le site officiel de la direction de l'Hydraulique ([www.wilayatiaret.dz/dhw.html](http://www.wilayatiaret.dz/dhw.html), 2014), les nappes aquifères reconnues à travers le territoire de la Wilaya recèlent d'importantes ressources hydriques dont 53% sont utilisées au profit de l'alimentation en eau potable, à l'irrigation et l'alimentation des unités industrielles.

Ces nappes sont mal délimitées et mal quantifiées. Elles nécessitent un bilan hydrogéologique et un suivi rigoureux. Notre zone d'étude est appartenante au bassin versant de l'Oued Mina. (Iarab, 2019).

Le bassin versant de l'Oued Mina est le plus important, et le plus intéressant des sous bassins versants de cette Wilaya. Il contribue à l'alimentation de la prise de Sidi Ouadhah et du barrage Bakhadda. Ce bassin versant dont la superficie est de 2056 Km<sup>2</sup>, repose sur des roches calcaires.

Le plus souvent occupe la partie occidentale du bassin du Chef ; la haute Mina ne représentant qu'un tiers de ce grand cours d'eau (Bouchentouf, 1994 in Nouar, 2015).

### III-8-Hydrogéologie

La région peut être découpée en plusieurs zones relativement homogènes du point de vue caractéristiques hydrogéologiques.

#### La zone Nord

Elle est constituée par le cœur du massif de l'Ouarsenis ; ces piémonts sud sont les monts de Tiaret et la vallée de la Mina qui se trouvent à l'aval du barrage Bakhadda. La limite sud est matérialisée par l'Oued Nahr Ouassel, à l'est de Tiaret et l'Oued Mina de Tagdempt à l'ouest. Cette région comporte des terrains fortement plissés ou charriés, formant des reliefs très accentués et profondément découpés par l'érosion.

#### La zone Ouest

Elle comporte les bassins de l'Oued Taht, l'Oued Abd et le versant nord du Chott Chergui. Les terrains aquifères de cette zone sont les dolomies et les calcaires du Jurassique moyen et inférieur. Les terrains du Chott Chergui ont été cartographiés comme étant de l'âge du Sénonien, mais d'après des études ultérieures, ils seraient rattachés au Jurassique moyen.



### La zone Est

elle comprend le plateau du Sersou et la plaine de Ksar Chellala. Elle est limitée au nord par la vallée de l'oued Nahr Ouassel, à l'est par les Oueds Touil et Ouerk, à l'ouest par la remontée des marnes miocènes dans la région de Sidi Elhaoues. Dans cette zone, il existe une nappe phréatique dont le remplissage est continental moi-plioquaternaire.

### La Vallée du Touil

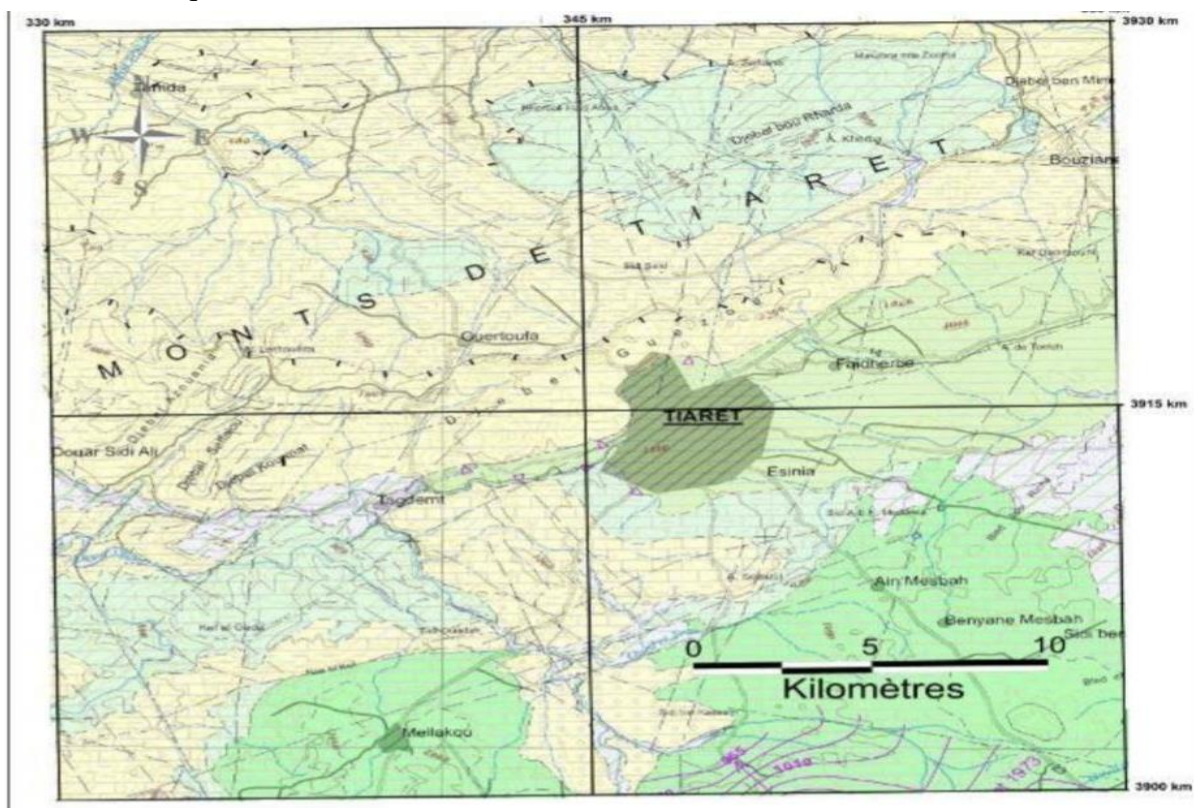
dont l'aquifère principal est le continental intercalaire.

### Les Monts de Chellala

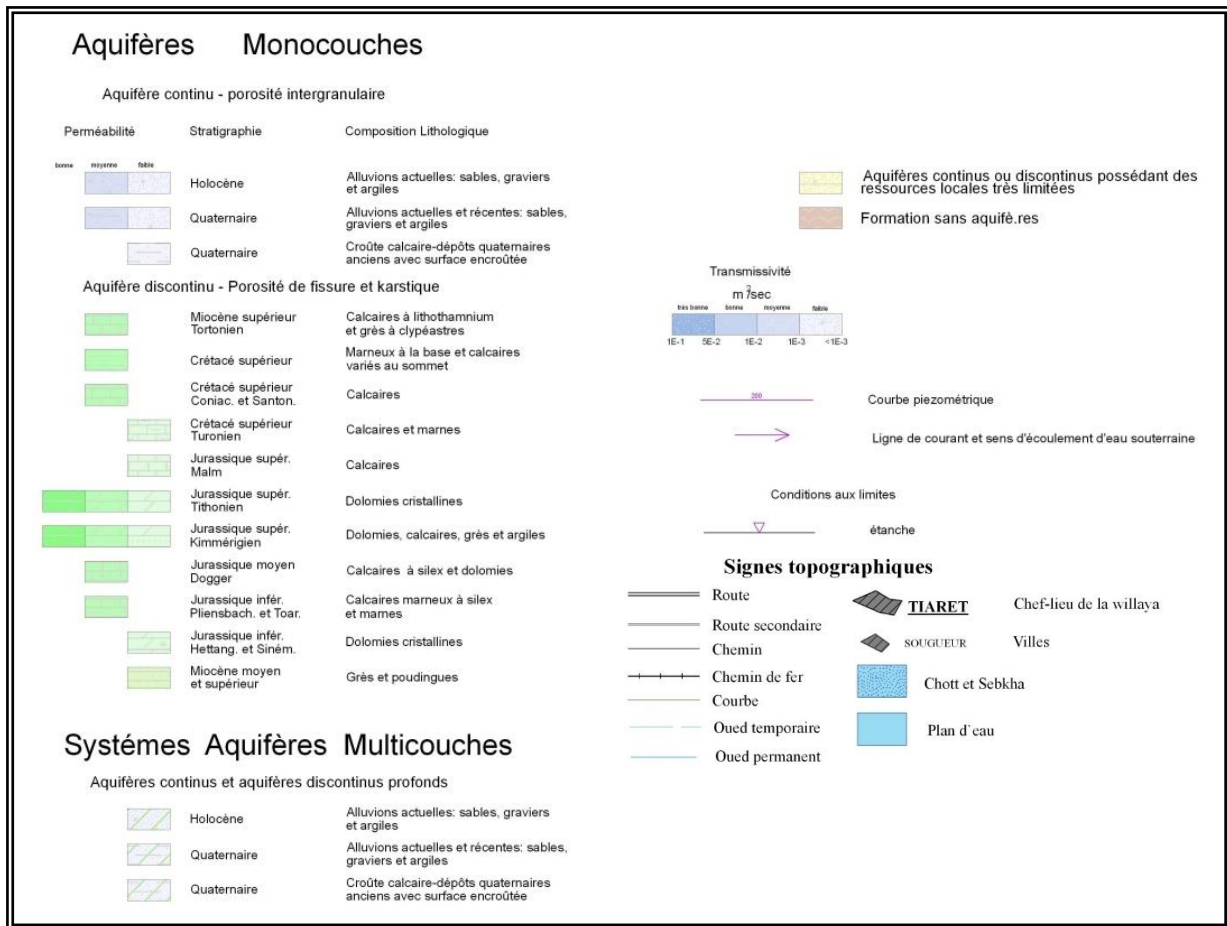
ils se localisent entre la plaine de Ksar Chellala au nord, et la vallée de l'Oued Touil au sud. Ils correspondent à un horst formé de terrain Jurassique essentiellement des calcaires et des dolomies du Kimmeridgien et du Portlandien-Tithonique

### La Vallée de haute Mina

joue le rôle de drain naturel des terrains marno-calcaires du Jurassique supérieur et du crétacé qui forme son bassin versant. (Boulouar.2016)



Carte N°04: de la carte hydrogéologique de Tiaret (ANRH, 2008)



**Tableau N°01** : Découpage de la wilaya de Tiaret en zones et sous zones homogènes selon la lithologie. (Source :Bneder, 2009)

Zones homogènes	Sous zones homogènes	Lithologie
<b>Monts de Tiaret.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Collines de Sidi Ali Mellal.</li> <li>- Dépression de Sidi Hosni – Rahouia.</li> </ul>	Prédominance des marnes. Conglomérats et calcaires friables sur Djebel Kabouche. Erosion importante au niveau des terres marneuses
<b>Hautes plaines semi arides du Sersou.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vallée Nahr El Ouasel.</li> <li>- Hautes plaines semi arides du Sersou.</li> </ul>	Alluvions et sables le long de l'Oued. Croûte calcaires dans les flancs Nord du plateau du Sersou.
<b>Hautes plaines arides du Sersou.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plateau aride du Sersou.</li> <li>- Plateau aride de Ksar Chellala.</li> <li>- Vallée de l'Oued Touil Nord.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Croûte calcaire.</li> <li>- Calcaires et dolomies dures sur les Monts.</li> </ul>
<b>Massif alfatier de Nador.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Djebel Nador semi-aride.</li> <li>- Piémont aride de Nador.</li> <li>- Vallée de l'oued Feidja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Calcaires friables</li> <li>- Calcaires et dolomies dures</li> </ul>
<b>Hautes plaines steppiques d'Ain Deheb.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plateau steppique d'Ain Deheb.</li> <li>- Plateau céréalier d'Ain Deheb.</li> <li>- Plateau alfatier d'Ain Dez.</li> <li>- Plateau alfatier d'El Harcha.</li> <li>- Chott Ech Chergui.</li> <li>- Vallée de l'Oued Touil Sud.</li> </ul>	-Croûte calcaires voiles sableux et menaces d'ensablement des terres de cultures de vallée Oued Touil et zone agricole autour de Ain Deheb.
<b>Hautes plaines de Médrissa.</b>	Pas de découpage en sous zone.	- Croûtes calcaires
<b>Monts de Frenda semi arides.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Massif forestier de Sdamas Chergui.</li> <li>- Monts de Sdamas Gharbi Nord.</li> <li>- Monts de Sdamas Gharbi Sud.</li> <li>- Bassin de Takhmaret.</li> <li>- Bassin de Frenda.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Calcaires et dolomies dures sur les reliefs.</li> <li>- Marnes au Centre et sur bas piémonts.</li> <li>- Alluvions et sables.</li> </ul>

## **IV-1-Présentation de l'étude**

### **IV-1-1-L'objectif de l'étude**

L'étude est basée essentiellement sur la caractérisation physicochimique des eaux de forage par quelques entreprises installées et situées dans la zone industrielle de Zaaroura W-Tiaret,

Le travail a pour but d'estimer la qualité des eaux avec les mesures physicochimiques suivantes :

- Le potentiel d'hydrogène (PH) ;
- La Conductivité électrique (CE) ;
- L'alcalinité (Chlores) ;
- Les Bicarbonates ;
- Les sulfates ;
- Le DBO5
- La DCO ;
- Les Nitrates ;
- Les Nitrites ;

L'étude a pour but de mettre en évidence les points les plus importants comme suivants :

- De faire évaluer la qualité des eaux souterraines des forages localisés ;
- De dégager les stations hautement polluantes dans la zone industrielle de Zaaroura ;

### **IV-2-Localisation des échantillons**

Les échantillons ont été prélevés par la méthode d'échantillonnage aléatoire simple et d'un prélèvement ponctuel. Les points de prélèvements ont été sélectionnés, situés à la zone industrielle de Zaaroura, W-Tiaret.

**Tableau N°02 : Description des unités industrielles sélectionnées**

N°	Dénomination de l'unité :	L'activité envisagée ;
01	Entreprise NAFTAL	Stockage et Distribution des Hydrocarbure ;
02	Société à responsabilité limitée : Groupe Belhocine ;	Stockage et Distribution des Hydrocarbure ;
03	Société à responsabilité limitée : Safer ;	Fabrication et Installation Electrique ;
04	Société à responsabilité limitée : Mesri Hachemi ;	Fabrication du Béton et ces Dérivés ;
05	Société à responsabilité limitée : Fabrication et Traitement des Grains de Céréales ;	Activité de Minoterie ; et Industrie des pates ;
06	Algérienne des fonderies Groupe Tiaret ;	Fonderie des produits Moulés en fer et fonte ;

**IV-3-Codifications des stations****Tableau N°03 : Codifications des stations de prélèvement.**

N°	Dénomination de l'unité :	Codifications
01	Entreprise NAFTAL	E-NAFTAL
02	Société à responsabilité limitée : Groupe Belhocine ;	SARL-GBS
03	Société à responsabilité limitée : Safer ;	SARL-TAT SAFER
04	Société à responsabilité limitée : Mesri Hachemi ;	SARL-MESRI-HACHEMI
05	Société à responsabilité limitée : Fabrication et Traitement des Grains de Céréales ;	SARL-FAB-GRAINE
06	Algérienne des fonderies Groupe Tiaret ;	E-ALFET



**Tableau N°04:** Coordonnées d'emplacement des unités industrielles

N°	Désignation de l'unité :	Coordonnées en UTM (m) ;		
		X (m) :	Y (m) :	Zone
01	E-NAFTAL	345 848.00	3 909 622.00	31S
02	SARL-GBS	346 244.00	3 910 087.00	31S
03	SARL-TAT SAFER	346 275.00	3 909 715.00	31S
04	SARL-MESRI-HACHEMI	346 729.00	3 909 927.00	31S
05	SARL-FAB-GRAINE	346 675.00	3 910 138.00	31S
06	E-ALFET	345 958.00	3 911 320.00	31S

#### IV-4-Technique d'échantillonnage

La technique d'implantation par moyen d'une image satellitaire (Google Earth) permet de mieux localiser sur terrain les points de prélèvements par précision, la carte N°04 permet de définir les prélèvements effectués comme suivants :



**Carte N°06 :** Plan d'emplacement et de localisation des points de prélèvement dans la zone Industrielle de Zaaroura.

**IV-5-Technique de prélèvement des eaux****Tableau N°05** : Identification des points de prélèvement par date et volume

N°	Désignation de l'unité :	Description des échantillons	
		Date de prélèvement	Volume (ml)
01	E-NAFTAL	12/04/2022	1500,00
02	SARL-GBS	12/04/2022	1500,00
03	SARL-TAT SAFER	12/04/2022	1500,00
04	SARL-MESRI-HACHEMI	12/04/2022	1500,00
05	SARL-FAB-GRAINE	12/04/2022	1500,00
06	E-ALFET	20/03/2022	1500,00

**IV-6-Analyse des échantillons****Tableau N°06** : Affectation des prélèvements par agence de mesure

N°	Désignation de l'unité :	Nom de l'Agence
01	E-NAFTAL	Algérienne des eaux de Tissemsilt ;
02	SARL-GBS	
03	SARL-TAT SAFER	
04	SARL-MESRI-HACHEMI	
05	SARL-FAB-GRAINE	
06	E-ALFET	INSID de Ksar Chellala- W, Tiaret ;

**IV-7-Exploitation des résultats****IV-7-1-Analyses statistiques**

Le traitement statistique des données est effectué à l'aide du logiciel Statistica version 6.0 en langue française. Au cours de ce traitement, une analyse descriptive a été effectuée pour estimer la variabilité des échantillons sélectionnés ; dont laquelle une sorte de comparaisons des variables a été appliquée par une analyse simple de corrélation.

En fin une présentation graphique a été introduite pour mieux présenter les résultats.

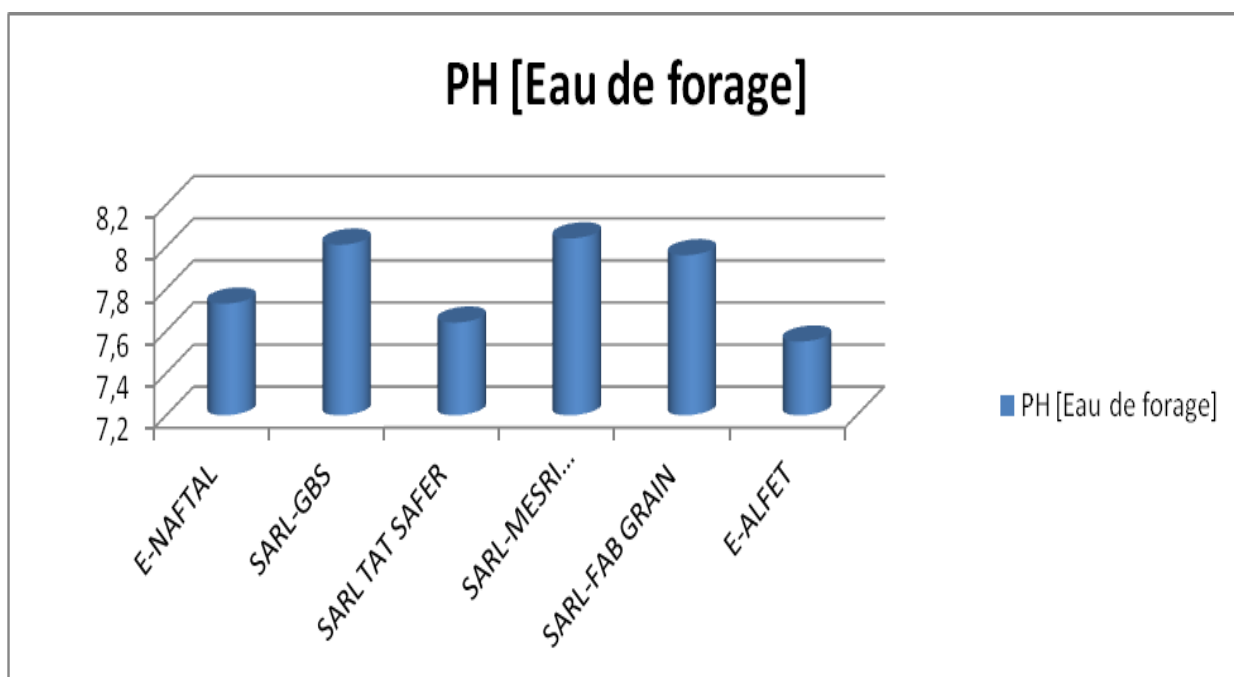
### V-1-Analyse de la variabilité spatiale de l'eau de forage dans chaque site de prélèvement de la zone industrielle de Tiaret

#### V-1-1-Le potentiel d'hydrogène (PH)

**Tableau N°07:** Analyse descriptive de la variabilité spatiale du PH de l'eau de forage dans chaque site de prélèvement.

Paramètre	N°	Moy	Min	Maxi	Ecart-type
PH [Eau de forage]	6	7,82	7,55	8,04	0,20

L'examen du tableau N°07 montre une variabilité spatiale du PH avec une faible moyenne pour l'eau de forage égale à :  $7,82 \pm 0,20$  dont la valeur optimal est de 08,04, enregistré dans le site nommé : (SARL MESRI HACHMI) et un minimum de 07,55, enregistré dans le site (E-ALFET).



**Figure N°06 :** Variabilité spatiale du PH de l'eau de forage dans chaque site de prélèvement.

Nous pouvons dire initialement que l'ensemble des sites de prélèvement présentent un PH neutre, varie entre 8,04 et 7,55. Cela signifie que la majorité des eaux souterraines sont à l'influence des mêmes facteurs physiques qui altèrent la qualité intrinsèque des eaux.

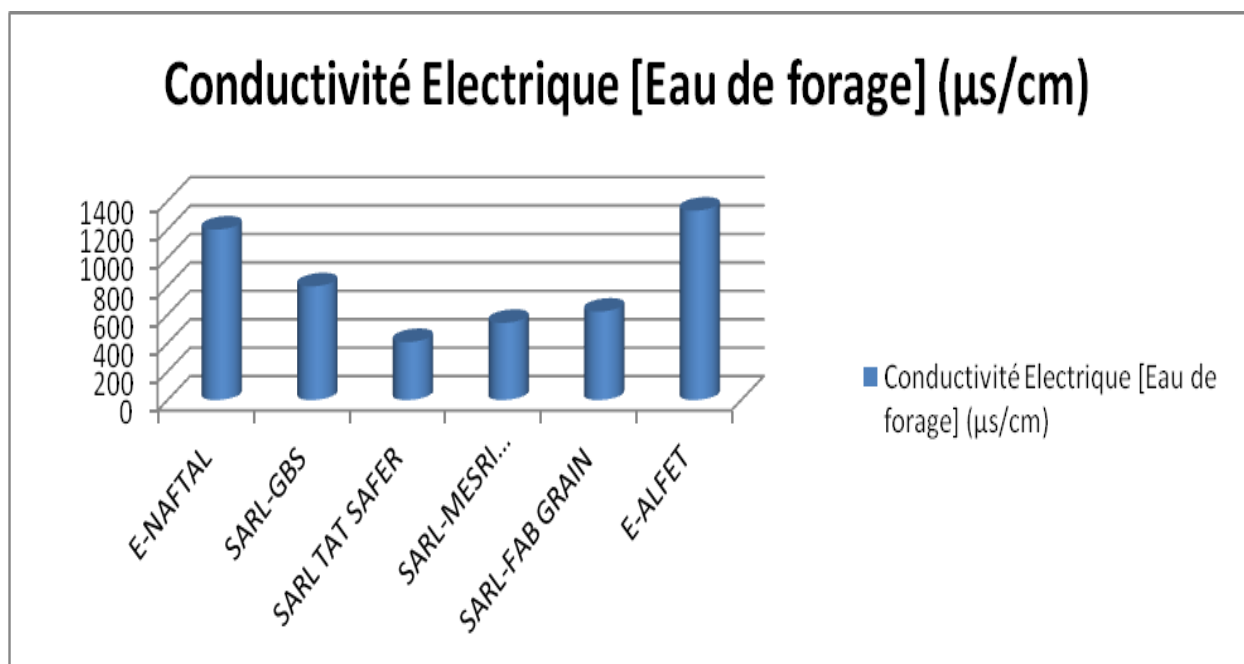


### V-1-2-La conductivité électrique ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )

**Tableau N°08 :** Analyse descriptive de la variabilité spatiale de la conductivité électrique ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ ) de l'eau de forage dans chaque site de prélèvement.

Paramètre	N°	Moy	Min	Maxi	Ecart-type
Conductivité Electrique [Eau de forage] ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )	6	817,66	408	1333	372,45

L'examen du tableau N°08 : Montre une variabilité spatiale de la conductivité électrique exprimé par ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ ) avec une moyenne de l'eau de forage égale à :  $817,66 \pm 372,45$  ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ ), dont le maximum est de 1333 ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ ) dans le site (E-ALFET) et un minimum de 408 ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ ) dans le site (SARL TAT SAFER).



**Figure N°07 :** Variabilité spatiale de la conductivité électrique ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ ) de l'eau de forage dans chaque site de prélèvement.

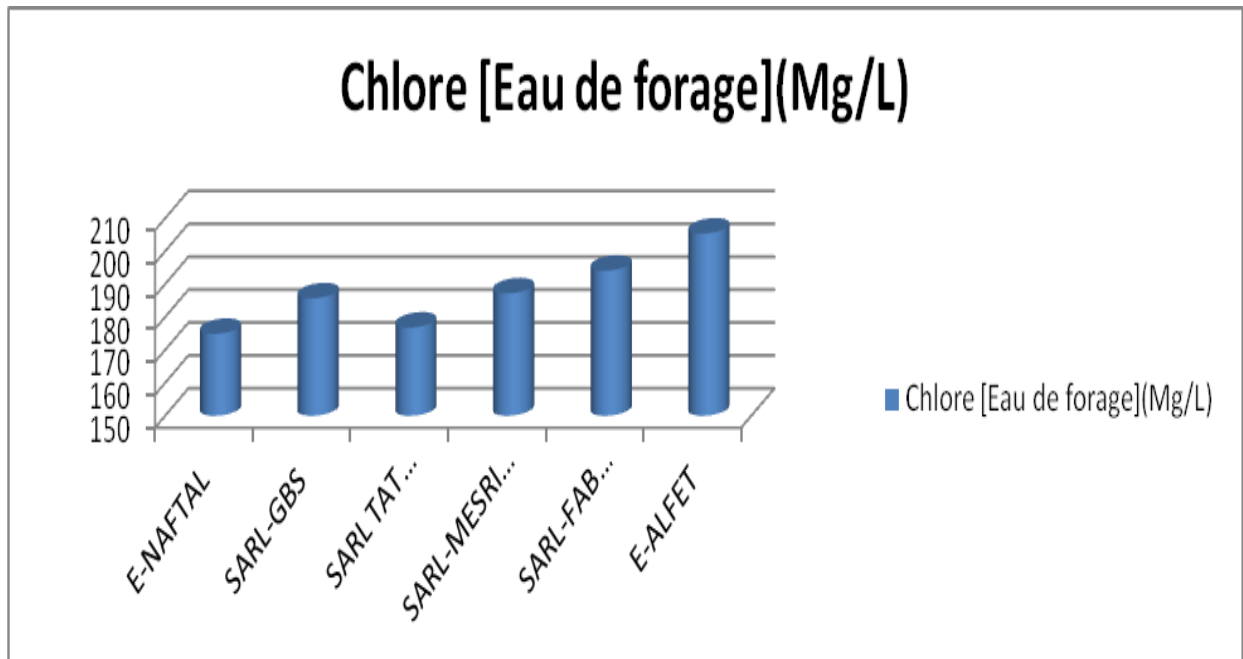
La valeur enregistrée dans le site (E-ALFET) peut nous montrer une idée sur la nature des rejets de la fonderie de Tiaret, qui se présente par une pollution de type métallique, c'est-à-dire que la pollution provoqué par les éléments métallique ou bien de type minérale altère la solution d'eau qui se traduit par une forte charge électrique.

### V-1-3-Les chlorures

**Tableau N°09 :** Analyse descriptive de la variabilité spatiale du Chlore(mg/l)de l'eau de forage dans chaque site de prélèvement.

Paramètre	N°	Moy	Min	Maxi	Ecart-type
Chlore [Eau de forage] (mg/l)	6	187,35	174,90	205,4	11,31

L'examen du tableau N°09: Montre une variabilité spatiale du chlore avec une moyenne pour l'eau de forage égale à :  $187,35 \pm 11,31$  (mg/l), dont la valeur supérieure de 205,4 (mg/l) dans le site (E-ALFET) et un minimum de 174,90(mg/l) dans le site (E-NAFTAL).



**Figure N°08 :** Variabilité spatiale du Chlore (mg/l) de l'eau de forage dans chaque site de prélèvement.

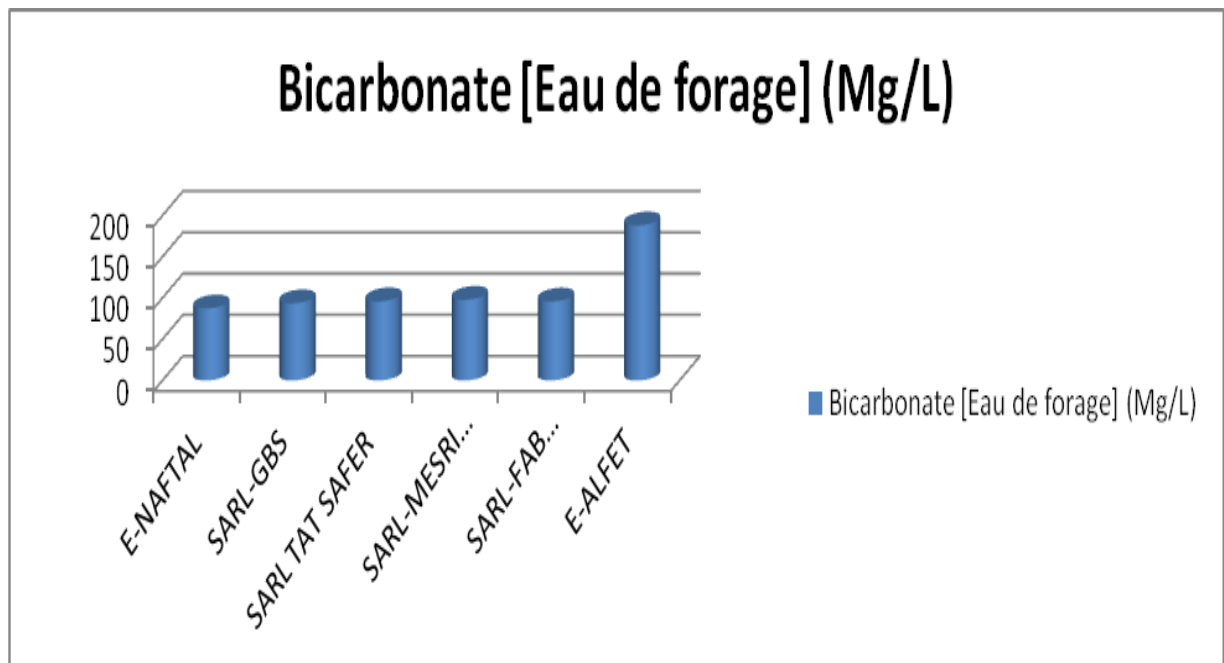
S'il s'agit d'une comparaison avec les normes algérienne des valeurs maximales des chlore avec un seuil maximal égale (10,00 meq/l) donc le paramètre suivant ne prend pas un taux trop élevés par moyen de comparaison avec les valeurs max ou min respectivement (0,17 meq/l et 0.21 meq/l).

### V-1-4-Les bicarbonates

**Tableau N°10 :** Analyse descriptive de la variabilité spatiale des bicarbonates (mg/l) de l'eau de forage dans chaque site de prélèvement.

Paramètre	N°	Moy	Min	Maxi	Ecart-type
Bicarbonate [Eau de forage] (mg/l)	6	109,81	87,40	188,05	38,50

L'examen du tableau N°10 traduit la variabilité spatiale des bicarbonates avec une moyenne de l'eau de forage égale à :  $109,81 \pm 38,50$  (mg/l), dont la valeur ultime est de 188,05 (mg/l) dans le site (E-ALFET) et un minimal de 87,40 (mg/l) dans le site (E-NAFTAL).



**Figure N°09 :** Variabilité spatiale des Bicarbonates (mg/l) de l'eau de forage dans chaque site de prélèvement.

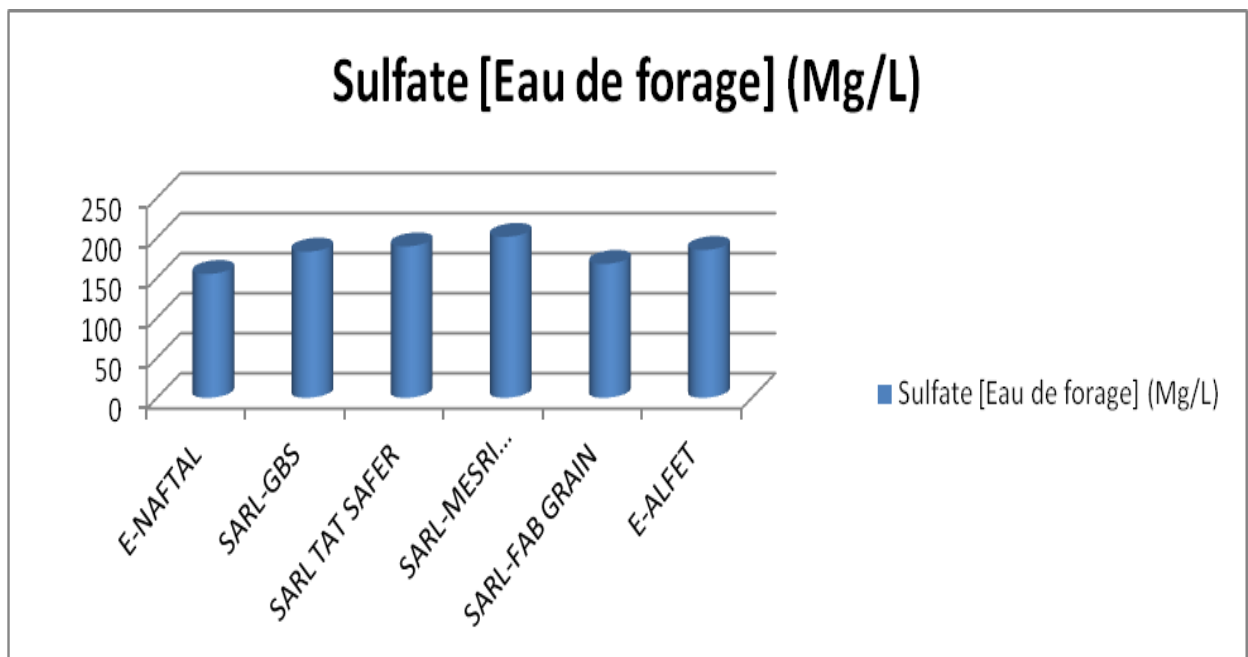
Concernant la teneur en bicarbonates avec des concentrations variable entre (188,05 mg/l et 87,40 mg/l), cette fourchette de contamination par les chlorures indique une altération des eaux souterraines par la géologie de notre région qui peut marquer la présence de la dalle calcaire, sources des éléments alcalins.

### V-1-5-Les sulfates

**Tableau N°11 : Analyse descriptive de la variabilité spatiale des sulfates(mg/l) de l'eau de forage dans chaque site de prélèvement.**

Paramètre	N°	Moy	Min	Maxi	Ecart-type
Sulfate [Eau de forage] (mg/l)	6	179,91	154,68	201,09	16,48

Notre tableau N°11 0inclide une variabilité spatiale des sulfate de concentration globale des différents sites de prélèvement égale à :  $179,91 \pm 16,48$  (mg/l) dont la valeur extrême de 201,09 (mg/l) dans le site dit (SARL MESRI HACHMI) et un minimale de 154,68(mg/l) dans le site (E-NAFTAL).



**Figure N°10 : Variabilité spatiale des sulfates (mg/l) de l'eau de forage dans chaque site de prélèvement.**

Aussi pour les sulfates une variation de la teneur entre [201,09(mg/l) et 154,68(mg/l)], montrant un niveau standard de composition vue la nature et la géologie de la région d'étude.

### V-1-6-La demande biologique en oxygène (DBO5) et la demande chimique en oxygène (DCO)

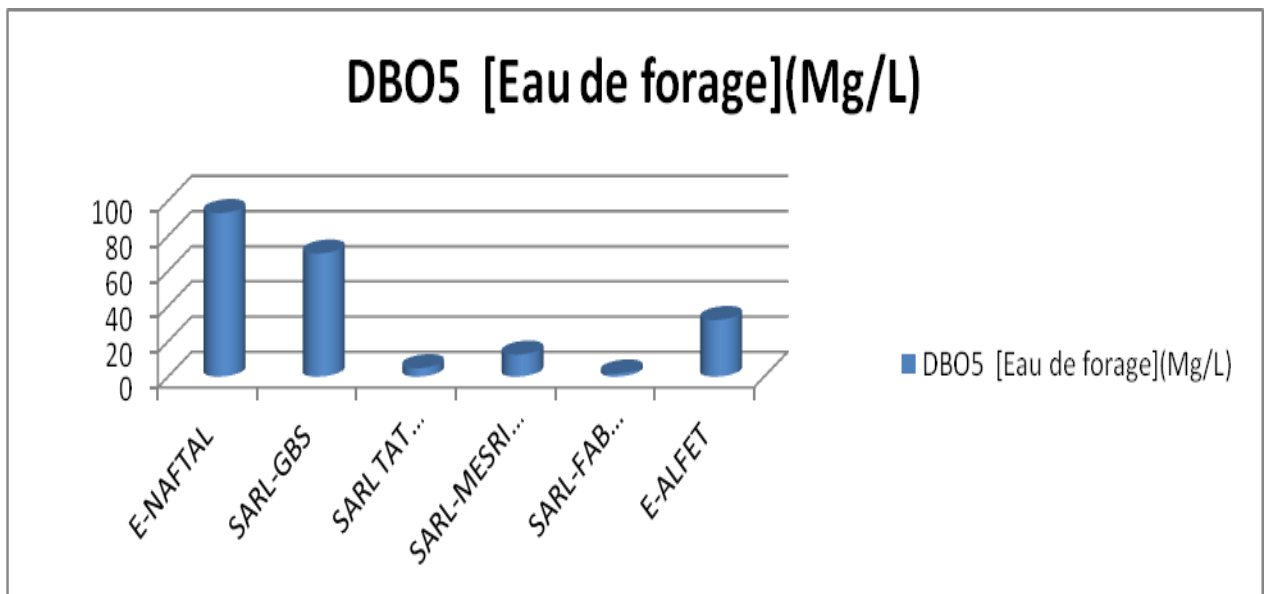
**Tableau N°12 :** Analyse descriptive de la variabilité spatiale pour la DBO5 et la DCO (mg/l) de l'eau de forage dans chaque site de prélèvement.

Paramètre	N°	Moy	Min	Maxi	Ecart-type
DBO5 [Eau de forage](mg/l)	6	35,71	1,80	93	37,72
DCO [Eau de forage] (mg/l)	6	34,54	1,77	69,50	26,45

Le tableau N°12 regroupe des teneurs de variabilité spatiale des paramètres suivants :

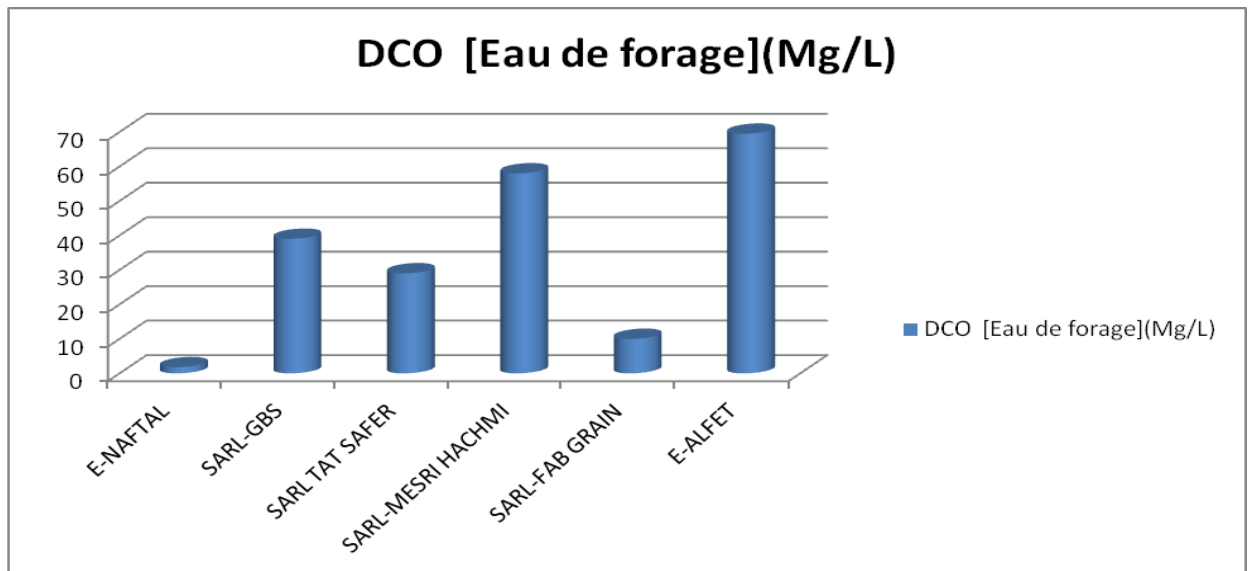
Pour la DBO5 avec une moyenne de l'eau de forage égale à :  $35,71 \pm 37,72$  (mg/l), de l'optimum 93 (mg/l) dans le site E-NAFTAL) et un minimale de 1,80 (mg/l) dans le site (SARL Fab Grain).

Pour la DCO avec une moyenne pour l'eau de forage égale à :  $34,54 \pm 26,45$  (mg/l) de 69,50 (mg/l) enregistré dans le site (E-ALFET) et 1,77 (mg/l) dans le site (E-NAFTAL).



**Figure N°11 :** Variabilité spatiale pour la DBO5 (mg/l) de l'eau de forage dans chaque site de prélèvement.

La notion biodégradabilité traduit l'aptitude d'un effluent à être décomposé ou oxydé par les microorganismes. Le rapport la DCO/DBO5 donne une première estimation de la biodégradabilité de la matière organique d'un rejet qui provient d'une source industrielle.



**Figure N°12 :** Variabilité spatiale pour la DCO (mg/l) de l’eau de forage dans chaque site de prélèvement.

Pour bien expliquer les résultats obtenus nous allons faire une relation entre les deux paramètres comme suit :

- $DCO/DBO5 < 2$  : l'effluent est facilement biodégradable ;
- $2 < DCO/DBO5 < 3$  : l'effluent est biodégradable ;
- $DCO/DBO5 > 3$  : l'effluent n'est pas ou très peu biodégradable.

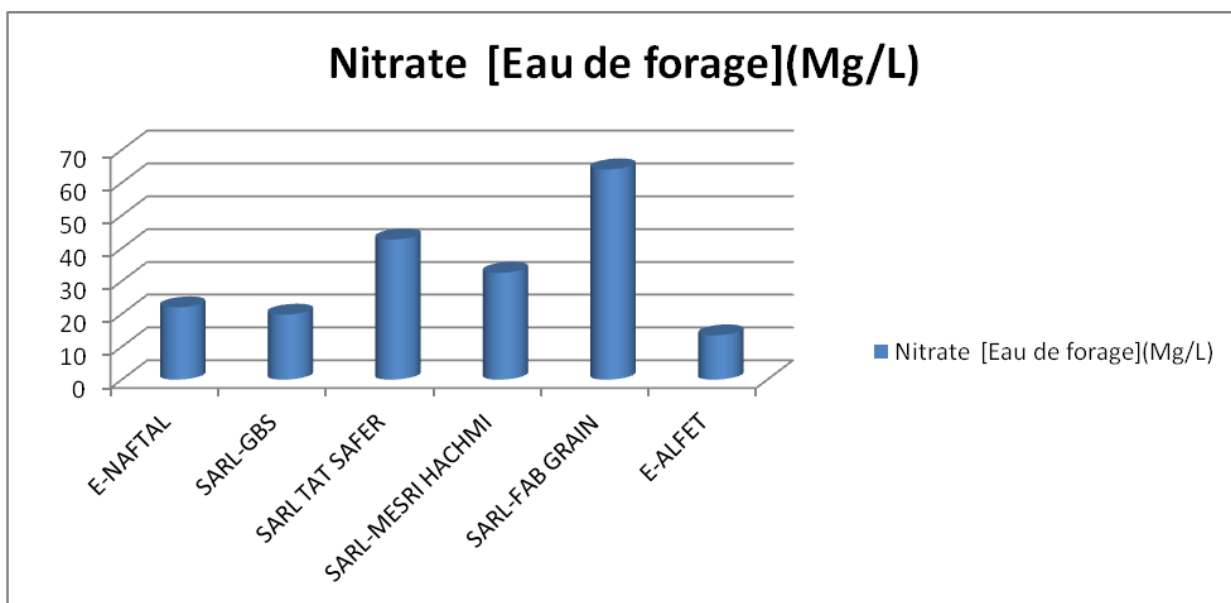
Nos résultats varient entre 1,33 (meq/l) et 1,01 (meq/l), ce qui ne confirme pas la biodégradabilité des eaux de forages de ces unités industrielles.

### V-1-7-Les Nitrates et les Nitrites

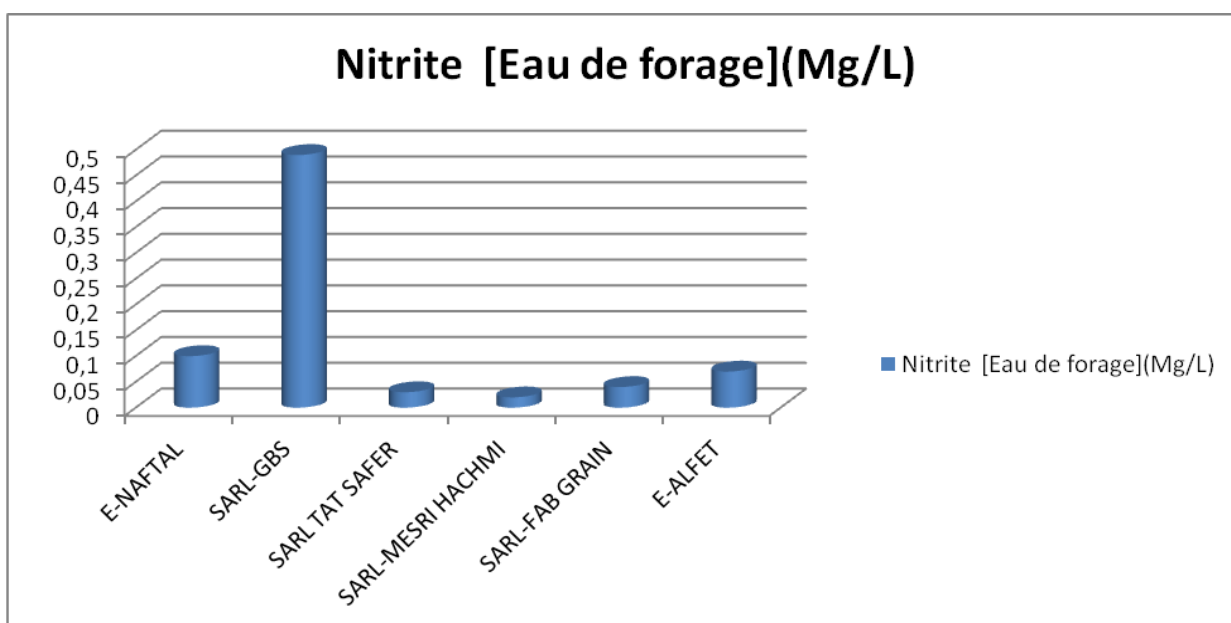
**Tableau N°13 :** Analyse descriptive de la variabilité spatiale des nitrates et des nitrites (mg/l) de l’eau de Forage dans chaque site de prélèvement.

Paramètre	N°	Moy	Min	Maxi	Ecart-type
Nitrate [Eau de forage] (mg/l)	6	32,43	13,50	64,08	18,62
Nitrite [Eau de forage] (mg/l)	6	0,12	0,02	0,49	0,18

Le tableau N°13 montre une variabilité spatiale des nitrates et des nitrites avec une moyenne égale à :  $32,43 \pm 18,62$  (mg/l) pour les nitrates et une moyenne de  $0,12 \pm 0,18$  (mg/l) pour les nitrites signalés dans les sites de valeur extrême positive (SARL-FAB GRAIN) et (SARL-GBS) en parallèle des résultats de faibles concentrations dans les sites (E-ALFET) et (SARL-MESRI HACHMI).



**Figure N°13 :** Variabilité spatiale des nitrates (mg/l) de l’eau de forage dans chaque site de prélèvement.



**Figure N°14 :** Variabilité spatiale des nitrites (mg/l) de l’eau de forage dans chaque site de prélèvement.

Les nitrites ( $\text{NO}^{2-}$ ) est la forme intermédiaire entre l’ammonium et les nitrates, issus de processus de nitrification. Sa présence dans le milieu aquatique est à l’origine d’un déséquilibre d’oxygénation de la flore bactérienne dans le milieu aquatique, ou à des températures faibles ralentissant les processus des microorganismes. Pour Les nitrates ( $\text{NO}^{3-}$ ), représentent la forme oxydée finale de l’azote après l’étape de la nitratisation correspondant à la transformation des  $\text{NO}^{2-}$  en  $\text{NO}^{3-}$ . Les concentrations trouvées (0,324 meq/l et 0,00012 meq/l) de ces composés proviennent principalement du lessivage des rejets.

## Conclusion générale

Ce travail est porté sur les impacts des rejets d'activités industrielles de la zone industrielle de Zaaroura W-Tiaret, sur la qualité des eaux souterraines par l'utilisation des méthodes analytiques physicochimiques, et d'une méthode de collecte par échantillonnage aléatoire simple.

### **Pour l'eau de forage :**

Une variabilité spatiale des prélèvements à permet d'identifier les paramètres les plus importants :

- Un PH de 08,04 représenté par la station de (SARL MESRI HACHMI) ;
- Une conductivité électrique de 1333 ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ ), représenté par la station (E-ALFET) ;
- Pour les chlorures une valeur maximale 205,4 mg/l, représenté par la station (E-ALFET) ;
- Pour les bicarbonates de 188,05 mg/l, représenté par la station (E-ALFET) ;
- Pour les sulfates de 201,09 mg/l, représenté par la station (SARL MESRI HACHMI) ;
- Pour le DBO05 et la DCO qui sont représentées par les stations (E-ALFET & E-NAFTAL) ;
- Les nitrates et les nitrites qui sont représentées par les stations (FAB-GRAIN & GBS)

On peut conclure que la qualité des eaux de forage de la zone industrielle est à l'opposition directe vis-à-vis les stations signalées auparavant.

On peut dire en premier temps que les rejets de ces unités industrielles, provoque des impacts significatifs sur la qualité des eaux souterraines avoisinantes.

Un plan de gestion environnementale de traitement et neutralisation des eaux utilisés doit mètre en évidence les possibilités de réduire les impacts sur l'environnement et surtout sur la qualité des eaux souterraines.



## Références Bibliographiques

1. Arraria abdelkader amir et Ouedraogo ahmeda assann, 2018 : Impact de la zone industrielle de Tiaret sur la qualité du système aquifère exploité(Contribution à l'étude d'un cas de pollution accidentelle par des hydrocarbures) mémoire de master en hydrogéologie,2018.
2. ARRARIA,OUEDRAOGO.2018.Impact de la zone industrielle de Tiaret sur la qualité du système aquifère exploité(Contribution à l'étude d'un cas de pollution accidentelle par des hydrocarbures) Spécialité : "Hydrogéologie et Environnement"Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Master académique . université Tiaret.
3. Bahaeddine Belhaj,2019 : Industrialisation et dégradation de l'environnement, Date du transfert, 2019.
4. BNEDER. Bureau National d'Etudes pour le Développement Rural., 2009. Inventaire Forestier National. Rapport d'étude, 21p
5. Bouchentouf, 1994 : Les bilans d'eau vus à travers les paramètres physico-chimiques et hydrodynamiques : cas du bassin versant de la haute Mina (Tiaret, Algérie). Thèse de Magister, Institut d'hydraulique, Centre Universitaire de Chlef, p.192.
6. Bouguetit, K., 2015 : Etude de la vulnérabilité à la pollution des eaux souterraines de la cuvette d'Ouargla (Cas de la nappe du Continental Intercalaire).mémoire master académique, 50p.
7. BOULENOUAR Houari.2016 :Contribution à l'étude de l'impact des pratiques agroforestières sur le développement durable de la zone rurale d'Oued Lili (W. de Tiaret).Magister en Sciences Agronomiques Option« Agroforesterie et développement rural durable en milieux semi-arides » université de Badis Ibn Abdelha Mostaganem.
8. Camavale, E., Frie, A., Garcia, D. & Coppel, G. (2006) : Impacts des activités et des intrants.
9. Castany, 1998 : Hydrologie, principe et méthode , édition DUNOD. Paris.
10. CFT, 2014 : Carte des zones homogène de la région de Tiaret.
11. Chafaa meriem ,2015 : Bio-surveillance des métaux lourds (Pb, Zn, Cu) à la sortie de la station d'épuration de Tiaret (Algérie) au moyen des végétaux aquatiques : plante lemna minor, algue Spyrogyrelinksp et bryophyte Fontinalis antipyretica,2015. Thèse de Doctorat. p14,62,64.
12. Conservation des Forêts de Tiaret, 2009 : Carte de délimitation administrative de la wilaya de Tiaret.

13. Davis A.P., Shokouhian M. & Ni, S.B., 2001. Loading estimates of lead, copper, cadmium, and zinc in urban runoff from specific sources. *Chemosphere*, Vol. 44, 997-1009.
14. Degremont,(1984) : Mémonto technique de l'eau. 7eme edition dunod, paris (france).982p.
15. Direction des Ressources en Eau : Carte Hydrogéologique de Tiaret 2014.
16. Duvignaud P, 1992 : Aménagement et gestion du territoire. Application en Algérie (région de Tiaret et Alger). Univ de nice-sophia antipolis. p 43-46
17. Gater Ouiza,ferhani lydia,2019 : Traitement et analyse des effluents industriels au niveau de l'entreprise ENIEM (Tizi-Ouzou). Thèse de doctorat en protection des écosystèmes.
18. Han F.X., Hargreaves, J., Kingery, W.L., Huggett, D.B. & Schlenk, D.K., 2001 : accumulation, distribution and toxicity of copper in soils of catfish pond receiving periodic copper sulfate applications. *j. environ. qual.*, vol. 30, 912-919.
19. <http://test-dyb.fr/pollution-eau-souterraine/,2020>.
20. Jean-Claude Boeglin, Jean-Louis Roubaty, 2007 : industrielle de l'eau -Caractérisation, classification, mesure, 2007.article est issu de : procédés chimie -bio-agro, opérations unitaires. Génie de la réaction chimique.
21. Kebaili Z, khelfane C., (2013) : Contribution à l'analyse de la qualité des effluents liquides Au niveau de l'Entreprise Nationale des Industries de l'Electroménager (ENIEM). mémoire de Fin d'étude, spécialité : Photologie des écosystèmes .UMMTO.56 p) ;
22. Koller E., (2004) : traitement des pollutions industrielles : eau, aire, déchet, sol, boue.
23. Kunwar P., Singh Dinesh M., Vinod K. Singh & Amrita M., 2005 : Studies on distribution and fractionation of heavy metals in Gomti river sediments-a tributary of the Ganges, India. *J. Hyd.* 312, 14–27.
24. Larab salim, 2019 : La réutilisation des eaux usées traités en agriculture à partir de la station d'épuration (Ain bouchakif ) de la wilaya de Tiaret, 2019. Mémoire de master (hydraulique).p5,6.
25. Lemièrre B., Seguin J. J., Le Guern C., Guyonnet D., Baranger Ph., Darmendrail D. & Conil P., 2001 : Guide sur le comportement des polluants dans les sols et les nappes. Doc. BRGM 300, 121p.
26. MEKAKIA,M. 2008. Caractérisation de la décharge publique de Tiaret-Algérie et son Impact sur la qualité des eaux souterraines. Mémoire de Doctorat en science de la Terre.Faculté des Sciences de la Terre, université d'Annaba Algérie.

27. Menouer S, Taibi S., (2014) : Étude de la qualité des rejets liquides industriels en aval du Complexe g1/Z. mémoire de projet de fin d'études. gestion des déchets et pollution des écosystèmes. Université des Sciences et de la Technologie Mohamed Boudiaf d'Oran.p63
28. Moletta r, (2014) : le traitement des déchets. éditions Tec & Doc – Lavoisier. P 712
29. Moussa Chaden haidar,2014 : Évaluation de la qualité de l'eau du bassin supérieur de la rivière du Litani, .thèse doctorat le 22 octobre 2014, université Liban : approche hydrogéochimique, Liban : approche hydrogéochimique. sciences de la Terre. université de Lorraine, 2014. Français .P64,65
30. Nouar belgacem, 2015 : Contribution à l'étude des bio-ressources des matorrals des monts de Tiaret : aspects phytoécologiques et cartographie (ouest algérien). thèse de doctorat en sciences en écologie végétale, 2015.
31. Office Nationale des Statistique, 2014 : Population de Tiaret.
32. Oulbachir, 2010 : Ecologie microbienne des sols sous différents compartiments granulométriques et différents étages, thèse de doctorat.
33. Pesson p, (1976) : pollution des eaux continentales, Édition bordas, paris.p 285
34. Ramade f, 2005 : dictionnaire encyclopédique de l'eau. Édition dunod, paris.p 760
35. Rodier J .legube B. merlet N et al, (2009) : Analyse de l'eau. 9<sup>e</sup> édition. Dunod, Paris. P15 .26
36. Site info climat, 2022 : Les donnes climatiques de la région de Tiaret.
37. Tababouchet, siham 2017: Etude de la pollution des eaux superficielles et souterraines du bassin versant du sebaou. Thèse de Magister, Institut d'hydraulique, Centre Universitaire de Arbaoui Abdellah.p17, p18, p19.
38. Tessier, a., campbell, p.g.c. & bisson, m., 1979 : sequential extraction procedure for the speciation of particulate trace metals. anal. chem., vol. 51, 848–851.
39. Urbatia-2017: Plan de situation de la zone industrielle Zaaroura-W-Tiaret.
40. Vilagines, R (2003) : Eau environnement et santé publique, édition Lavoisier 2<sup>e</sup>me edition.

## **Résumé**

L'étude est basée essentiellement sur la caractérisation physicochimique des eaux de forage par quelques entreprises installées et situées dans la zone industrielle de Zaaroura W-Tiaret .Le travail à pour but d'estimer la qualité des eaux avec les mesures physicochimique.

Le résultat obtenu se présente de la façon suivante :

- Un PH de 08,04 représenté par la station de (SARL MESRI HACHMI) ;
- Une conductivité électrique de 1333 ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ ), représenté par la station (E-ALFET) ;
- Pour les chlorures une valeur maximale 205,4 mg/l, représenté par la station (E-ALFET) ;
- Pour les bicarbonates de 188,05 mg/l, représenté par la station (E-ALFET) ;
- Pour les sulfates de 201,09 mg/l, représenté par la station (SARL MESRI HACHMI) ;
- Pour le DBO05 et la DCO qui sont représentées par les stations (E-ALFET& E-NAFTAL) ;
- Les nitrates et les nitrites qui sont représentées par les stations (FAB-GRAIN & GBS)

## **Mots Clés :**

Eau ; Forage ; Zone Industrielle ; Impact ; Tiaret.

ملخص