



**Ministère de l'Enseignement  
Supérieur et de la Recherche  
Scientifique**



**UNIVERSITE Saad DAHLAB - BLIDA 1**

**Faculté de Technologie**

Département des Sciences de l'Eau et Environnement

## **MEMOIRE DE MASTER**

**Filière : Hydraulique**

**Spécialité : Ressources  
Hydrauliques**

**Thème :**

**Suivi Technique de la réalisation  
d'un forage (F26) et aspects  
hydrochimique à l'arbaà (W.Blida)**

Présentée par :

**Ziane Youcef**

**Bourega Hichem**

Devant le jury composé de :

<b>Mr. BOUZERIA H.</b>	MCB	USD Blida 1	Président
<b>Mr.KHELFI M/A.</b>	MCB	USD Blida1	Examineur
<b>Mr.GUENDOZ A.</b>	Professeur	USD Blida 1	Promoteur
<b>Mlle.OUARDI A.</b>	Ingénieur	ADE DE BLIDA	Co-promotrice

Promotion 2021/2022

# **Remerciement**

*Nous rendons grâce à Dieu de nous avoir donnés le courage et la patience pour faire ce travail, en espérant qu'il sera le but de nouvelle perspective.*

*Nous adressons également nos sincères remerciements*

*À notre promoteur Monsieur GUENDOUZ Abdelhamid pour avoir accepté de nous encadrer, pour sa disponibilité de tous les jours et ses conseils fructueux ont fortement contribués à créer l'excellence des conditions de travail.*

*Nous exprimons nos vives gratitudees aux membres du jury d'avoir honorer notre soutenance par leur présence et pour l'effort fourni afin de juger ce travail.*

*Nos remerciements s'adressent à notre Co-promotrice OUARDI Amira, pour sont aide pratique et ses encouragements*

*Nous remercions également nos enseignants et tout le personnel du département Science de l'Eau et Environnement pour leurs contributions à notre formation, à ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

# **Dédicace**

**Je dédie ce modeste travail A**

**Mon père et ma mère, Tous les mots du monde ne sauraient exprimer l'immense amour que je vous porte, ni la profonde gratitude que je vous témoigne pour tous les efforts et les sacrifices que vous n'avez jamais cessés de consentir pour mon instruction, ma réussite et mon bien-être. Vous m'avez appris à travailler dans le respect de soi et de l'autre, dans la dignité, la droiture et la persévérance. C'est à travers vos encouragements que j'ai eu le courage, et c'est à travers vos critiques que je me suis réalisée. J'espère avoir répondu aux espoirs que vous avez fondés en moi.**

**Je vous rends hommage par ce modeste travail en guise de ma reconnaissance éternelle et de mon infini amour. Que Dieu Tout Puissant vous garde et vous procure santé, bonheur et longévité afin que vous demeuriez le flambeau illuminant le chemin de vos enfants.**

**Mon Jumeaux et mes frères, ma richesse sur cette terre Brahim,**

**Taki Eddine, Younes et Abdelhak pour leur soutien constant**

**Mon bon frère Adel.**

**A la mémoire de mon très cher Grand'mère, que dieu ait sonâme dans sa sainte miséricorde.**

**Mes amies**

**Et à tous ceux et toutes celles qui m'ont accompagné et soutenu durant  
ma  
Formation.**

**Youcef**

# **Dédicace**

*Je dédie ce modeste travail A*

*Mes très chers parents qui m'ont guidé durant les moments les plus pénibles de ce long chemin*

*Ma mère qui a été à mes côtés et ma soutenu durant toute ma vie, et mon père qui a sacrifié toute sa vie afin de me voir devenir ce que je suis, merci mes parents.*

*A mon frère et mes sœurs qui m'ont soutenu lors de mon parcours.*

*A tous mes amis sans exception*

*Merci pour les bons moments qui ont contribué à rendre ces inoubliables.*

**Hicham**

ملخص :

هذا العمل يتمثل في الرصد التقني لانجاز الحفر بعمق 400 متر بالاربعاء الذي اطلقته مديرية الموارد المائية في البلدية في اطار تعزيز امدادات مياه الشرب لمدينة الأربعاء .  
رصد جميع عمليات انجاز الحفر f26 منذ تركيب الاتطلاعي تسجيل بياني تم انجاز برنامج تطوير المعدات بنجاح.  
معدل التدفق المستخرج 35 لتر/ثانية يسمح بتعزيز امداداتمياه الشرب في مدينة الأربعاء.  
على مستوى الهيدروكيميائي أظهرت العينة الماخوذة فانض في شاردة الكلورور و التوصيل و بالتالي النوعية رديئة  
الكلمات المفتاحية : الحفر . تسجيل بيانات الابار . توسيع . نوعية كيميائية

### Résumé :

Le présent travail consiste à suivre techniquement la réalisation du forage profond de 400 m à larbaà lancé par la DRE de Blida dans le cadre du renforcement de l'AEP de la ville de l'arbaà.

Le suivi de toutes les opérations de réalisation du forage F26 depuis l'installation du chantier, forage de reconnaissance, Enregistrement diagraphique, programme d'équipement et le développement ont été réaliser avec succès.

Le débit extrait de 35 l/s permrt de renforcer donc l'AEP de la ville de l'arbaà.

Sur le plan hydrochimique l'échantillon prélevé à montre un excès en ion chlorure et la conductivité et donc de qualité médiocre qui a été discuter.

**Mots Clés :** Forage, Diagraphie, développement, qualité chimique.

### Abstract:

The present work consists in following technically the realization of the deep drilling of 400 m in larbaà launched by the DRE of Blida as part of the reinforcement of the AEP of the city of Arbaà.

The monitoring of all F26 drilling operations since the installation of the site, reconnaissance drilling, logging, equipment program and development were successfully completed.

The extracted flow of 35 l/s allowed to strengthen the AEP of the city of the arbaà.

In hydrochemical terms the sample taken at shows an excess in chloride ion and conductivity and therefore of poor quality that has been discussed.

### Key words:

Drilling, Diagraphy, development, chemical quality.

Remerciement	
Dédicace	
Résumé	
Introduction Général .....	01
<b>Chapitre I : Présentation de la zone d'étude</b>	
I.1 Introduction .....	02
I.2. Situation géographique de la Mitidja.....	02
I.3. Contexte géologique et hydrogéologique à l'échelle de Mitidja.....	03
I.3.1. Contexte géologique .....	03
I.3.1.1. Succession litho stratigraphiques de la Mitidja Est .....	04
I.3.2 Le Tertiaire .....	04
I.3.2.1 Miocènes et roches plus anciennes .....	04
I.3.2.2 Le Plais ancien .....	04
I.3.2.3 Astien .....	04
I.3.3 Le Quaternaire .....	05
I.3.3.1 Formation d'El. Harrach.....	05
I.3.3.2 Formation de la Mitidja .....	05
I.3.3.3 Dépôts récents .....	05
I.4 Contexte hydrogéologique.....	06
I.4.1 Introduction .....	06
I.4.2 Identification des aquifères .....	06
I.4.2.1 L'aquifère de l'Astien.....	06
I.4.2.2 L'aquifère des alluvions du Quaternaire .....	07
I.5. Hydrographie.....	08
I.6. Présentation à l'échelle de la zone d'étude : Commune de Larbaa.....	08
I.6.1 Choix de la zone d'étude et contexte administratif.....	09
I.6.2 Analyse des paramètres physiques et morphologiques du bassin versant de la zone d'étude.....	09
I.6.2.1 Aperçu géomorphologique.....	09
I.6.2.2 Analyse des paramètres physiques et morphologiques du bassin versant d'oued el Harrach .....	09

## Sommaire

I.6.2.3 Relief .....	09
I.6.2.4 Caractéristiques de forme du bassin versant.....	10
I.7 Caractéristiques Climatologiques de la zone d'étude .....	10
I.7.1 Précipitation .....	11
I.7.1.1 Précipitation mensuelle .....	11
I.7.1.2 Précipitation annuelle .....	11
I.7.1.3 Température.....	12
I.8 Population .....	13
I.9 L'agriculture.....	14
I.10 L'industrie.....	14
I.11 Assainissement .....	14
I.12 Occupation du sol.....	14
I.13 Conclusion .....	15

## Suivi technique de la réalisation du forage profond F26

II.1. Introduction .....	16
II.2. Généralité sur les forages .....	16
II.3. Les Techniques de forage .....	16
II.3.1. Le havage .....	16
II.3.2. Le forage par battage .....	16
II.3.3. Le rotary .....	17
II.3.4. Le marteau fond de trou .....	17
II.3.5. Le tubage à l'avancement.....	17
II.4. Choix de terrain .....	18
II.4.1. Raisons climatique .....	18
II.4.2. Raisons démographique.....	18
II.4.3. Choix de la méthode de rotary.....	18
II.5. Principe de la méthode de rotary .....	18
II.5.1. Buée de forage .....	18
II.5.2. Description de la machine .....	19
II 5.2.1. Foreuse à table de rotation .....	19

## Sommaire

II.5.2.2. Foreuse à tête de rotation.....	19
II.5.3. Les organes de la machine .....	19
II.5.3.1. Le mât .....	19
II.5.3.2. Moufle fixe .....	20
II.5.3.3. Moufle mobile .....	20
II.5.3.4. Tête d'injection.....	21
II.5.3.5. Table de rotation .....	21
II.5.3.6. Pompes à boue .....	22
II.5.3.7. Treuil .....	22
II.5.3.8. Mouflage .....	23
II.5.3.9. Câble du forage .....	23
II.5.4. Train de sondes.....	23
II.5.4.1. La tige d'entraînement (Kelly) .....	23
II.5.4.2. Les tiges .....	24
II.5.4.3. Les masse-tiges .....	24
II.5.4.4. Outil de forage .....	25
II.6. Opération de forage .....	25
II.6.1. Installation de chantier de forage.....	25
II.6.2. Matériaux utilisés pour le forage .....	25
II.6.2.1. les moyens humains .....	25
II.6.2.2. Les moyens matériels.....	26
II.6.2.3. Stocks des matériaux .....	26
II.7. Opération de foration.....	26
II.7.1. les bassins de boue .....	26
II.7.1.1. Le premier bassin .....	27
II.7.1.2. Le second bassin.....	27
II.7.3. Opération de reconnaissance.....	27



## Sommaire

II.7.3.1. Forage de reconnaissance .....	27
II.7.4. Prélèvement des échantillons.....	29
II.7.5. Enregistrement et interprétation des diagraphies.....	31
II.8. Opération d'élargissage.....	33
II.9. Programme d'équipement.....	33
II.9.1. Introduction .....	33
II.9.2. Plan du tubage .....	33
II.9.3. Type de crépine utilisé.....	33
II.10. Massif filtrant.....	34
II.11. Opération de développement de forage de f26.....	35
II.12. Conclusion .....	38

## **Chapitre III : Discussion et interprétation des résultats**

III.1. Introduction .....	39
III.1.1. la base des données .....	39
III.1.2. Analyse de données .....	39
III.1.3. Création de la base de données .....	40
III.1.4. Numérisation des données.....	41
III.1.4.1 Le logiciel ArcGis.....	41
III.1.4.2. Diagramme.....	42
III.2 Analyse hydrodynamique .....	42
III.2.1 Evolution de la piézométrie au niveau de la Mitidja EST (zone d'étude).....	43
III.2.1.1 Carte piézométrique 2011 / 2019 Haute eaux.....	43
III.2.1.2 Carte piézométrique 2011 / 2019 Bases eaux .....	46
III.3 Hydrochimie .....	47
III.3.1. Représentation des faciès hydro chimiques .....	48
III.3.2. Étude des quelque couple chimique (corrélation) .....	50
III.3.2.1. Représentation du couple chimique $NA^+=f(CL)$ .....	50
III.3.2.3. Représentation du couple chimique TDS avec chlorure .....	51
III.3.3. Les rapports Chimiques.....	53
III.3.3.1. Le rapport $(Ca/Mg) =f(Cl)$ .....	53

## Sommaire

III.3.3.2. Le rapport $(\text{No}_3/\text{Cl}) = f(\text{Cl})$ .....	54
III.4. Les cartes iso-valeur .....	55
III.4.2. La carte iso-valeur de conductivité .....	55
III.4.3. La carte iso-valeu de sodium $\text{Na} +$ .....	56
III.5. Conclusion .....	57
Conclusion Générale .....	58

**Chapitre I :**

<b>Tableau 1</b> : Principaux sous bassins versants de la Mitidja et leurs principaux oueds .....	07
<b>Tableau.2</b> : Caractéristiques générales de station pluviométrique .....	10
<b>Tableau.3</b> : Variation Précipitation mensuelle .....	11
<b>Tableau 4</b> : Variation des Température .....	12
<b>Tableau 5</b> : calcul prévisionnel de la Population Future .....	13

**Chapitre II :**

<b>Tableau 06</b> : Interprétation de l'enregistrement de la diagraphie (résistivité et PS) .....	32
<b>Tableau 07</b> : Fisher d'analyse .....	37

**Chapitre I : Présentation de la zone d'étude.**

<b>Figure 01</b> : Présentation de la plaine Mitidja.....	02
<b>Figure 02</b> : Carte géologique de la Mitidja .....	03
<b>Figure 03</b> : Chevelu hydrographique et stations pluviométriques.....	08
<b>Figure 04</b> : carte de la zone d'étude.....	09
<b>Figure 05</b> : Variation des précipitations mensuelle .....	11
<b>Figure 06</b> : Variation des précipitations annuelle .....	12
<b>Figure 07</b> : Variation des Températures .....	13
<b>Figure 08</b> : Carte d'occupation de sol .....	15

**Chapitre II : Suivi technique de la réalisation de forage F26 .**

<b>Figure 09</b> : la méthode de havage .....	16
<b>Figure 10</b> : machine de rotary .....	17
<b>Figure 11</b> : méthode de MFT .....	17
<b>Figure 12</b> : Le mat de l'appareil forage (forage de larbàa) .....	20
<b>Figure 13</b> : moufle fixe.....	21
<b>Figure 14</b> : moufle mobile.....	21
<b>Figure 15</b> : tête d'injection .....	21
<b>Figure 16</b> : table de rotation (forage F26) .....	22
<b>Figure 17</b> : Pompe de boue larbàa .....	22
<b>Figure 18</b> : treuil .....	23
<b>Figure 19</b> : Tige d'entraînement (forage de larbàa) .....	24
<b>Figure 20</b> : les tige.....	24
<b>Figure 21</b> : les masse tige .....	25
<b>Figure 22</b> : bentonite .....	26
<b>Figure 23</b> : gravier et les tubes .....	26
<b>Figure :24</b> : cutting de F26 .....	28

<b>Figure 25</b> : la coupe lithologique.....	30
<b>Figure 26</b> : Appareil de la diagraphie utilisé.....	31
<b>Figure27</b> : Crépines de Johnson (forage de l'arbàa).....	33
<b>Chapitre III : Discussion et interprétation du résultat.</b>	
<b>Figure 28</b> : Structure de la base de données .....	40
<b>Figure 29</b> : l'interface de logiciel arc gis.....	41
<b>Figure 30</b> : l'interface de logiciel de diagramme.....	42
<b>Figure 31</b> : Carte positionnement des Pz .....	43
<b>Figure 32</b> : Carte piézométrique Haute eaux 2011 .....	44
<b>Figure 33</b> : Carte piézométrique Haute eaux 2019 .....	45
<b>Figure 34</b> : Carte piézométrique Bases eaux 2011 .....	46
<b>Figure 35</b> : Carte piézométrique Bases eaux 2019.....	47
<b>Figure 36</b> : diagramme de piper .....	48
<b>Figure 37</b> : diagramme de Schoeler berkallof .....	49
<b>Figure 38</b> : relation $Na=f(Cl)$ .....	50
<b>Figure 39</b> : $TDs=(Cl^-)$ .....	51
<b>Figure 40</b> : Le rapport $(Ca/Mg) =f(Cl^-)$ .....	53
<b>Figure 41</b> : Le rapport $(No_3/Cl) =f(Cl^-)$ .....	54
<b>Figure 42</b> : carte iso-valeur en conductivité .....	55
<b>Figure 43</b> : carte iso-valeur en $Na^+$ .....	56

### **Introduction Générale :**

Les ressources en eaux souterraines constituent un élément essentiel pour l'alimentation en eau potable, pour satisfaire les besoins de l'agriculture et de l'industrie et la population. La contrainte sur la disponibilité de cette ressource s'accroît du fait du changement climatique et de la croissance de la demande pour les différents usages. Les ressources en eaux souterraines peuvent être localement ou régionalement surexploitées. La demande devenant supérieure à la recharge des aquifères, la surexploitation peut ainsi engendrer des phénomènes irréversibles tels que des intrusions salines dans les régions côtières, des phénomènes de subsidence (effondrement des terrains), des problèmes de qualité d'eau, des assèchements de cours d'eau avec des impacts sur les écosystèmes associés. Certains de ces phénomènes peuvent être irréversibles.

L'Algérie a connu un déficit important en matière de ressources en eau qui est dû au stress hydrique que le pays a connu depuis deux décennies avec le manque de pluies et les pics de chaleur qui favorisent l'évaporation. Pour cela et pour remédier à la situation, le MRE a fait reconnaître à l'exploitation des nappes d'eau souterraines qui jusque-là construisent des réserves d'eau protéger.

Sous le cadre de ce programme le DRE de Blida a programmé la réalisation d'un forage (F26) pour le renforcement de la ville de Larbaâ.

L'objectif de ce travail consiste à suivre techniquement la réalisation du forage et discuter sur le plan hydrochimique l'origine de la salinité et les chlorures dans les eaux.

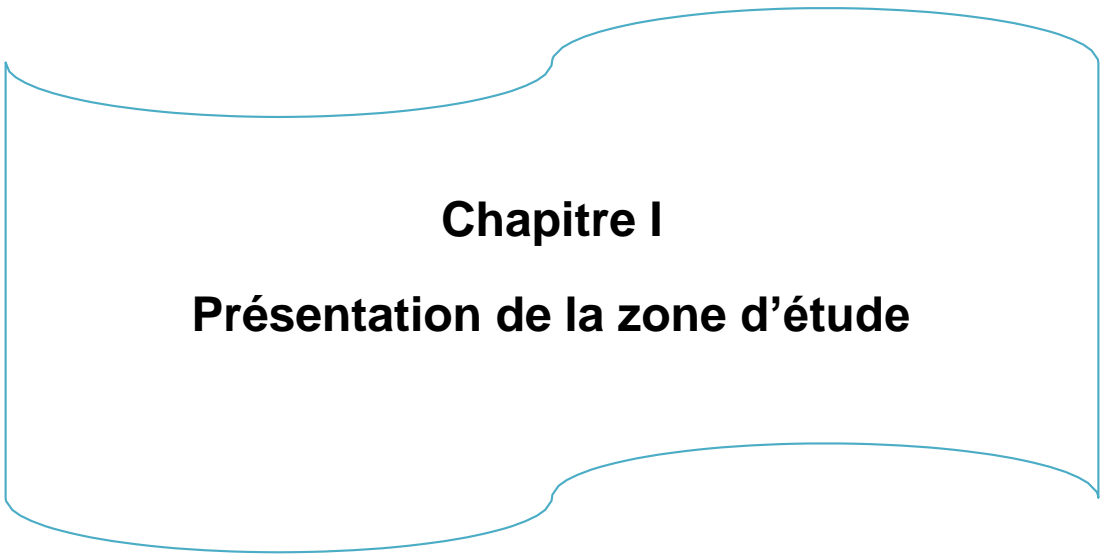
Le plan de travail sera présenté comme suit :

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

Chapitre II : Suivi technique de la réalisation du forage profond F26.

Chapitre III : Discussion et interprétation des résultats hydrochimique .

A l'issue de ce travail nous présenterons une conclusion générale .



**Chapitre I**  
**Présentation de la zone d'étude**

### I.1 Introduction :

Dans ce chapitre, Nous donnons un aperçu général sur la situation géographique et géologique de nappe de Mitidja, par la suite nous abordons les caractéristiques générales du bassin versant, l'aspect climatologique et géomorphologique de la région et un aperçu sur la géologie et l'hydrogéologie de la zone d'étude.[1]

### I.2.Situation géographique de la Mitidja :

Avec une superficie d'environ 1400 km<sup>2</sup> , une longueur de 100 km et une largeur entre 5 et 20 km, la plaine de la Mitidja se considère comme la plaine la plus riche en Algérie que ce soit par ces terres fertiles ou par ces ressources en eau. La plaine de la Mitidja est située au Sud d'Alger. Elle s'étend sur les territoires d'Alger, Boumerdès, Tipaza et Blida. D'une orientation WSW -ENE et d'une altitude moyenne de 100 m. Elle est limitée :

- Au Sud par les piémonts de l'Atlas.
- Au Nord par la ride du Sahel.

Elle est formée de la juxtaposition de sous bassins versants, se regroupant en quatre ensembles, drainés du Sud au Nord par le réseau hydrographique. Ces principaux bassins sont :

- Bassin occidental (O. Nador).
- Bassin du Mazafran.
- Bassin d'El Harrach.
- Bassin oriental (O. Hamiz et O. Réghaia).[1]

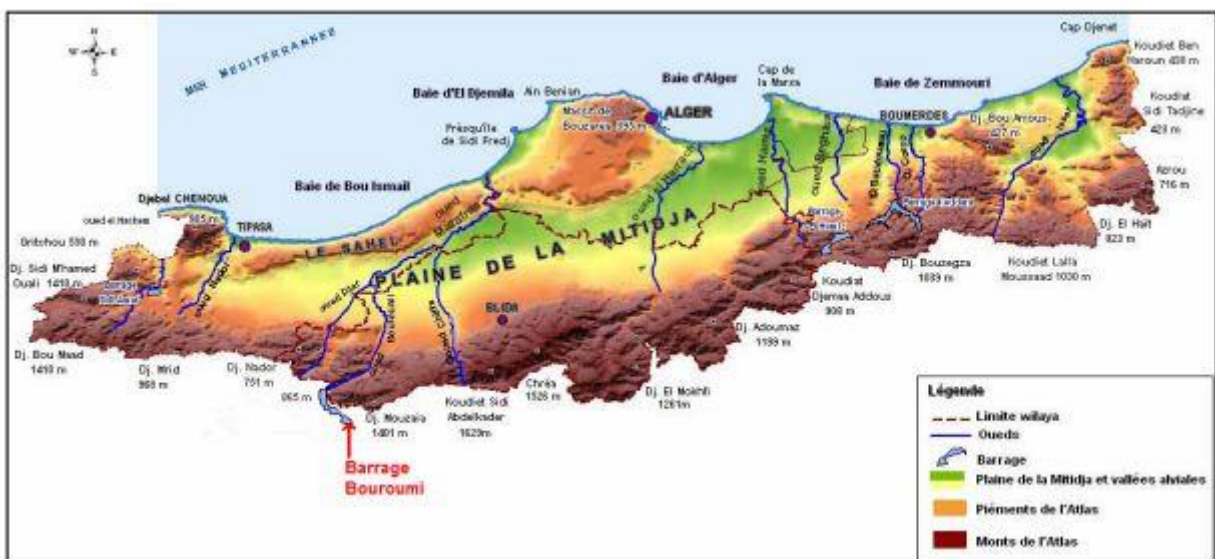


Fig.1 : Présentation de la plaine Mitidja [1]



### I.3. Contexte géologique et hydrogéologique à l'échelle de Mitidja :

#### I.3.1. Contexte géologique:

La structure de la plaine de la Mitidja est celle d'un synclinal remblayé par des alluvions. Les dépôts du Miocène, du Pliocène et du Quaternaire ont réagi comme une couverture flexible durant l'affaissement du bassin entre les unités ascendantes de l'Atlas et du Sahel.[1]

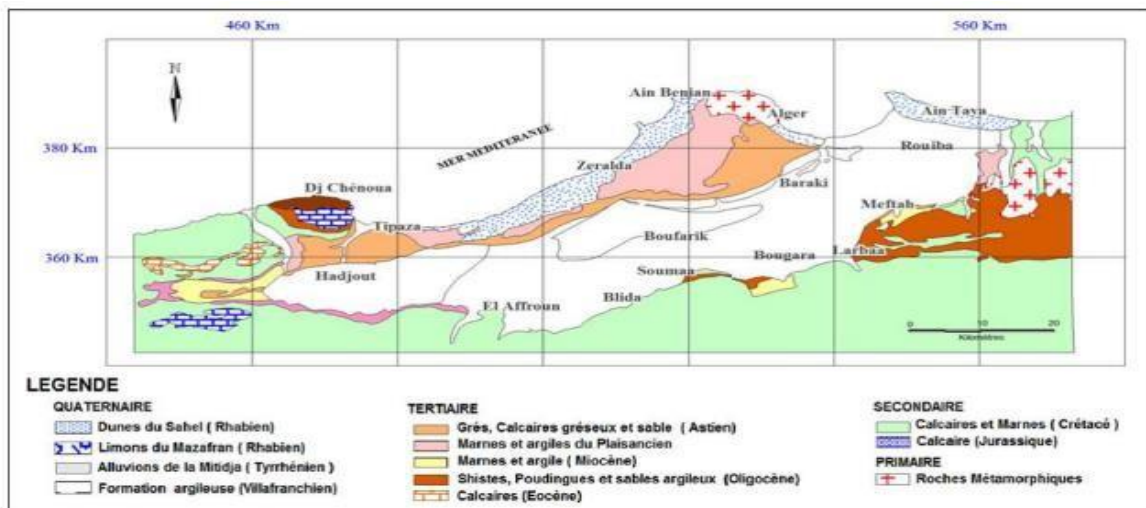


Fig.2 : Carte géologique de la Mitidja [1]

Le remplissage de la plaine de la Mitidja depuis le Miocène se caractérise par une grande hétérogénéité verticale et latérale des dépôts sédimentaire sous l'action conjuguée de facteurs tectonique (jeu des failles et phénomène de subsidence) et climatique. Le bassin de la Mitidja s'est défini en tant qu'unité structurale à la fin du Miocène après que ce soient produit les principaux mouvements de la période de l'orogénèse alpine. Les phénomènes d'affaissement et de sédimentation se poursuivent pendant le Pléistocène en modifiant la forme et la distribution des dépôts. Ces mouvements structuraux ainsi que d'importantes variations du niveau de la mer expliquent la succession des formations stratigraphiques rencontrées au droit de la plaine : au Miocène, l'affaissement du bassin s'accompagne de l'apparition de roches volcaniques en périphérie, notamment sur la bordure sud. Le Pliocène correspond à une longue période de sédimentation avec une alternance de phases de dépôts et de phases d'érosion en relation avec les fluctuations du niveau de la mer. Il se caractérise notamment par :

- Dépôt de couches épaisses de marnes bleues au Plais ancien (en mer profonde). Il constitue le substratum.
- Dépôt de marnes sableuses et de calcaires gréseux à l'Astien (en mer peu profonde)

- Dépôt de marnes et cailloutis au Villafranchien ;
- Dépôt de sédiments argilo gréseux, glauconie et coquillers au Calabrien.[1]

### **I.3.1.1. Succession litho stratigraphiques de la Mitidja Est:**

Les variations verticales de faciès de la base vers le sommet se présentent comme suit :

### **I.3.2 Le Tertiaire :**

#### **I.3.2.1 Miocènes et roches plus anciennes :**

Ces roches sont présentes dans le cœur de l'anticlinal du sahel sous le bassin de la Mitidja, et affleurent par endroits dans l'Atlas sur la bordure Sud du bassin. Dans le secteur considéré, le miocène affleure le long de l'Atlas entre Meftah et Khémis El Khechna. Il est constitué de marnes contenant des lentilles de calcaire de 40 à 50 m d'épaisseur appartenant au vindobonien. Parfois par des lentilles de grés du burdigalien d'épaisseur variable. Au Nord de la ville de Rouiba le miocène est présent. Les roches plus anciennes qui sont représentées par les roches volcaniques du tertiaire (rhyolites et andésites) affleurent dans les régions de Khémis El Khechna. Les roches métamorphiques du primaire du socle cristallin apparaissent sous formes de petits affleurements isolés (massif d'Alger, cap Matifou) et à l'Est de Khémis El Khechna, ils sont représentés par des schistes, micaschistes et le gneiss.[2]

#### **I.3.2.2 Le Plais ancien :**

Constitué principalement de marnes bleues et localement de bancs de grés faiblement glauconie, cet étage peut atteindre une puissance considérable sous le Sahel, et sous le Nord de la Mitidja. L'épaisseur de 100 m ne paraît nullement exagérée; mais elle diminue rapidement vers le sud. Les affleurements de marnes en surface sont uniquement visibles dans les Collines du Sahel, au cœur d'un plissement anticlinal et dans la zone de Khemis El Khechna, Reghaia où ils constituent la fermeture du bassin.[2]

#### **I.3.2.3 Astien :**

Le début de l'Astien coïncide avec un mouvement tectonique certain ; la profondeur de la mer a subitement chuté, ce qui a permis l'invasion d'une faune néritique. Les courants sous-marins ont été assez violents pour provoquer le ravinement de la marne plais ancienne. La formation de l'Astien est bien développée sur le côté Sud de la Mitidja. Les lithologies les plus souvent rencontrées sont des calcaires ou calcaires sableux, des grés, des argiles, calcaires jaunes et calcaires à faciès récifal. Cette série présente une épaisseur moyenne entre 100 et 130 m, elle se trouve à

des profondeurs allant de 250 à 300 m. On la rencontre particulièrement à l'est de Rouïba à de faibles profondeurs.[2]

### **I.3.3 Le Quaternaire :**

#### **I.3.3.1 Formation d'El. Harrach :**

Villafranchien (Calabrien) La formation d'El. Harrach 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. [2]

#### **I.3.3.2 Formation de la Mitidja :**

Soltanien.Tensiftien (Tyrrhénien) La formation de la Mitidja 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. [2]

#### **I.3.3.3 Dépôts récents :**

Rhabien (Flandrien) Ils ne représentent qu'une partie relativement peu importante du remplissage du bassin de la Mitidja et regroupent les dépôts de sables dunaires, les dépôts de piémont de l'atlas ainsi que les sables et les graviers provenant des lits des oueds. La baie d'Alger et la région de Reghaia sont bordées par des dépôts marins et des dunes. Cette formation est constituée de sables meubles éoliens ou de sables dunaires épais de 20 à 40 m, de graviers et de couches fossilifères consolidées ou cimentées. Le piémont de l'atlas est couvert de débris se composant de gros éléments anguleux dans une matrice de limons argileux provenant d'un cône de déjection et d'une solifluxion de matériaux du massif Blidéen. Des couches de graviers sont également présentes (Mutin, 1977). Les alluvions récentes qui

n'apparaissent que dans les lits des cours d'eau et ne font que quelques mètres d'épaisseur se composent de sable fin gris, de graviers et de galets.[2]

### **I.4 Contexte hydrogéologique :**

#### **I.4.1 Introduction :**

les unités géologiques ayant une importance du point de vue ressources en eau souterraine hydrogéologique que nous présentons est basée sur l'examen d'études antérieures, notamment celles de la géophysique réalisée par la CGG, partners et Binnie.[3]

#### **I.4.2 Identification des aquifères :**

##### **I.4.2.1 L'aquifère de l'Astien :**

Il s'étend sur presque la totalité de la plaine et affleure principalement dans le Sahel et au Sud au niveau de Meftah. Il est bien délimité entre un substratum marneux (plais anciennes) et la couverture des marnes d'El Harrach (ou marnes de Maison-Carrée). L'épaisseur moyenne de l'aquifère est de 100 à 130 mètres. Il se situe généralement à une Profondeur allant de 250 à 300 m par rapport au niveau du sol. A l'Est de Rouiba cependant, la formation de l'Astien se rencontre à de faibles profondeurs.

La nappe de l'Astien est formée par des grés fins consolidés, elle est généralement captive mais non artésienne. Elle devient libre au niveau de zones d'affleurement situées dans le Sahel.[3]

##### **I.4.2.2 L'aquifère des alluvions du Quaternaire :**

L'aquifère des alluvions Quaternaire de la Mitidja occupe la totalité de la plaine. Il est constitué par les formations du Quaternaire (gravier, sable, galets et des argiles). Il repose principalement sur les marnes d'El Harrach.

L'aquifère a pour limite supérieur la surface du sol et inférieure la formation d'El Harrach, Son épaisseur moyenne est de l'ordre de 100 à 200m

Dans la partie orientale de la plaine, l'aquifère se trouve en contact direct avec l'Astien, l'absence du substratum dans cette partie de la plaine est due à l'activité érosive qui a eu lieu au cours du Pléistocène.

Dans la partie occidentale (bas-Mazafran et Lac Halloula), l'aquifère se continue au-dessous de la formation argilo limoneuse du Rharbien. Cette formation de très faible perméabilité, rend la nappe captive dans cette partie de la plaine.[3]

### I.5. Hydrographie:

La plaine de la Mitidja 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. [3]

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 : [3].

- 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.
- Dans un passé récent elles ont été constamment maintenues par le jeu tectonique.

**Tableau 1: Principaux sous bassins versants de la Mitidja et leurs principaux Oueds**

Bassins Versants (BV)	Principaux Oueds
Nador (BV Occidental)	Nador, Bourkika, Meurad, Bouhardoun, Bouyéersen
Mazafran (premier sous BV central)	Mazafran (premier sous BV central)
El Harrach (deuxième sous BV central)	Djemaa, Semar
Hamiz et Réghaia (Bassin oriental)	Hamiz et Réghaia (Bassin oriental)

Ce sont des oueds aux vallées étroites, profondes, encaissées (Rabehaoui et Belaidi, ANRH, 2005).

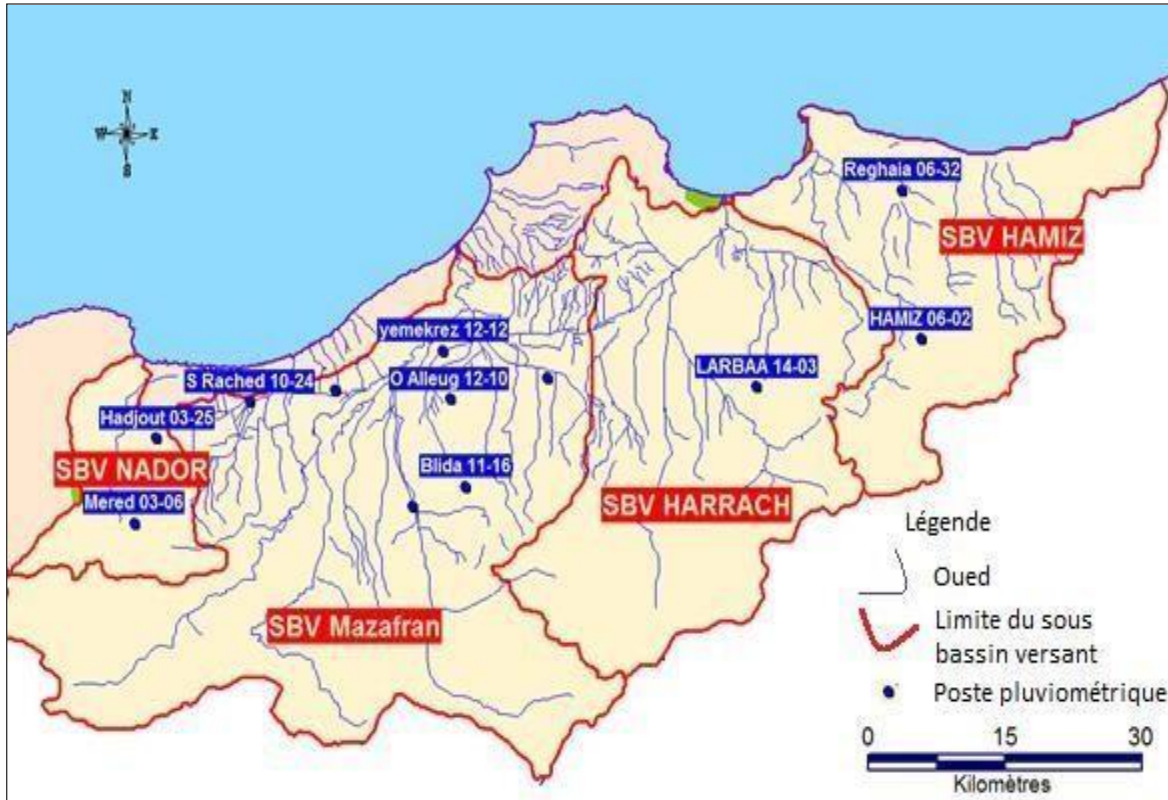


Fig.3 : Chevelu hydrographique et stations pluviométriques [3].

## I.6. Présentation à l'échelle de la zone d'étude : Commune de Larbaà

### I.6.1 Choix de la zone d'étude et contexte administratif:

La zone d'étude choisie correspond à la commune de Larbaà, les ouvrages d'exploitation au niveau de ce secteur est de 37 forages avec une production journalière de 17 543 m<sup>3</sup>/jour, ce champs captant joue un rôle très important à l'alimentation en eau potable.

Larbaà est le chef-lieu de Daïra et elle est limitée :

- A l'ouest par l'oued Djemaa, constituant sa limite avec la commune de Bougara
- Au sud par Tablat (wilaya de Médéa).
- A l'est par la commune de Meftah.
- Au nord par les communes de Sidi Moussa et El-Harrach (wilaya d'Alger). [3]



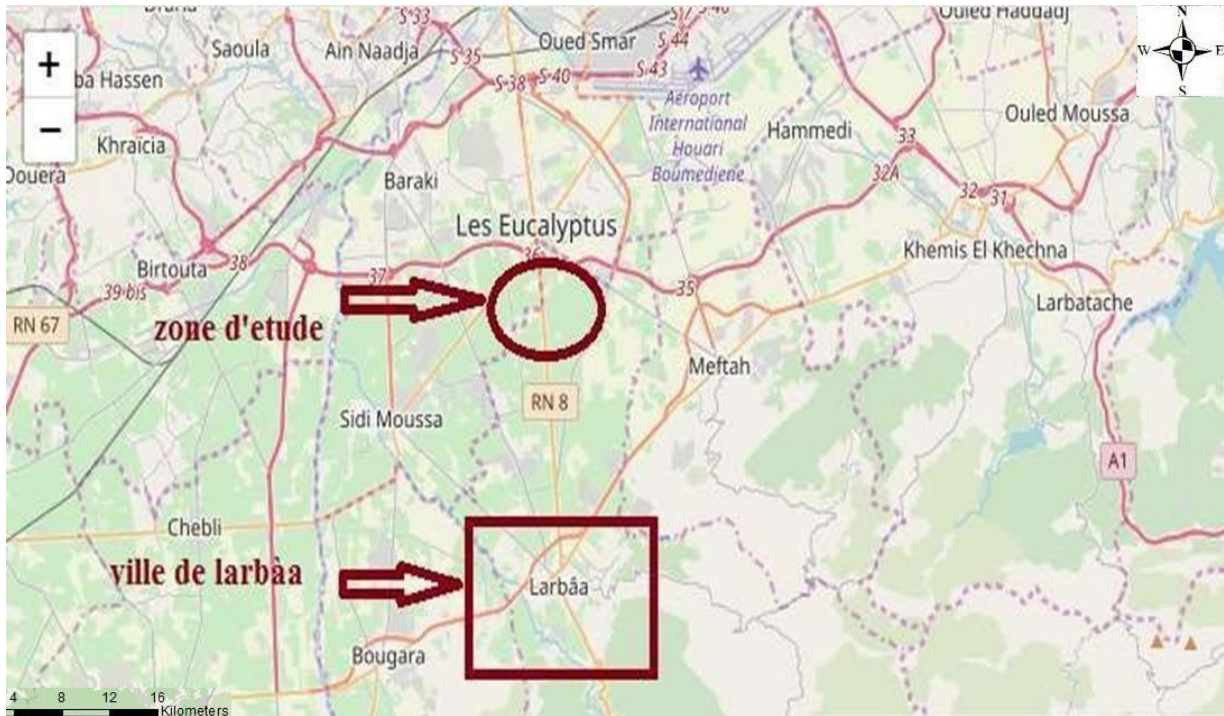


Fig.04 : carte de la zone d'étude .[1]

## **I.6.2 Analyse des paramètres physiques et morphologiques du bassin versant de la zone d'étude :**

### **I.6.2.1 Aperçu géomorphologique :**

Les paramètres géomorphologiques sont des facteurs importants dans la réparation des eaux à l'échelle d'un bassin versant, c'est pourquoi, nous avons jugé utile d'en faire un bref aperçu. [4]

### **I.6.2.2 Analyse des paramètres physiques et morphologiques du bassin versant d'oued el Harrach :**

Le bassin versant de la région étudiée est situé dans la partie nord de l'Algérie. C'est le bassin versant d'oued el Harrach qui appartient au grand bassin versant Côtier et couvre une superficie de 1250km<sup>2</sup>. [4]

### **I.6.2.3 Relief :**

Le bassin versant s'étend très au Sud et est divisé topographiquement en trois régions distinctes. En amont, le bassin versant est composé principalement par un massif montagneux. Dans sa partie Nord-Ouest, le bassin est constitué par les pentes des collines du Sahel, et du pied de l'Atlas tellien jusqu'à la mer par la plaine de la Mitidja. Les points les plus hauts du bassin versant sont :

- Kef Takhrina (1478 m), Chéraa (1526 m) au Sud - Ouest du bassin versant.

- Le point le plus bas se trouve à l'embouchure d'Oued El Harrach sur la mer Méditerranée.[4]

### I.6.2.4 Caractéristiques de forme du bassin versant :

La forme du bassin versant influence fortement l'écoulement et notamment le temps de réponse de bassin versant aux précipitations, c'est à dire la durée du ruissellement de surface et le temps de parcours à travers le réseau de drainage. Un bassin versant allongé ne réagira pas de la même manière qu'un bassin ramassé même s'ils sont placés dans les mêmes conditions météorologiques. Dans cette étude des caractéristiques de forme, plusieurs modèles ont été proposés par Gravelleuse.

- La superficie et le périmètre du bassin versant ;
- L'indice de capacité ou coefficient de Gravelleuse ;
- Rectangle équivalente et par suite la longueur et largeur équivalente. [4]

La forme du bassin est caractérisée par l'indice de compacité de Gravelleuse noté Kc.

P Km	187
S Km <sup>2</sup>	1250
KC Sans dimension	1.48
L Km	78
L Km	16.2
L/I Sans dimension	4.8

### I.7 Caractéristiques Climatologiques de la zone d'étude :

Le climat tempéré chaud est présent à Larbaà . En hiver, les pluies sont bien plus importantes à Larbaà qu'elles ne le sont en été. D'après Köppen et Geiger, le climat est classé Csa. [5]

**Tableau.2 Caractéristiques générales de station pluviométrique.**

Station	Code ANRH	Coordonnées Lambert		Altitude
		X	Y	
Larbaà	021403	541.15	362.95	100



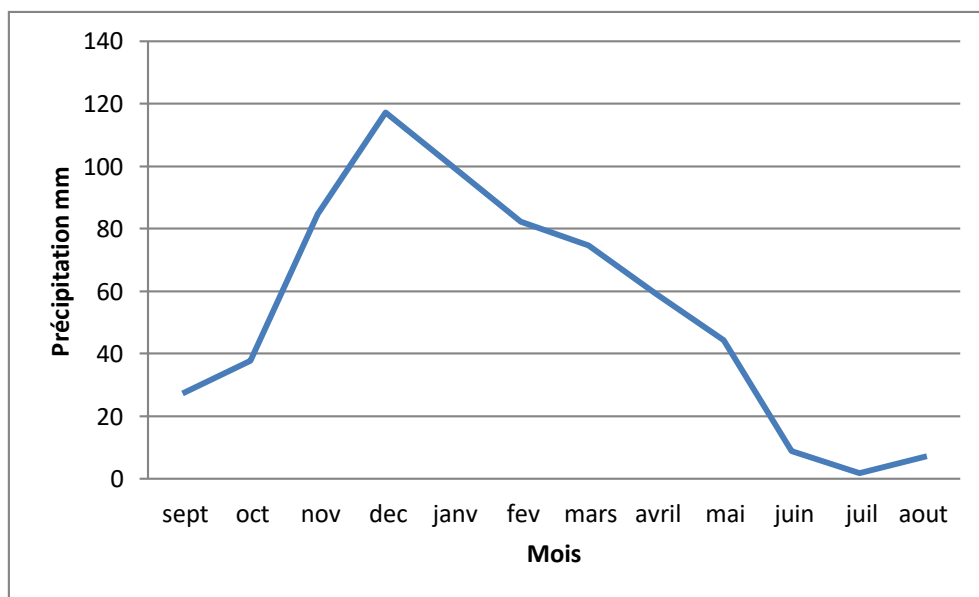
**I.7.1 Précipitation :**

**I.7.1.1 Précipitation mensuelles :**

Les précipitations sont très irrégulières d'une année à l'autre. Leur répartition au cours de l'année n'est pas homogène, elles dépendent de plusieurs facteurs qui sont la latitude et la continentalité. La pluviométrie moyenne annuelle pour la période (2000-2019) est de 646 mm. Le mois le plus pluvieux de l'année est le mois de Mars avec une moyenne de 117 mm. Les plus faibles précipitations sont enregistrées en mois de Juillet. [5]

**Tableau.3 : Variation Précipitation mensuelles**

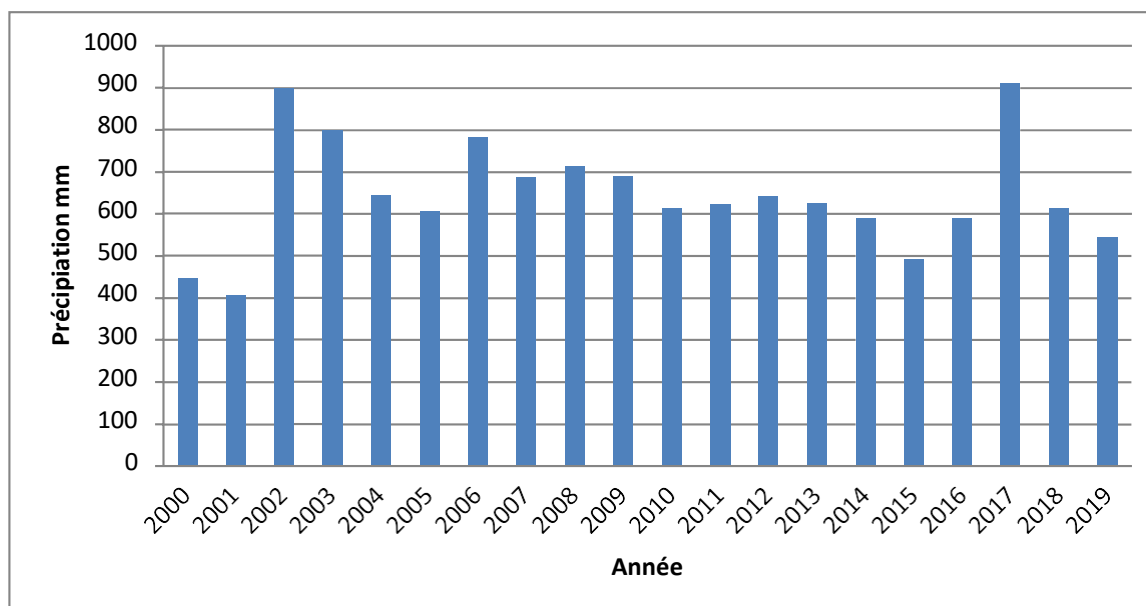
Mois	sept	oct	nov	dec	janv	fev	mars	avril	mai	juin	juil	aout	annuel
Précipitation (mm)	27,42	37,78	84,8	117,3	99,72	82,41	74,81	59,08	44,39	8,98	1,865	7,185	645,68



**Fig.05 : Variation des précipitations mensuelles**

**I.7.1.2 Précipitation annuelles :**

Les précipitations moyenne annuelle au niveau de la zone d'étude a connu une variation très remarquable durant les 20 dernières années, selon la figure 05 L'année 2017 est l'année la plus pluvieuse environs 911 mm et l'an 2001 et le mois pluvieux d'environ 406 mm. [5]



**Fig.06 : Variation des précipitations annuelles**

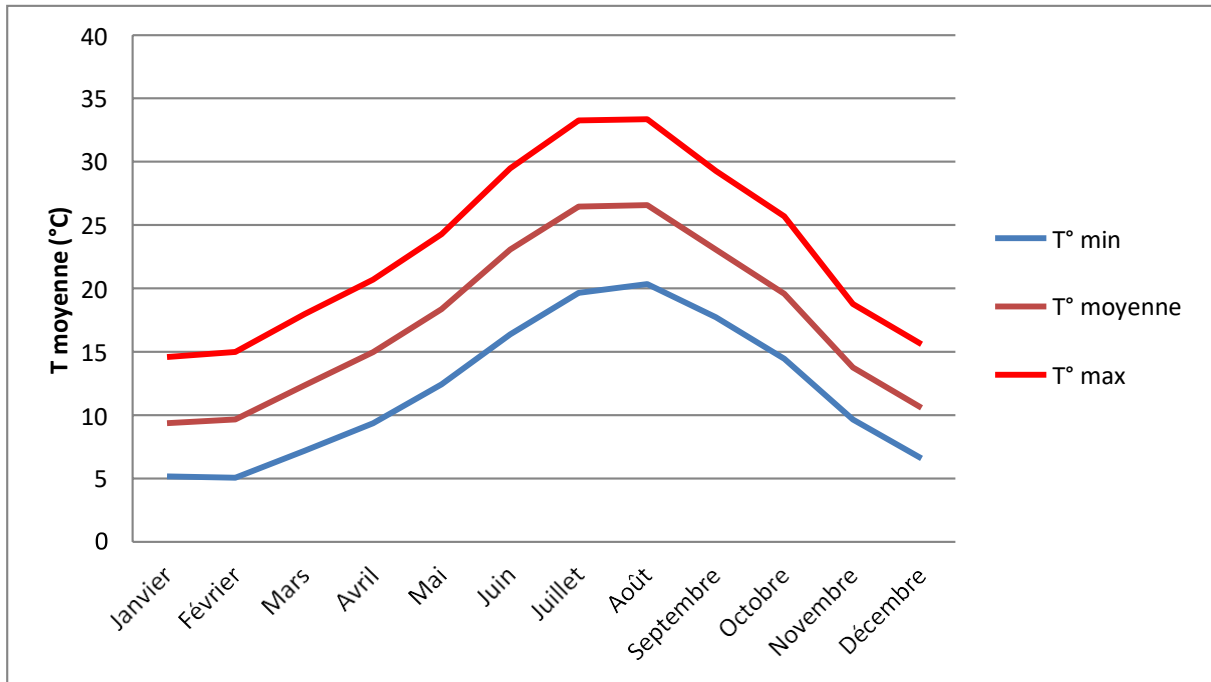
### I.7.1.3 Température :

Ce paramètre est un facteur très important dans l'évaluation du déficit d'écoulement, qui entre dans l'estimation du bilan hydrologique. Dans le cas de ce paramètre, les seules données obtenues dans le cadre de mon mémoire sont celles relevées au niveau de la station de Larbaà . Les températures ont été enregistrées entre 2000 et 2019. [5]

**Tableau 4 : Variation des Températures**

	JAN	FEV	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc
T° min	5	5	7	9	13	16	20	20	18	15	10	7
T° moyenne	9	10	12	15	18	23	27	27	23	20	14	11
T° max	15	15	18	21	24	30	33	33	29	26	19	16

Avec une température moyenne de 27 °C, le mois d'Aout est le plus chaud de l'année. Le mois le plus froid de l'année est celui de Janvier avec une température moyenne de 9°.



**Fig.07 : Variation des Températures**

**I.8 Population :**

D'après le recensement qui a été effectué par le service de l'APC de Larbâa en 2017, la commune était composée de 113000 habitants. Le calcul prévisionnel de la population future obéit à la relation :

$$P_n = P_0(1 + r)^n$$

*P<sub>0</sub>*: Population à l'année de référence

*P<sub>n</sub>*: Population future

*r* : taux démographique estimé à 3.4 %

*n* : nombre d'années

**Tableau 5 : calcul prévisionnel de la Population Future**

Horizon	2017	2020	2025	2030	2035	2040	2045
Population (hab)	113000	125000	147000	174000	206000	244000	288000

### **I.9 L'agriculture :**

Le relief plat et les conditions climatiques très favorables en font une excellente région agricole d'une superficie de 129000 ha. Cette dernière est considérée comme l'une des régions les plus fertiles d'Algérie, les sols sont homogènes et hautement fertiles (Ecrement, 1971).

### **I.10 L'industrie :**

La majorité des activités industrielles sont regroupées au Centre et à l'Est de la plaine (l'Arbaa, Rouiba, Blida, El-Harrach, Boufarik, ...) avec des pôles industriels de Rouiba et de Réghaia.

Les industries rencontrées dans la plaine sont :

- Mines et installation de traitement de minerais.
- Industries de transformation de fer et autres matériaux.
- Industries chimiques, des silicates d'alumines.
- Industries alimentaires.
- Industries transformatrices de résidus végétaux et animaux.
- Industries de transformation de combustibles.
- Industries de la cellulose et du papier...etc.

### **I.11 Assainissement :**

Le régime d'assainissement des eaux usées adopté, dans la zone est collectif et unitaire. Il semble de prime abord que toutes les habitations localisées dans la zone d'étude sont raccordées au réseau d'assainissement, ce taux de raccordement serait donc 100% dans la zone. Le volume d'eau usée rejetée sur la zone d'étude s'élève, à 6500 m<sup>3</sup>/j. Ce chiffre représente 2,4 millions de m<sup>3</sup>/an. Les eaux usées collectées dans la zone d'étude par les réseaux d'assainissement sont acheminées vers la station d'épuration de Réghaia.

### **I.12 Occupation du sol :**

La carte d'occupation du sol dans la zone d'étude a été constituée sur la base des données collectées sur terrain d'une part, et sur celles récupérées auprès des subdivisions agricoles. Deux zones urbaines principales sont observées au nord. L'agriculture constitue l'activité économique utilisant la plus grande superficie (72%) cumulée d'occupation du sol dans la zone d'étude.

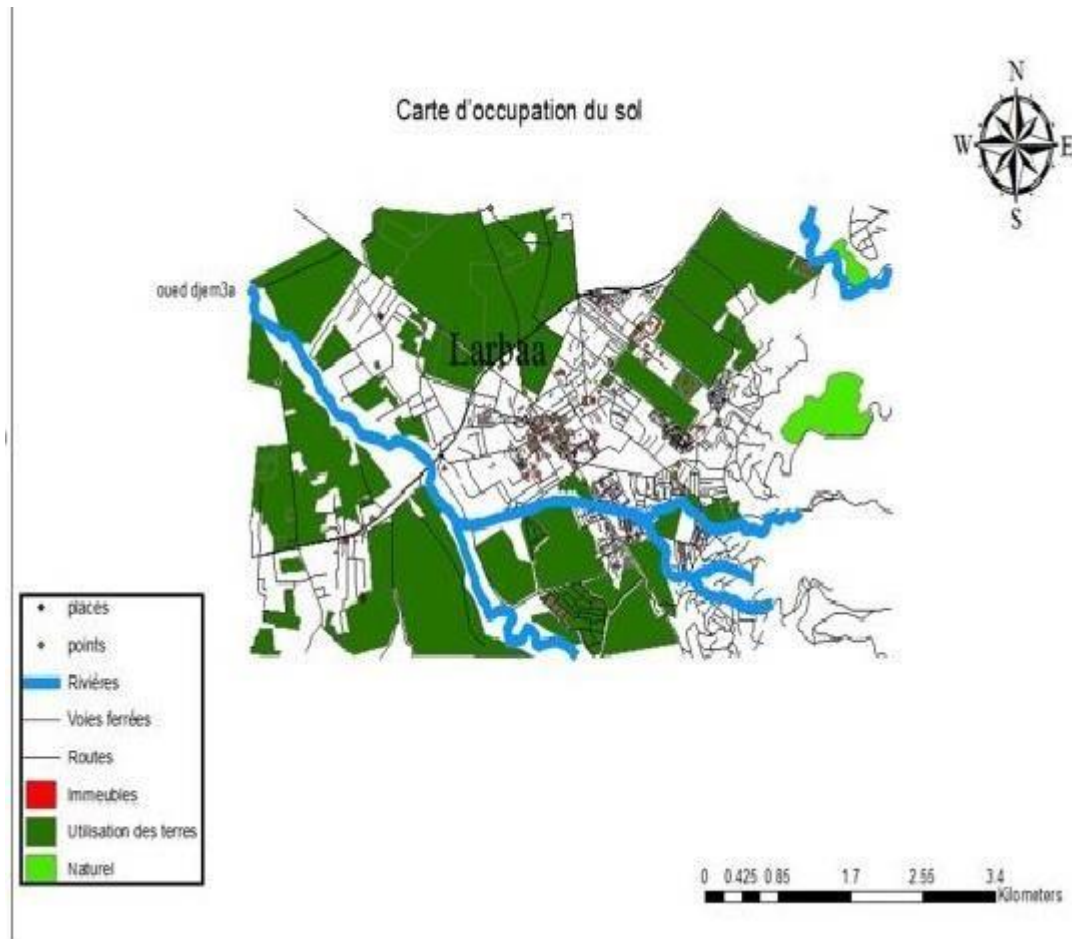
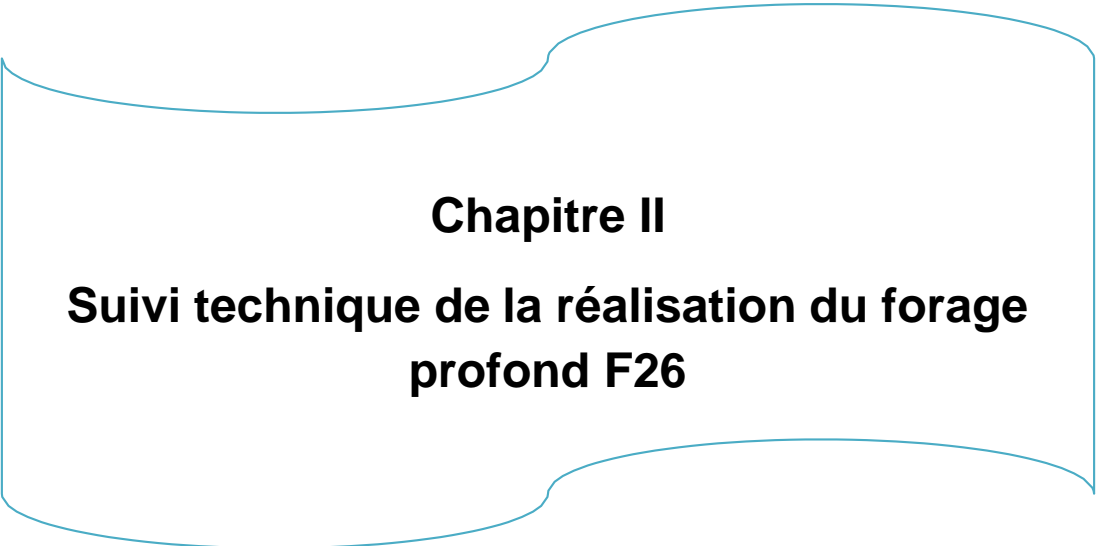


Fig.8 : Carte d'occupation de sol

### I.13 Conclusion :

La plaine de Mitidja est limitée au Nord par le bombement du Sahel où affleurent les terrains d'âge pliocène, et au Sud par l'Atlas Blidéen formé par des terrains d'âge Crétacé. Au niveau de la plaine de la Mitidja, on peut définir deux ensembles de réservoirs aquifères : L'Astien gréseux ou grésocalcaire et les alluvions du Quaternaire. La nappe alluvionnaire du Quaternaire est formée par des sables et graviers argileux, dont l'épaisseur variant entre 100 à 200m, avec un substratum argileux du Villafranchien. Elle montre un écoulement général des eaux souterraines du Sud vers le Nord, avec une alimentation directe par les précipitations efficaces, par les infiltrations des eaux superficielles des cours d'eau et par drainante à partir de l'aquifère Astien.



**Chapitre II**  
**Suivi technique de la réalisation du forage  
profond F26**

## II.1 Introduction :

Le forage est l'ensemble des opérations permettant le creusement de trous pour atteindre en sous-sol de nouvelles zones, dans ce chapitre, nous allons mentionner les étapes et les équipements qui ont été utilisés au cours de la réalisation du forage N°26 de Larbaa .

## II.2 Généralité sur les forages :

La réalisation des forages est un métier très ancien. Les Chinois déjà utilisaient les tiges du bambou pour forer à plusieurs centaines de mètres de profondeur, jusqu'au l'arrivé de Bernard Palissy inventeur de la sonde, et en fin les pétroliers qui ont tout dit sur le sujet. Le forage d'eau est une infrastructure inscrite aujourd'hui dans un cadre de développement durable, de gestion et de protection de la ressource. Elle est essentielle pour différentes activités ayant recours aux eaux souterraines : alimentation en eau potable,industrie, agriculture, etc. Un forage d'eau est une infrastructure complexe dont la qualité et la longévité dépendent des conditions de réalisation et des matériaux utilisés ainsi que des conditions d'exploitation et d'entretien .[6]

## II.3 Les Techniques de forage :

### II.3.1 Le havage :

Le havage consiste à creuser le terrain à la base du tubage en position verticale. Le tubage s'enfonce sous l'effet de son poids. Limité à des ouvrages très peu profonds.[7]



**Fig. 09 : la méthode de havage.**

### II.3.2 Le forage par battage

Le battage consiste à briser la roche en laissant régulièrement tomber un outil (le trépan).Ce procédé ancien est utilisé dans des formations « dures ». Un tubage

de travail est utilisé pour protéger les parois du terrain.[7]

### II.3.3 Le rotary

Il s'agit d'une méthode par rotation et broyage. Les déblais sont entraînés vers la surface par la circulation d'un fluide de forage (boue de forage) dans l'espace annulaire entre le terrain et le train de tige. [7]

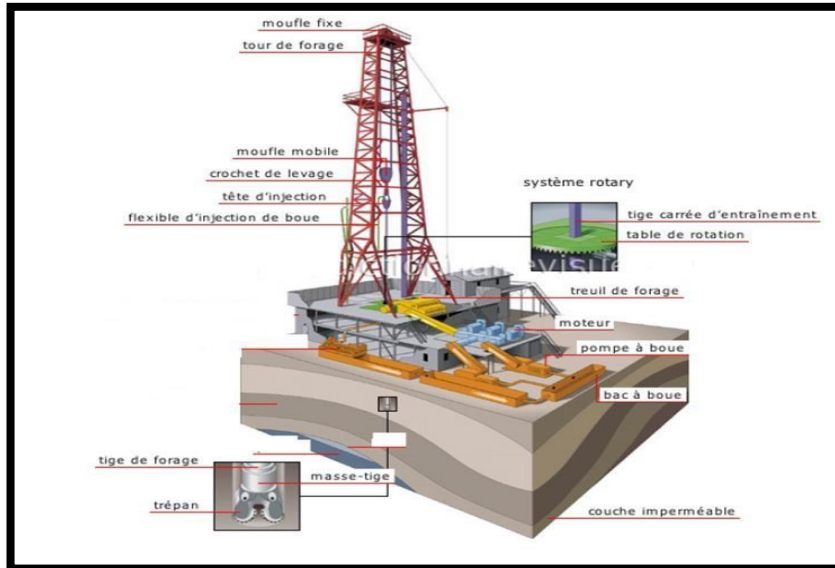


Fig.10 : machine de rotary.

### II.3.4 Le marteau fond de trou

Fonctionne à l'air comprimé par percussion d'un taillant. Il est utilisé en terrain dur et fissuré (roches cristallines, carbonatées, volcaniques,...).[7]

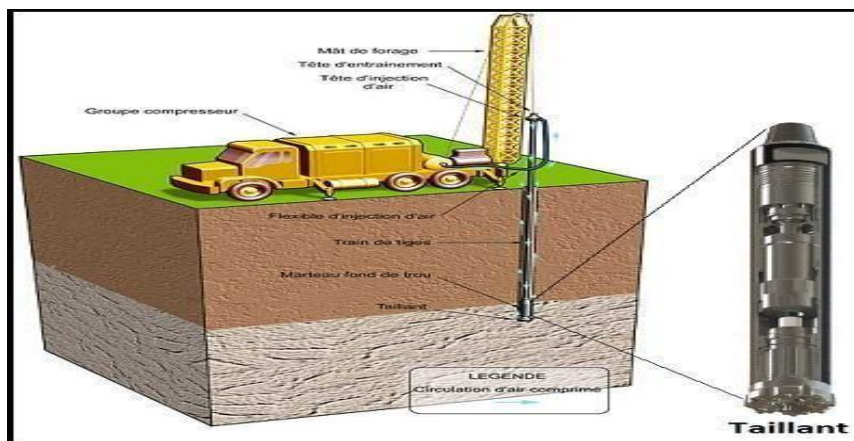


Fig.11 : méthode de MFT

### II.3.5 Le tubage à l'avancement

Il consiste à enfoncer un tube au fur et à mesure de l'avancement de la foration. L'association marteau fond de trou et tubage à l'avancement permet de conserver les avantages de la technique de forage dans des terrains instables.[7]



#### **II.4 Destination du forage :**

Le forage est destiné pour l'alimentation en eau potable et afin de renforcer la commune de larbaa .

**II.4.1 raisons climatique** :ces dernières années la région a connu une diminution de la quantité de précipitations quelle est la seule source de recharge des eaux souterraines dans notre région donc le niveau statique de la nappe descendre.

**II.4.2 raisons démographique** :ces dernières années la ville de larbaa connu une importante expansion à cause des projets de construction des nouvelle ville donc les besoins d'eau augmente.

**II.4.3 choix de la méthode de forage** : Le choix d'une technique de forage se fait sur :

- la nature de terrain ;
- son teneur en eau ;
- l'avancement de l'outil de forage ;
- l'endroit du forage.

La méthode utilisée pour réaliser ce forage c'est Rotary, cette méthode est largement utilisée par les foreurs, car elle est adaptée à la géologie de sol sédimentaire qui caractérise la région.

**II.5 principe de la méthode de rotary** : Un train de tiges terminé par un outil tricône est actionné par une table de rotation grâce à une tige carrée coulissante. La pression sur l'outil est exercée par le poids du train de tiges et celle d'une masse - tige placée eu dessus de l'outil. Une pompe envoie sous pression la boue de forage à travers le train de tiges.[8]

#### **II.5.1 boue de forage :**

La méthode rotary utilise un liquide de circulation s'appelle la bentonite

La bentonite : c'est une argile en poudre qu'il faut doser entre 15 et 30kg par m3 d'eau.[8]

Le rôle de la bentonite est multiple :

- Remonter en surface les déblais depuis le fond du trou.
- Refroidir l'outil de forage (tricône).
- Faciliter le travail de l'outil sur la roche.

## **II.5.2 description de la machine :**

Il existe deux types de procédés de forage rotary :

- 1-Foreuse à table de rotation.
- 2-Foreuse à tête de rotation

### **II 5.2.1 Foreuse à table de rotation :**

L'appareil de forage rotatif à entraînement à table de rotation applique le mouvement rotatif au trépan à travers une table de rotation fixe située au pied du mat conjointement avec la barre de commande qui s'appelle (KELLY) ou (tige carré).[9]

### **II.5.2.2 Foreuse à tête de rotation :**

L'appareil de forage à tête rotative fournit une rotation par une tête rotative qui monte et descend le mât.[9]

## **II.5.3 Les organes de la machine :**

### **II.5.3.1 Le mât :**

Permet la manœuvre de remontée et de descente du train de sonde, les stockages des tiges après la remontée de l'outil si le mât est muni d'une passerelle d'accrochage, il permet aussi la descente de la colonne de tubage, les dimensions d'un mat dépendent de la profondeur à atteindre de la capacité maximale au crochet, de la capacité de stockages des tiges et sa résistances aux vents. L'axe de symétrie du mat doit être toujours dans le prolongement de l'axe du puits .Pour les forages hydrauliques, on utilise des mats télescopiques à vérins hydraulique pour faciliter le déménagement, le mât peut être haubané avec des câbles pour augmenter sa stabilitécontre les vents.[9].



**Fig .12 : Le mat de l'appareil forage (forage de Iarbàa)**

**II.5.3.2 Moufle fixe :** Ou crown block, composé d'une série de poulies montées généralement sur un même axe, ces tournent librement et indépendamment autour de cet axe, leur nombre est supérieur d'une unité à la moitié du nombre de brins du mouflage maximal, le moufle fixe est monté sur un bâti qui est lui-même posé et fixé sur la petite base.[9]

**II.5.3.3 Moufle mobile :**

Ou traveling block, composé d'une série de poulies montées sur un même axe. Ces tournent librement autour de cet axe, leur nombre est égale à la moitié du nombre de brins du mouflage maximal, l'ensemble des poulies est enformé dans un carter de tôle rigide. Des fenêtres faites dans ce carter permettent le passage des brins de mouflage et empêchent le câble de sortir hors des poulies.[9]



**Fig.13 : moufle fixe**



**Fig.14 : moufle mobile**

#### **II.5.3.4 Tête d'injection :**

Support le train de sonde, permet l'injection de la boue à travers ce dernier soit en rotation ou non et joue le rôle de palier entre le train de sonde et le moufle mobil. [9].



**Fig.15 : tête d'injection**

#### **II.5.3.5 Table de rotation :**

Pour faire tourner l'outil, on visse au sommet des tiges, de forme cylindrique, une autre de section carrée ou hexagonale, appelée tige d'entraînement [Kelly], et on l'introduit dans un moyeu appelé table de rotation [rotary table]. Sur cette table est placé un carré d'entraînement, qui comporte des rouleaux épousant la forme de la tige d'entraînement.

Ce carré est entraîné par la table de rotation, Il permet de transmettre le mouvement de rotation de la table à la tige d'entraînement, ainsi que sa translation sans risquer de se frotter sur les côtés et s'user. Cette table sert, aussi au calage de la garniture de forage lors de sa manœuvre dans le puits.[9]



**Fig.16 : table de rotation (forage F26).**

#### **II.5.3.6 Pompes à boue :**

C'est organe qui aspire et refoule la boue sous pression à l'intérieur de trou de forage, le contenu dans les bassins. Ces pompes peuvent fournir des débits importants. (>300l/mn) et à des pressions (>300Kgf/cm<sup>2</sup>).[9]



**Fig.17 : Pompe de boue larbaa**

#### **II.5.3.7 Treuil :**

C'est organe assurant la transmission de la puissance adéquate à partir des moteurs pour permettre le levage à des vitesses différentes.[9]



**Fig.18 : treuil**

#### **II.5.3.8. Mouflage :**

C'est le moyen de démultiplication le plus répandu et le plus simple pour lever de lourdes charges.[8]

#### **II.5.3.9 Câble du forage :**

Utilisé dans les manœuvres du train de sonde et le soutien des charges. L'élément de basse est le fil d'acier à haute résistance, plusieurs fils torsadés et assemblés en tresse forment un toron. Plusieurs torons (en générale 06) enroulés en hélice autour d'une âme centrale forment un câble.[8]

#### **II.5.4 Train de sondes :**

**II.5.4.1 La tige d'entraînement (Kelly) :** La tige d'entraînement elle assure la liaison entre la garniture de forage et la tête d'injection et communique le mouvement de rotation de la table à la garniture de forage par l'intermédiaire du carré d'entraînement. [9]





**Fig.19 : Tige d'entraînement (forage de larbàa)**

#### **II.5.4.2 Les tiges**

Les tiges de forage permettent la transmission de la rotation de la table à l'outil et le passage du fluide de forage jusqu'à ce dernier.[9]



**Fig.20 : les tiges du forage.**

#### **II.5.4.3 Les masse-tiges :**

Les masse-tiges permettent de :

Mettre du poids sur l'outil pour éviter de faire travailler les tiges de forage en compression. Le poids utilisable des masse-tiges ne devra pas excéder 80% de leur poids total dans la boue.

Jouer le rôle du plomb du fil à plomb pour forer un trou aussi droit et vertical que possible.[9]



Fig.21 : la masse tige

#### II.5.4.4 Outil de forage :

Les outils de forage ont évolué au cours du temps pour répondre aux problèmes techniques du forage qui deviennent de plus en plus complexes. Toutes ces évolutions ont eu pour but d'augmenter la vitesse d'avancement et la durée de vie des outils, et donc de réduire le coût du forage.[9]

### II.6 Opération de forage :

#### II.6.1 installation du chantier de forage :

L'organisation de chantier de forage hydraulique soit faite d'une manière qui permet au foreur d'intervenir rapidement en cas de problème. Les précautions à prendre doivent conduire à déterminer :

II.6.1.1 Un périmètre de sécurité autour du chantier.

II.6.1.2 Un accès pour les véhicules.

II.6.1.3 Un approvisionnement en eau (citernes).

II.6.1.4 Un accès facile pour le remplissage des fosses.

II.6.1.5 Un endroit sec pour la rédaction.

L'emplacement de l'appareil de forage et pompe a bous

#### II.6.2 Matérielle utiliser pour le fonçage de forage :

II.6.2.1 Les moyens humains : Chef de chantier, Chef de poste, Sondeur, Accrocheur, Ouvrier de plancher, Mécanicien, Chauffeur, Cuisinier



**II.6.2.2 Les moyens matériels :** Les moyens matériels mis à la disposition du chantier comprennent :

- ✓ La foreuse
- ✓ Les accessoires (tiges, masses tiges outils, clés à chaînes, clés huit cent, porte outil,raccord etc. )
- ✓ L'équipement de test (tube d'eau et tube d'air, flexible et vanne)
- ✓ Cistern d'eau.

**II.6.2.3 Stocks des matériaux :**

Bentonite, Ciment, Gravier, Eau.



**Fig.22 : bentonite**



**Fig.23 : gravier et les tubes**

**II.7 Opération de formation**

**II.7.1 les bassins de boue :**

Le dimensionnement des fosses à boue se fait en fonction de la profondeur du forage à réaliser

Une méthode approximative de dimensionnement est avancée par Eric Drouart et Jean Michel: Le volume total des fosses = 3 x volume du forage.[10]

### II.7.1.1 Le premier bassin : (bassin de décantation)

Il facilite la sédimentation amorcée dans le canal. Son volume est de 10 m<sup>3</sup>. (2.5 x 2x 2 m). Le second canal doit être décalé de l'axe du premier afin de former une chicane qui ralentie flux et favorise la décantation.[11]

### II.7.1.2 Le second bassin : (bassin d'aspiration)

C'est une réserve où est pompée la boue pour être injectée dans le train de tige. Son volume est environ de 10 m<sup>3</sup>. Les bassins sont régulièrement curés et nettoyés des sédiments déposés en cours de forage.[11]

**II.7.2 Boue de forage :** C'est une argile en poudre dosée entre 15 et 30 kg par m<sup>3</sup> d'eau de densité 2.6. [12]

#### II.7.2.1 Le rôle de la boue :

Le rôle de la boue de bentonite consiste en ce qui suit :

- Stabilise les parois du tunnel de forage
- Transporte les particules de forage
- Suspend les particules pour une meilleure évacuation
- Lubrifie la tige (tube) de forage, la tête de forage et l'aléreur.
- Lubrifie le tube à installer.
- Optimise la performance des équipements
- Facilite la circulation à l'intérieur du train de tige
- Refroidie l'outil lors du fonçage [12]

### II.7.3 Opération de reconnaissance :

**II.7.3.1 Forage de reconnaissance :** Les forages de reconnaissances sont des puits de petit diamètre de l'ordre de (8"1/2 ou 12"1/4); dont leur réalisation et équipement est similaires à ceux des forages d'exploitation.

Les forages de reconnaissance permettent de vérifier les hypothèses émises et apportent des informations indispensables (investigation, mesures et essais, prélèvement d'échantillons d'eau et de sol, observations périodiques) comme ils permettent d'effectuer des diagraphies et des essais de pompage.

Dans notre site le Forage de reconnaissance a été réalisé par un outil de 12",

et réalisé par l'entreprise FOREMHYD SPA, avec un appareil de type felling T1500.

#### II.7.4 Prélèvement des échantillons :

La circulation de la boue permet de fournir des échantillons broyés à la surface. Au moment de la description, il faudra tenir compte que ces échantillons contiennent une forte proportion de la boue de circulation ; il est toujours préférable de prendre plusieurs d'échantillons (3à 4).[13]

Pour cela, il faut :

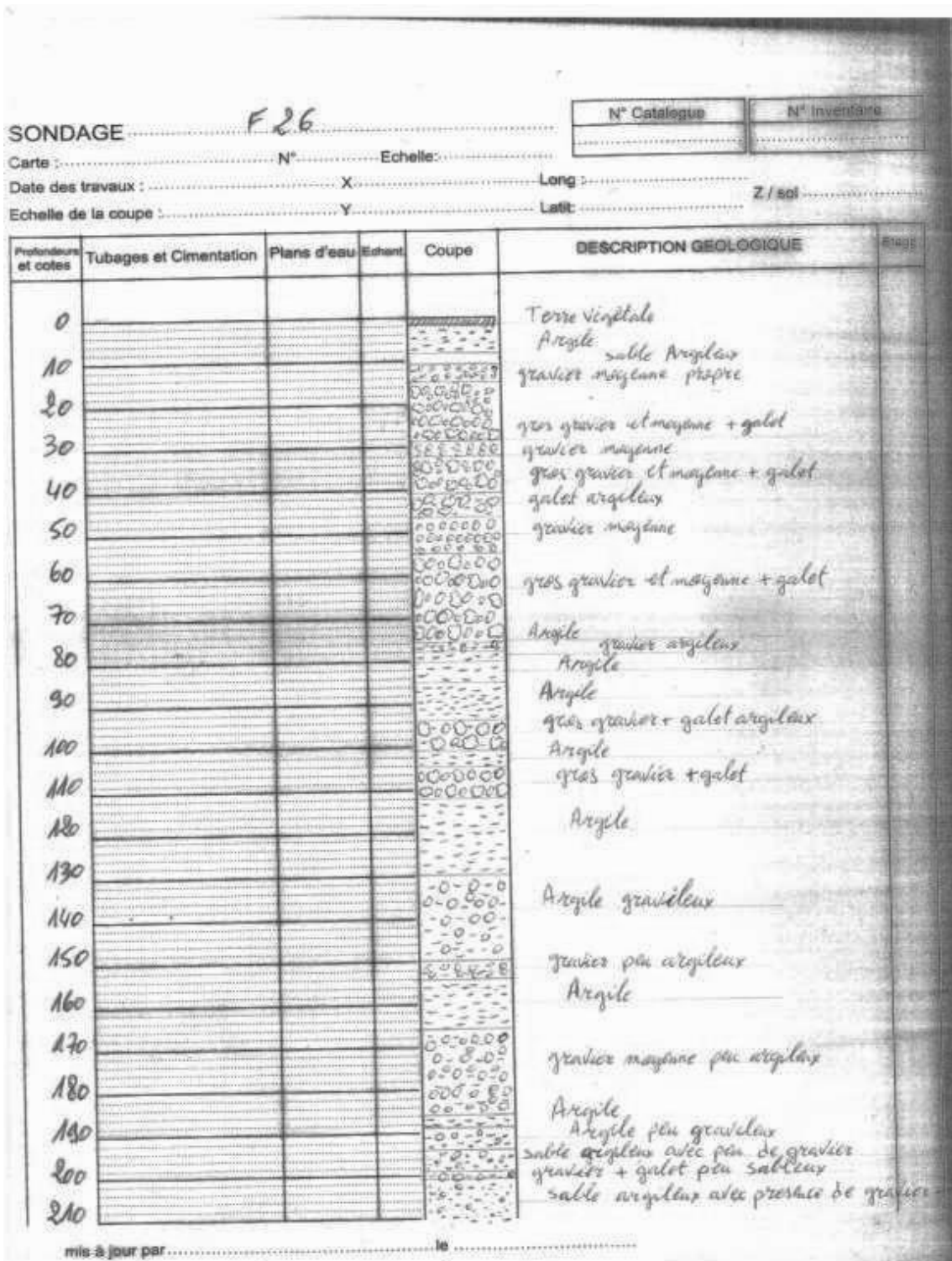
- Prendre un échantillon dès que l'on rencontre une formation aquifère.
- Prendre un échantillon chaque fois qu'apparait un changement de terrain.
- Dans les autres cas, prendre un échantillon tous les 2 mètres environ.

Les cutting (échantillon) prisent mètre par mètre, nettoyé et séchés, puis ils sont mis dans des petites sachées étiquetés selon leur profondeur de prélèvement, puis acheminés vers l'ingénieur hydrogéologue de l'administration.



**Fig. 24 : cutting de F26**

La description des cutting a permet d'établir la coupe ou log lithologique du forage représenté par la figure suivante :





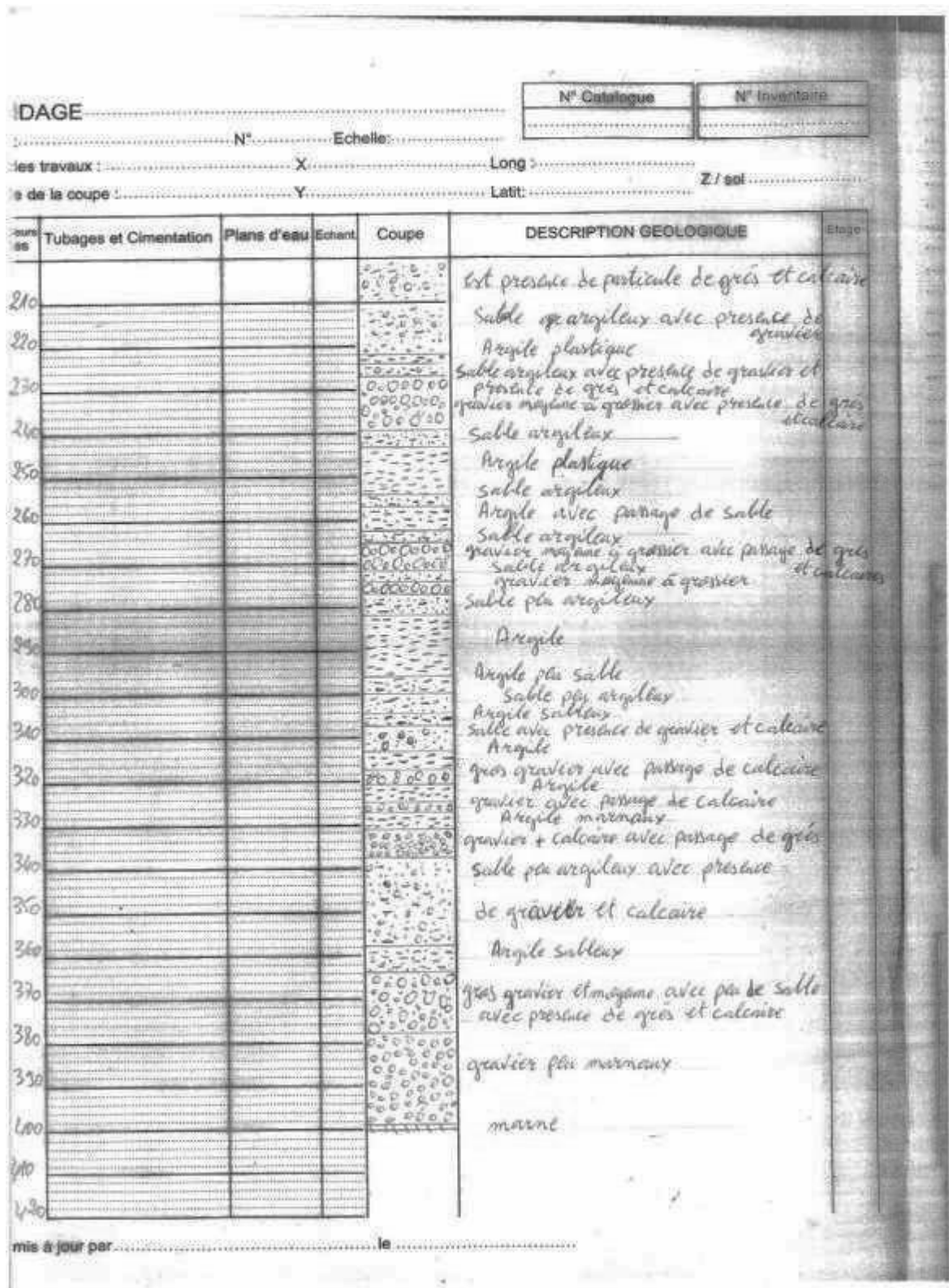


Fig. 25 : la coupe lithologique.

### II.7.5 Enregistrement et interprétation des diagraphies

La diagraphie est une technique géophysique mise en œuvre à l'intérieur d'un forage de faible diamètre. Elle sert à mesurer en place les paramètres physiques du terrain, avec la meilleure résolution verticale possible (résistivité, radioactivité, vitesse de son) ou des paramètres géométrique tels que le diamètre intérieur du trou et l'épaisseur des dépôts de la boue (cake). Elle consiste à descendre une sonde électrique à l'intérieur du forage avec un enregistrement en surface par l'intermédiaire d'un appareillage bien spécifique.

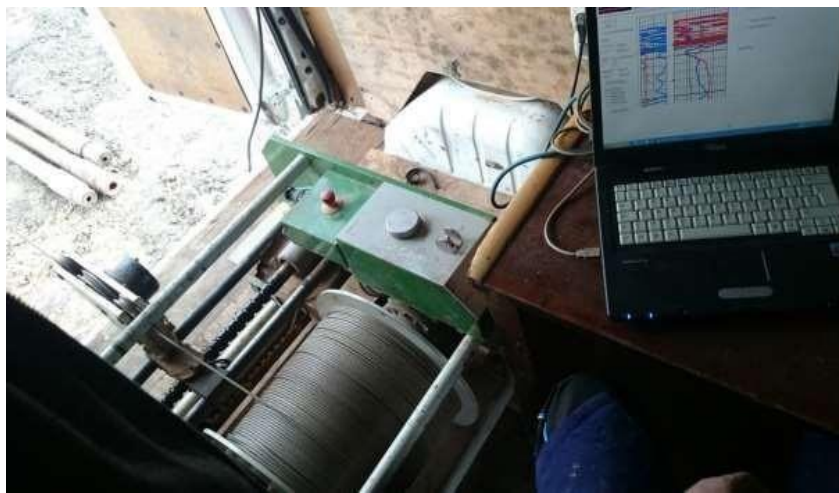


Fig. 26 : Appareil de la diagraphie utilisé

Les enregistrements effectués dans notre forage de l'arbàa sont :

- ✓ Polarization spontanée
- ✓ Les Résistivités électriques : PN 16" - GN 64"
- ✓ Diameter (Caliper)
- ✓ Gamma-ray

L'interprétation de ces enregistrements, joints en **annexe**, a permis de distinguer des niveaux perméables et des niveaux imperméables. Cette distinction a été possible suite à l'examen de l'allure des courbes de gamma-ray et de la PS qui ont permis de situer les niveaux argileux. L'enregistrement des résistivités permet d'apprécier la qualité lithologique des niveaux aquifères, l'interprétation de cet enregistrement permet d'établir le tableau suivant :

**Tableau05:Interprétation de l'enregistrement des diagraphies(Résistivité et PS)**

Profondeur (m)	Perméabilité	La Résistivité(Ohm. m)	
		16N	64N
0-15			
15-18	Perméable	68	92
18-23	Imperméable	22	35
23-26	Perméable	64	65
26-29	Imperméable	24	50
29-39	Perméable	72	70
39-50	Imperméable	19	33
50-54	Perméable	43	45
54-59	Imperméable	15	33
59-62	Perméable	40	41
62-69	Imperméable	17	25
69-74	Perméable	45	43
74-83	Imperméable	15	24
83-86	Perméable	44	38
86-93	Imperméable	14	22
93-101	Semi-perméable	46	34
101-104	Imperméable	16	39
104-113	Perméable	52	47
113-145	Imperméable	14	19
145-150	Semi-perméable	41	32
150-166	Imperméable	13	17
166-173	Perméable	43	36
173-196	Imperméable	14	16
196-201	Semi-perméable	46	36
201-204	Semi- Imperméable	13	25
204-207	Semi-perméable	44	33
207-227	Imperméable	10	16
227-233	Perméable	52	44
233-262	Imperméable	11	15
262-266	Perméable	51	34
266-271	Imperméable	12	16
271-276	Semi-perméable	50	31
276-300	Imperméable	07	10
300-305	Semi-perméable	36	20
305-312	Imperméable	09	14
312-316	Semi-perméable	51	23
316-331	Imperméable	06	07
331-337	Semi-perméable	65	17

### II.8 Opération d'élargissage :

L'analyse des cuttings aussi que l'interprétation des enregistrements de diagraphie du forage de reconnaissance de 402m de profondeur, nous a permis de constater que le toit du substratum marneux du plaisancien atteint à la cote 402m.[10]

Suit à ces résultats nous recommandons ce qui suit :

- ✓ Elargissage du forage en 17" jusqu'au 392m.
- ✓ Rélargissage en 19" jusqu'à la cote 248m.

### II.9 Programme d'équipement :

#### II.9.1 Introduction :

L'examen de l'enregistrement diagraphie et des cuttings à permis d'établir un programme d'équipement du forage.[11]

**II.9.2 Plan du tubage :** Le Plan de tubage du forage de l'arbaa et mise en place par deux colonnes de captage en inox de  $12^{3/4}$  □ et  $9^{5/8}$  □, avec une réduction entre les deux tubages du 248m à 249m.

#### II.9.3 Type de crépine utilisé :

Les crépines utilisé et de type Johnson à ouverture horizontale continue sur toute la longueur de la crépine **slot 20**, obtenue par enroulement en hélice d'un « fil enveloppe profile » soudé sur des génératrices métallique verticales.



**Fig 27 : Crépines de Johnson (forage de l'arbaa)**



Le programme proposé et exécuté par la Direction des Ressources en Eau de la wilaya de Blida a été réalisé comme suit :

00 à 80 m tube plein 12 <sup>3/4</sup>	260 à 278 m tube crépine 9 <sup>5/8</sup>
80 à 86 m tube crépine 12 <sup>3/4</sup>	278 à 284 m tube plein 9 <sup>5/8</sup>
86 à 92 m tube plein 12 <sup>3/4</sup>	284 à 290 m tube crépine 9 <sup>5/8</sup>
92 à 98 m tube crépine 12 <sup>3/4</sup>	290 à 296 m tube plein 9 <sup>5/8</sup>
98 à 104 m tube plein 12 <sup>3/4</sup>	296 à 320 m tube crépine 9 <sup>5/8</sup>
104 à 116 m tube crépine 12 <sup>3/4</sup>	320 à 332 m tube plein 9 <sup>5/8</sup>
116 à 134 m tube plein 12 <sup>3/4</sup>	332 à 350 m tube crépine 9 <sup>5/8</sup>
134 à 152 m tube crépine 12 <sup>3/4</sup>	350 à 356 m tube plein 9 <sup>5/8</sup>
152 à 164 m tube plein 12 <sup>3/4</sup>	356 à 368 m tube crépine 9 <sup>5/8</sup>
164 à 182 m tube crépine 12 <sup>3/4</sup>	368 à 374 m tube plein 9 <sup>5/8</sup>
182 à 188 m tube plein 12 <sup>3/4</sup>	374 à 386 m tube crépine 9 <sup>5/8</sup>
188 à 206 m tube crépine 12 <sup>3/4</sup>	386 à 392m tube plein avec sabot
de décantation206 à 212 m tube plein 12 <sup>3/4</sup>	
212 à 218 m tube crépine 12 <sup>3/4</sup>	
218 à 224 m tube plein 12 <sup>3/4</sup>	
224 à 242 m tube crépine 12 <sup>3/4</sup>	
242 à 260 m tube plein	
(242à248 12 <sup>3/4</sup> ) avec réduction à 9 <sup>5/8</sup> à partir de la cote 248 à 249m	

**II.10 Massif filtrant :** Le Massif filtrant injecté dans l'espace annulaire entre le trou du forage et le tubage est un gravier additionel d'une taille de 2 à 4mm la nature de ce gravier est arrondi, siliceux calibretamisé et bien lavé.[12]

Calculer le volume de gravier :

$$V=V1+V2+V3+V4$$

$$V=0.8*\{[(0,3048)^2*10]+[(0,4445)^2-(0,244475)^2]*248+$$

$$[(0,4826)^2-(0,32385)^2]*143+[(0,6604)^2-(0,508)^2*15]\} = 44,88 \text{ m}^3.$$

**Avec:**

**V1** : Volume du trou au dessous du sabot.

**V2** : Volume de l'annulaire entre le trou réalisé **17''<sup>1/2</sup>** et (Crépine +Tube plein) **9''<sup>5/8</sup>**.

**V3** : Volume de l'annulaire entre le trou réalisé **19''** et (Crépine +Tube plein) **12''<sup>3/4</sup>**.

**V4** : Volume de l'annulaire entre **26''** et tubage **20''**.

**Avec :**

Pour 1 pouce = 0,0254m.

**D= 26''** de  $\varnothing= 0,6604\text{m} = 660,4 \text{ mm}$

**D= 19''** de  $\varnothing= 0,4826\text{m} = 482,6 \text{ mm}$

**D= 17<sup>1/2</sup>''** de  $\varnothing= 0,4445\text{m} = 444,5 \text{ mm}$

**D= 12''** de  $\varnothing=0,3048\text{m} = 304,8\text{mm}$

**d= 20''** de  $\varnothing= 0,508\text{m} = 508 \text{ mm}$

**d= 12<sup>3/4</sup>''** de  $\varnothing= 0,32385\text{m} = 323,85 \text{ mm}$

**d= 9<sup>5/8</sup>''** de  $\varnothing= 0,244475\text{m} = 244,475 \text{ mm}$

**II.11 opération de développement de forage de f26 :**

Le développement à été effectuée à l'air lift avec un compresseur d'air de 24 Bar, et exécutesuivant les cinq paliers suivants du haut vers le bas :[11]

**1<sup>er</sup>Palier :**

Tube d'eau : 117 m.

Tube d'air : 113 m

**2<sup>eme</sup>Palier :**

Tube d'eau : 183 m.

Tube d'air : 180 m

**3<sup>eme</sup>Palier :**

Tube d'eau : 243 m.

Tube d'air : 240 m

**4<sup>eme</sup>Palier :**

Tube d'eau : 321 m.

Tube d'air : 318 m

**5<sup>eme</sup>Palier :** Tube d'eau : 387 m. Tube d'air : 383 m

La procédure de cette opération s'est effectuée suivant les étapes suivantes :

- ✓ Nettoyage du trou à l'air lift pendant **40 h.**

✓ Injection de **400 kg** de l'hexamétaphosphate en deux phases, avec une attente effet de **24 heures** et poursuite du pompage à l'air pendant **8 h** et injectez la quantité de la deuxième phase avec une attente effet de **24 h** et poursuite du pompage à l'air jusqu'à l'obtention d'une eau claire.

Cette opération s'est faite aussi en alterna des phases de pompage et de gonflage (**barbotage**).[10]

**Note** : après l'opération de développement il a été remarqué que l'eau a une mauvaise couleur donc ils ont pris un échantillon pour faire des analyses physico-chimiques. Il s'est obtenu les résultats suivants :

Tableau 07 : Ficher d'analyse

Paramètres Organoleptiques	Unité	Résultat	N.A (E.B)		Minéralisation Globale	Unité	Résultat	N.A (E.B)	
			SURF	SOUT				SURF	SOUT
Couleur	mg/l Echelle Pt	--	200	20	Calcium (Ca <sup>++</sup> )	mg/l	189.31	--	--
Odeur à 25 °C	-	--	20	3	Magnésium (Mg <sup>++</sup> )	mg/l	28.11	--	--
Paramètres Physico-Chimiques	Unité	Résultat	N.A (E.B)		Dureté totale (TH)	mg/l CaCO <sub>3</sub>	590.7	--	--
			SURF	SOUT					
Concentration en ions hydrogène	Unité pH	7.58	≥ 6,5 et ≤ 9		Sodium (Na <sup>+</sup> )	mg/l	--	--	--
Conductivité à 25°C	µS/cm	9410	2800		Potassium (K <sup>+</sup> )	mg/l	--	--	--
Température	°C	15.6	25		Chlorures (Cl <sup>-</sup> )	mg/l	3088.6	600	500
Turbidité	NTU	8.36	--		Sulfates (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	mg/l	63.57	400	400
Oxygène dissous	mg/l	--	30	>70	Nitrates (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/l	31.8	50	50
Matières en suspension	mg/l	--	25	25	Bicarbonates (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/l	317.2	--	--
Taux De Salinité (TDS)	mg/l	--	--		Titre Alcalimétrique Complet (TAC)	mg/l CaCO <sub>3</sub>	317.2	--	--
Paramètres de pollution	Unité	Résultat	N.A (E.B)		Paramètres Indésirables	Unité	Résultat	N.A (E.B)	
			SURF	SOUT				SURF	SOUT
Ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	mg/l	<0.01	4	0.5	Fer	mg/l	0.13	1	0.3
Nitrites (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	mg/l	<0.01	--	--	Manganese	mg/l	--	1	0.05
Phosphore (P)	mg/l	<0.01	10	5	Paramètres ioniques	Unité	Résultat	N.A (E.B)	
Matières Organiques	mg/l	--	--					SURF	SOUT
Demande Biochimique en Oxygène (DBO <sub>5</sub> )	mg/l O <sub>2</sub>	--	7	< 3	Fluorures (F <sup>-</sup> )	mg/l	--	2	1,5
Demande Chimique en Oxygène (DCO)	mg/l O <sub>2</sub>	--	30	--	Cyanures (CN <sup>-</sup> )	µg/l	--	100	50
Azote Total Kjeldhal (NTK)	mg/l	--	3	1	Bromures (Br <sup>-</sup> )	mg/l	--	--	--
Paramètres Bactériologiques	Unité	Résultat	N.A (E.B)		Iodures (I <sup>-</sup> )	mg/l	--	--	--
			SURF	SOUT					
Coliformes totaux	/	/	/		Sulfure d'hydrogène (H <sub>2</sub> S)	mg/l	--	--	--
Escherichia Coli	n/100 ml	/	20.000	20					
Entérocoques	n/100 ml	--	10.000	20					
Observation									

**II.12 Conclusion :**

Que la qualité ne correspondant pas aux norme admise a partir de l'analyse hydrochimique on va essayer d'interpréter et discuter l'origine de la salinité et des ions chlorures.

## Chapitre III :

Discussion et interprétation de résultats  
hydrochimiques

### III.1. Introduction :

Afin d'examiner la qualité des eaux du forage F26 profond de 400 m, nous discuterons dans ce chapitre les résultats des analyses chimiques ainsi que les données piézométriques réalisés sur une deuze forages et certains situés près de celui-ci. Aussi nous exposerons :

- Interprétation des cartes piézométriques à l'échelle du Forage F26 ;
- L'analyse hydrochimique des paramètres chimiques.

#### III.1.1. la base des données :

L'opération consiste à identifier, décrire, localiser, trier et structurer les données relatives à la zone d'étude. Pour mener à bien cette tâche, d'importants efforts ont été déployés. Ceci a permis de recueillir diverses informations et documentations des différents organismes :

- Algérienne Des Eaux ;
- Agence Nationale des Ressources Hydrauliques Blida.
- Direction Des Ressources En Eaux.

Les données recueillies sont :

- fichiers de forages avec leurs analyses physico- chimiques et débits mensuels et Annuels ;
- fichiers de piézomètre avec leurs niveaux statiques ;
- données géologiques et hydrogéologiques du site d'étude ;
- carte géologique, carte hydrogéologique et carte d'occupation du sol.

#### III.1.2 Analyse de données :

L'analyse des données consiste à déterminer les documents et les données qu'on doit retenir afin d'établir des analyses hydrodynamiques et hydro-chimiques. Parmi les problèmes rencontrés lors de l'analyse des données, on peut citer :

- absence des analyses physico- chimiques de certains forages ;
- absence des niveaux statiques dans certains piézomètres ;
- absence des dates de prélèvement.

### III.1.3. Création de la base de données :

Les données telles qu'elles sont recueillies durant l'inventaire les analyses ne peuvent être insérées 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.

Les données associées sont organisées sous forme de tables. Les attributs sont Introduits champ par champ selon la nature du critère à intégrer (qualitatif ; caractère Ou quantitatif ; entier, flottant, virgule fixe...).

	1	292	F1 Ben dali Ali	279 0902	3,135225	36,56521944	88	7				DRE
	2	293	F5 Ben dali Ali	280 0902	3,132727778	36,56721111	85	6				DRE
	3	294	F6 Baouni	281 0902	3,141775	36,58733056	72	10				DRE
	4	295	F7 Bis Baouni	282 0902	3,143952778	36,590775	70	8				DRE
	5	296	F20 Larebaa	283 0902	3,137183333	36,59058333	67	10		2 014		DRE
	6	297	F8 Bel Aouadi	284 0902	3,134744444	36,58100556	75	6		2 012		DRE
	7	298	F9 Baouni	285 0902	3,141022222	36,59138056	69	10				DRE
	8	299	F10 Ben dali Ali	286 0902	3,136594444	36,57206944	82	8	2006	2 006		DRE
	9	300	F11 Bis	287 0902	3,126025	36,57525278	78	12				DRE
	10	301	F12	288 0902	2,124388889	36,57951667	74	10				DRE
	11	302	F13 Sidi Alal	289 0902	3,132302778	36,58311111	72	10				DRE
	12	303	F14	290 0902	3,124411111	36,57948056	74	8		2 012		APC
	13	304	F Saharaoui	291 0902	3,171986111	36,60701389	54	10				DRE
	14	305	F MOSQUE	292 0902	3,139858333	36,57033333	88	5				DRE
	15	306	F7 Saharaoui	293 0902	3,177425	36,60706667	54	9				APC
	16	307	F1 Bis Makhefi	294 0902	3,181094444	36,63815278	37	10		2 006		DRE
	17	308	F15 Ben Dali	295 0902	3,119358333	36,58335556	71	11		2 016		APC
	18	309	F21	296 0902	3,124097222	36,58611944	68	8		2 016		DRE
Larabaa	19	310	F22	297 0902	3,156177778	36,59595556	67	5				DRE
	20	311	F23 Baouni	298 0902	3,131969444	36,59117222	66	8				APC
	21	312	F24 Baouni	299 0902	3,147380556	36,59323333	67	7				APC
	22	313	F17	300 0902	3,151916667	36,59513056	66	5				DRE
	23	314	F18	301 0902	3,154255556	36,592225	70	4				DRE
	24	315	F16	302 0902	3,154894444	36,58858056	73	6				APC
	25	316	F19	303 0902	3,150883333	36,58806944	73	5				DRE
	26	317	F25 Baouni	304 0902	3,130591667	36,58469722	71	4				DRE
	27	318	CH1 vers Larbaa	305 0902	3,045022222	36,61889444	35	20				DRE
	28	319	CH2 vers Larbaa	306 0902	3,044816667	36,61516944	37	20				DRE
	29	320	CH3 vers Larbaa	307 0902	3,048044444	36,61893333	35	20				DRE
	30	321	CH4 vers Larbaa	308 0902	3,050522222	36,61443611	38	20				DRE
	31	322	CH5 vers Larbaa	309 0902	3,046186111	36,61707222	36	5				DRE
	32	323	CH6 vers Larbaa	310 0902	3,219102778	36,65608333	30	14	2020	04/01/2020		DRE
	33	324	F27 Larbaa	311 0902				16	2020	04/07/2020		DRE
	34	325	F28 Larbaa	312 0902				13	2020	04/07/2020		DRE
	35	326	F2 bis Larbaa mazonia	313 0902				3	2020	01/08/2020		APC
	36	327	F26 NV	634 0902				5	2021	19/05/2021		DRE
	37	328	F29 Larbaa	664 0902					2021	11/09/2021		DRE

Fig.28 : Structure de la base des données

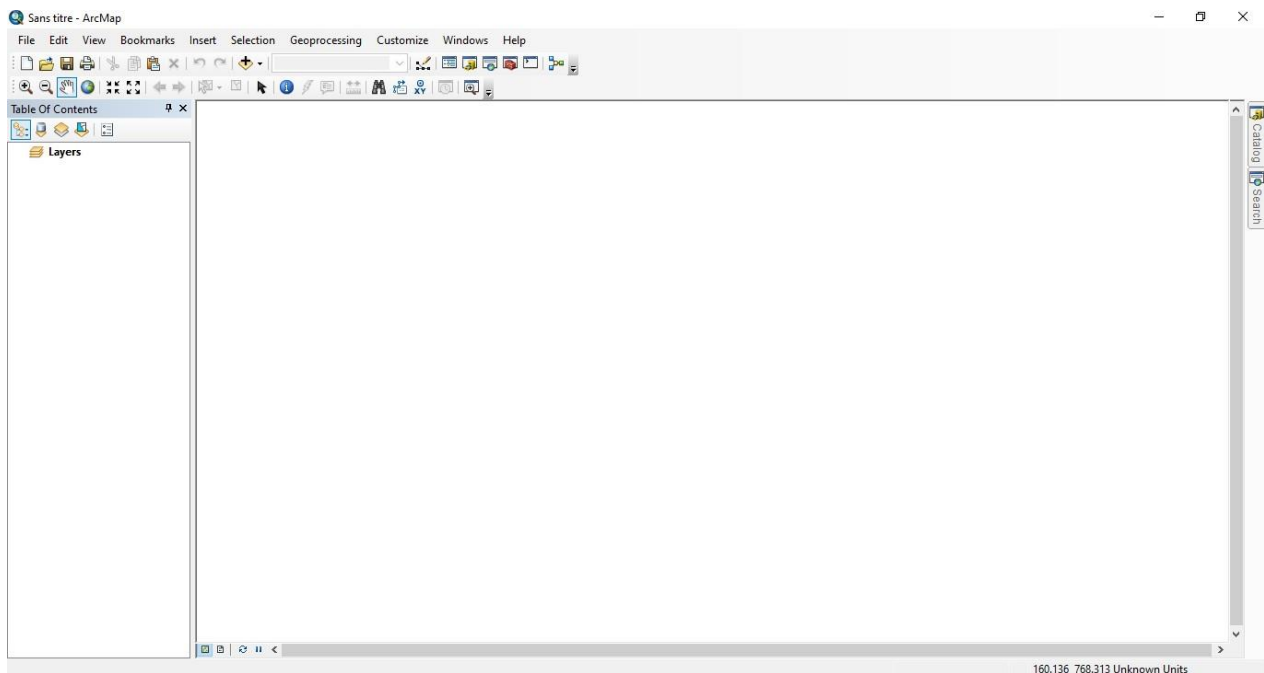


### III.1.4. Numérisation des données :

La numérisation consiste à remplacer les plans et cartes traditionnelles en papier, Difficiles à manipuler et dont la mise à jour est complexe par des plans numérisés. Les logiciels utilisés dans notre projet sont : ArcGIS et Diagramme.

#### III.1.4.1 Le logiciel ArcGis :

L’ArcGIS est une suite de logiciels d’information géographique (ou logiciels SIG) Développés par la société américaine Esri (Environmental Systems Research Institute, Inc.). En 1999 Esri développe le système ArcGIS (auparavant appelé ArcView GIS). Ce système est composé de différentes plateformes qui permettent aux utilisateursSIG, qu’ils soient bureautiques, web, ou mobiles, de collaborer et de partager L’information géographique. Un système de requêtes cartographiques adapté permetla conception des cartes et des bases de données cartographiques. Il est ouvert versle Web et les globes virtuels ; il permet de publier sur le web des cartes réalisées su run PC, de faire de la cartographie interactive, d’incorporer des informations des globes virtuels. (Site web Wikipédia).



**Fig.29 : l’interface de logiciel arcgis**

### III.1.4.2. Diagramme :

Dans le but de bien identifier les faciès chimiques et d'avoir une indication sur L'aspect hydrochimique des eaux souterraines. La représentation graphique des résultats d'analyses s'avère un outil indispensable. La réalisation de ce diagramme a été faite en utilisant le logiciel Diagramme, conçu par Roland Simler (Laboratoire D'hydrogéologie, Université d'Avignon, 2004).

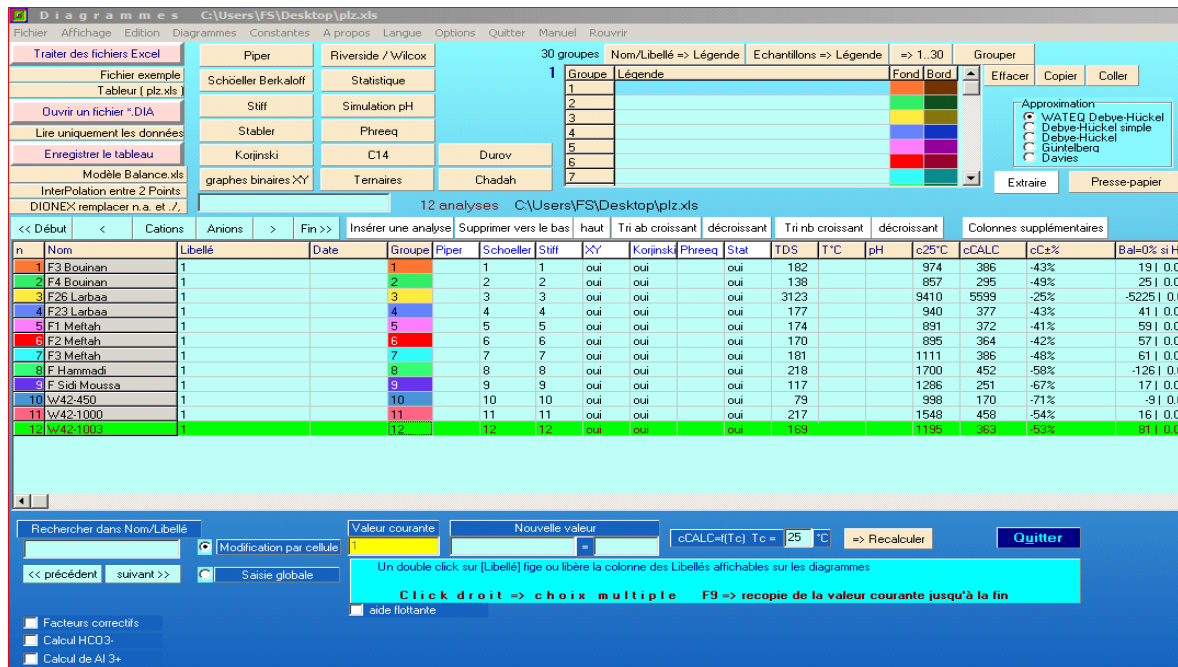
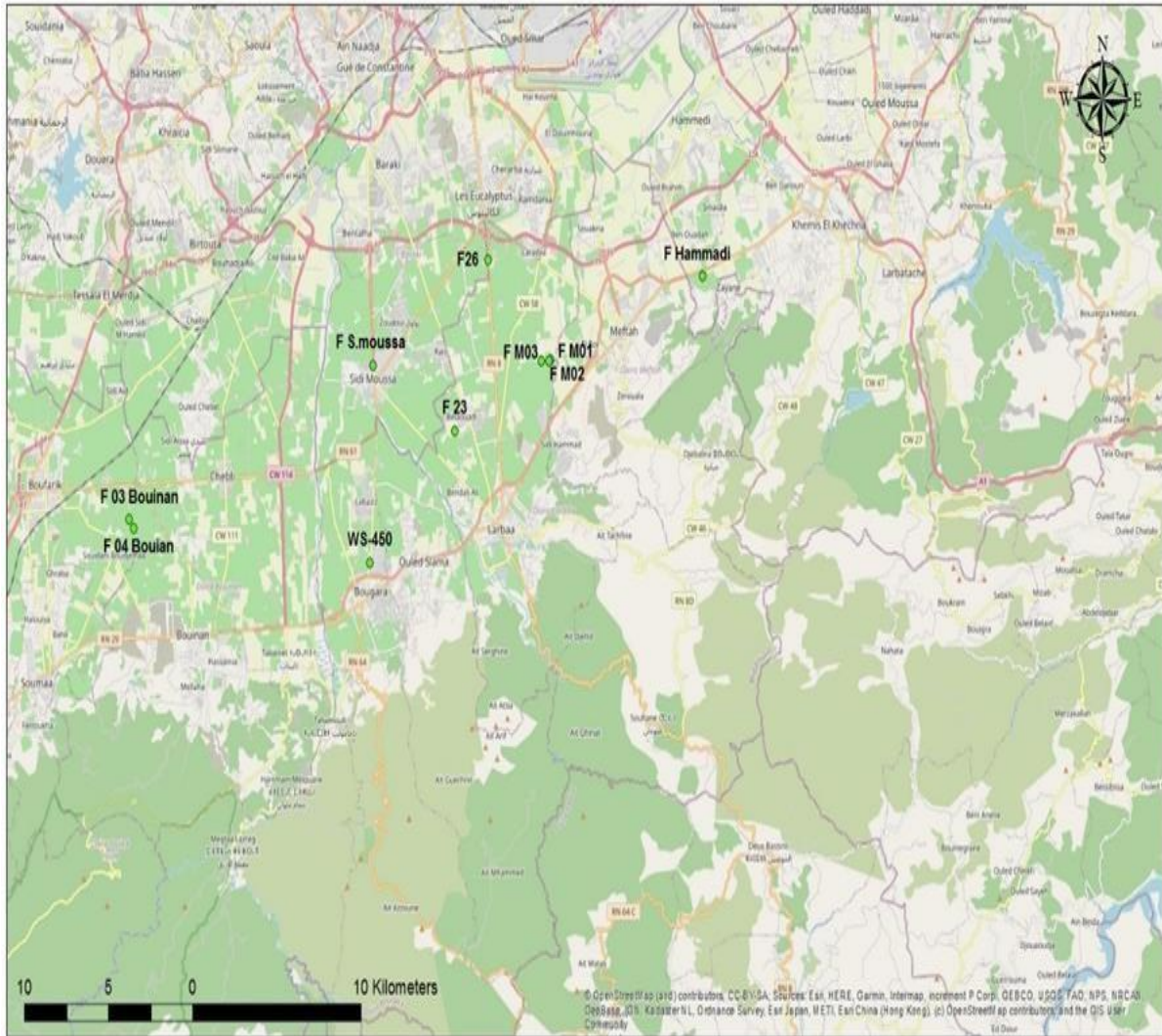


Fig.30 : l'interface de logiciel diagramme

### III.2 Analyse hydrodynamique :

Les données collectées, nous ont permis d'établir des cartes piézométriques, ou on a fait appel à des piézomètres situés soit au niveau de la zone d'étude ou les alentours afin de renforcer notre base de données et avoir une bonne représentation de l'écoulement des eaux souterraine .

Les cartes ont été établie pendant les périodes hautes eaux et bases eaux et correspondent aux années 2011 et 2019.(ANRH)



**Fig.31 : Carte de positionnement des forages et piézomètres**

### III.2.1 Evolution de la piézométrie au niveau de la Mitidja EST (zone d'étude) :

#### III.2.1.1 Carte piézométrique 2011 / 2019 Haute eaux :

Les deux cartes piézométriques que nous avons établies pour les années 2011 et 2019 correspondent à la période de hautes eaux. [Fig.32] et [Fig.33].



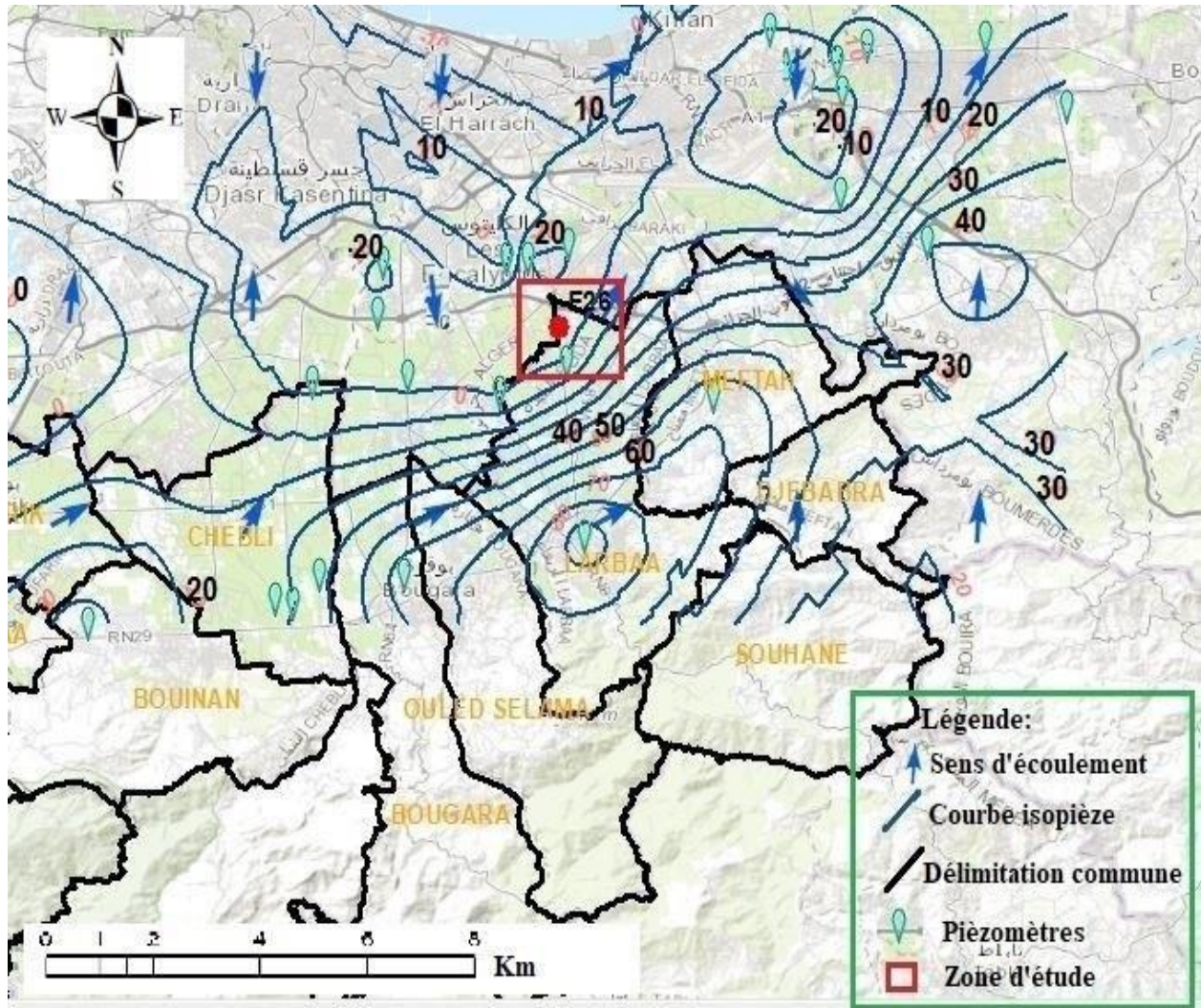
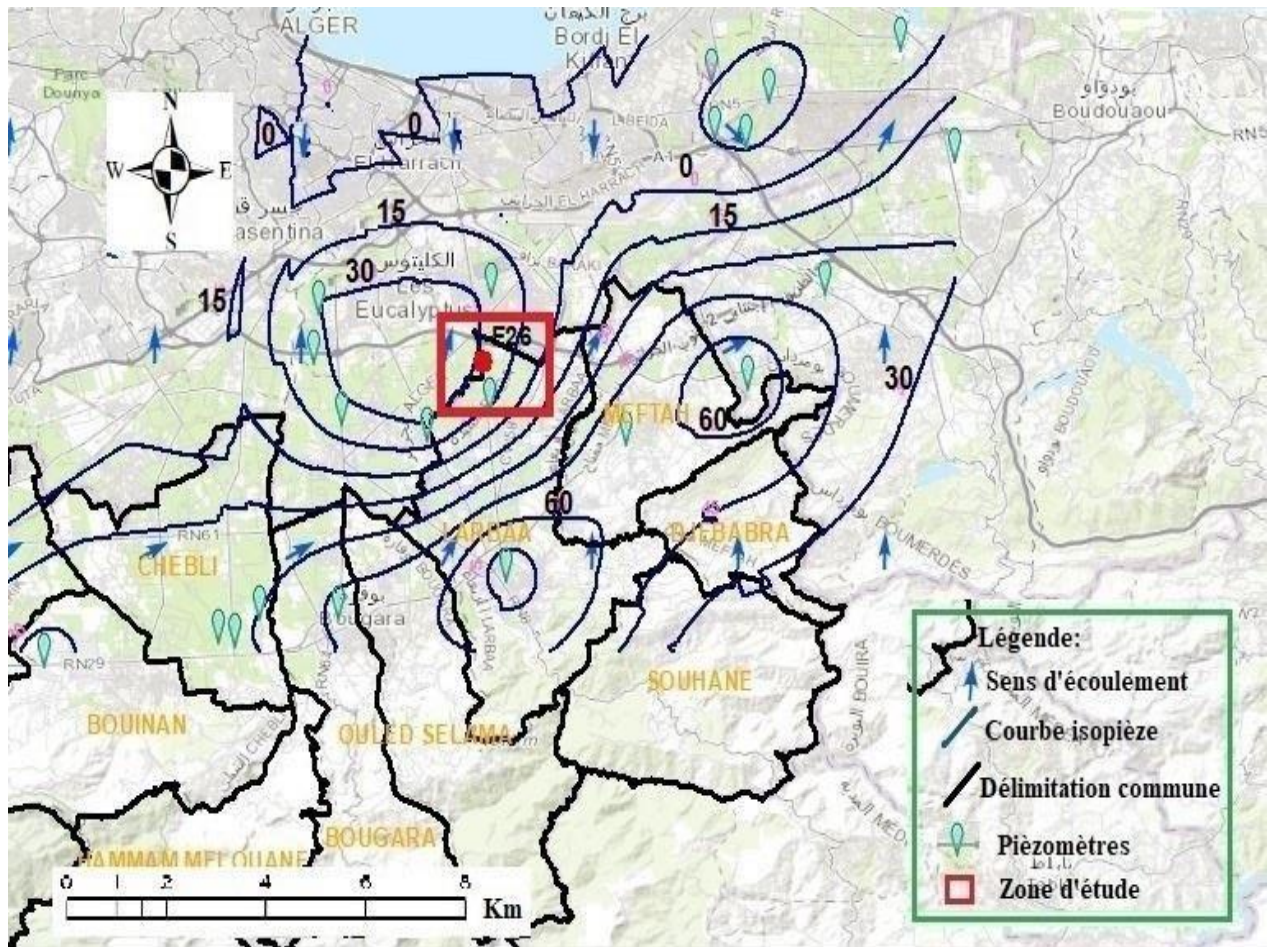


Fig.32 : Carte piézométrique (compagne Haute Eaux 2011)

La carte que le sens d'écoulement aux environs du F26, se fait du sud vers le nord et que la cote piézométrique varie entre 30m et 10m, cette cote touche aussi notre zone d'étude.



**Fig.33 : Carte piézométrique (campagne des Haut eaux 2019)**

La carte, que le sens d'écoulement, se fait du sud vers le nord et que la cote piézométrique varie entre 30m et 60m, cette cote touche aussi notre zone d'étude On remarque une remontée du niveau piézométrique de 30 m due la recharge de nappe durant cette période.



III.2.1.2 Carte piézométrique 2011 / 2019 Bases eaux :

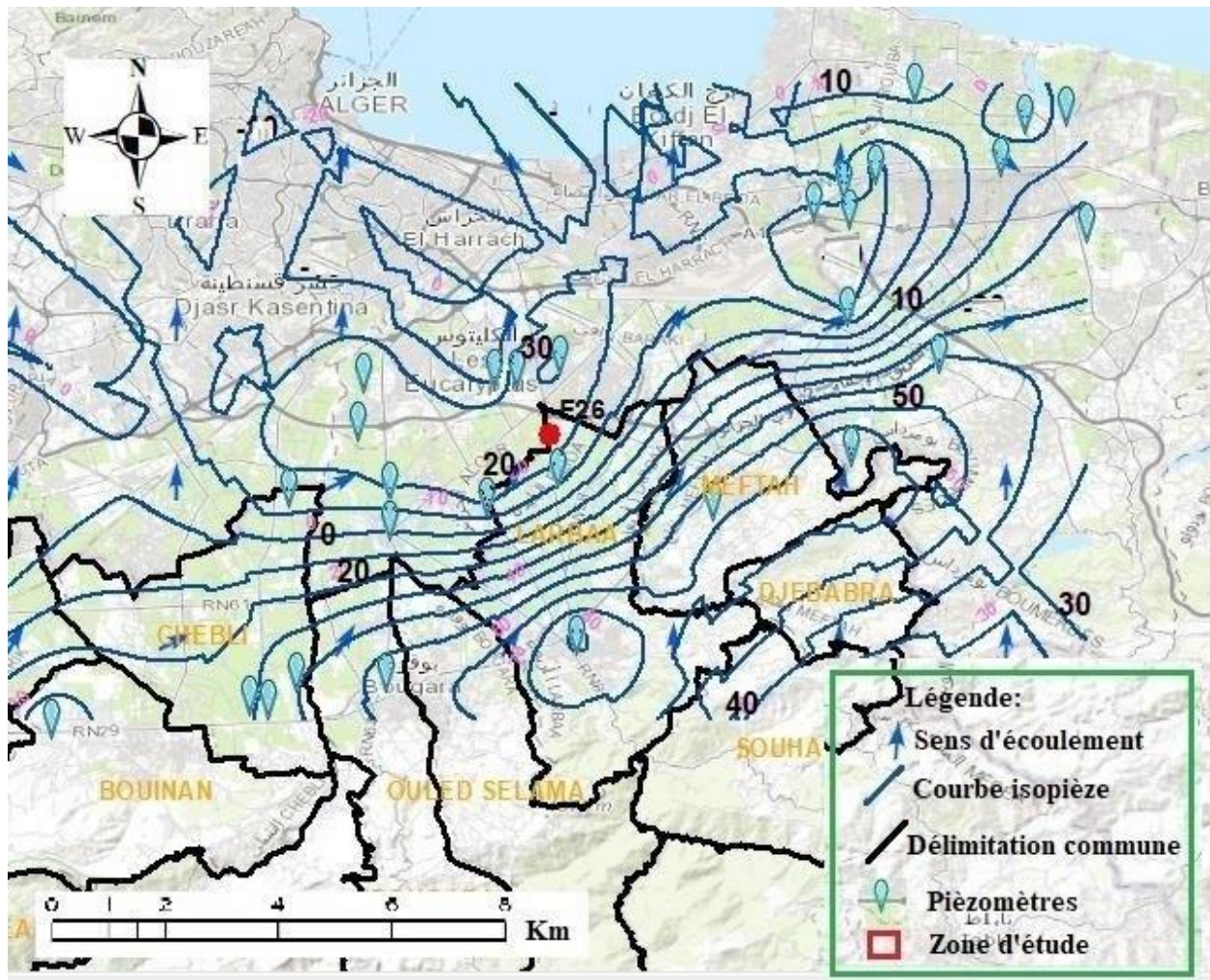


Fig.34 : Carte piézométrique (campagne des Basses eaux 2011)

Les cartes montrent, que le sens d'écoulement, se fait du sud vers le nord et que la cote piézométrique varie entre 30m et 60 m, cette cote touche aussi notre zone d'étude. On remarque une remontée du niveau piézométrique de 30 m.

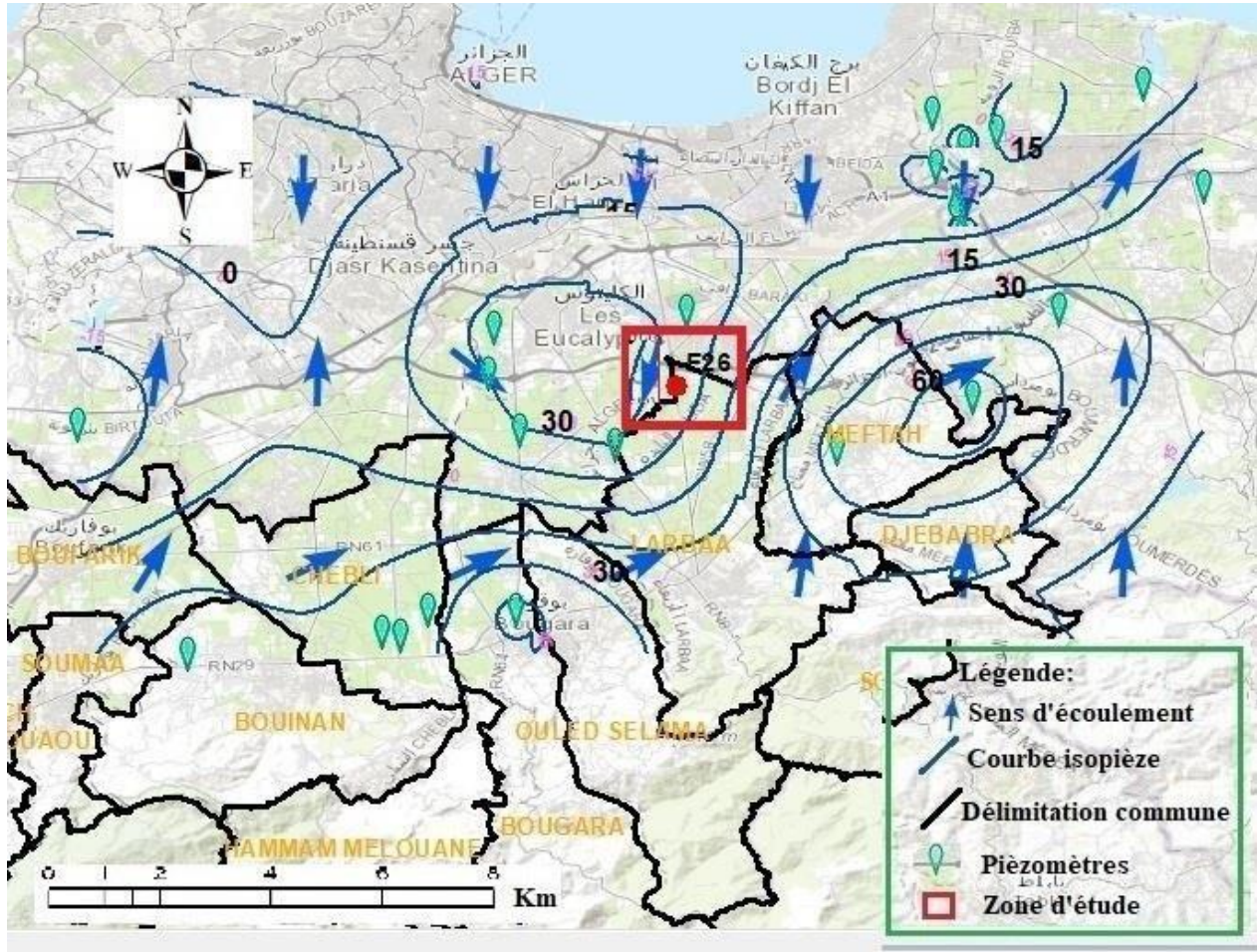


Fig.35 : Carte piézométrique Bases eaux 2019

Ces cartes montrent, que le sens d'écoulement, se fait du sud vers le nord et que la cote piézométrique varie entre 30m et 60 m, cette cote touche aussi notre zone d'étude. On remarque une remontée du niveau piézométrique de 30 m (la différence de niveaux piézométrique entre la période haut eaux et base eaux ).

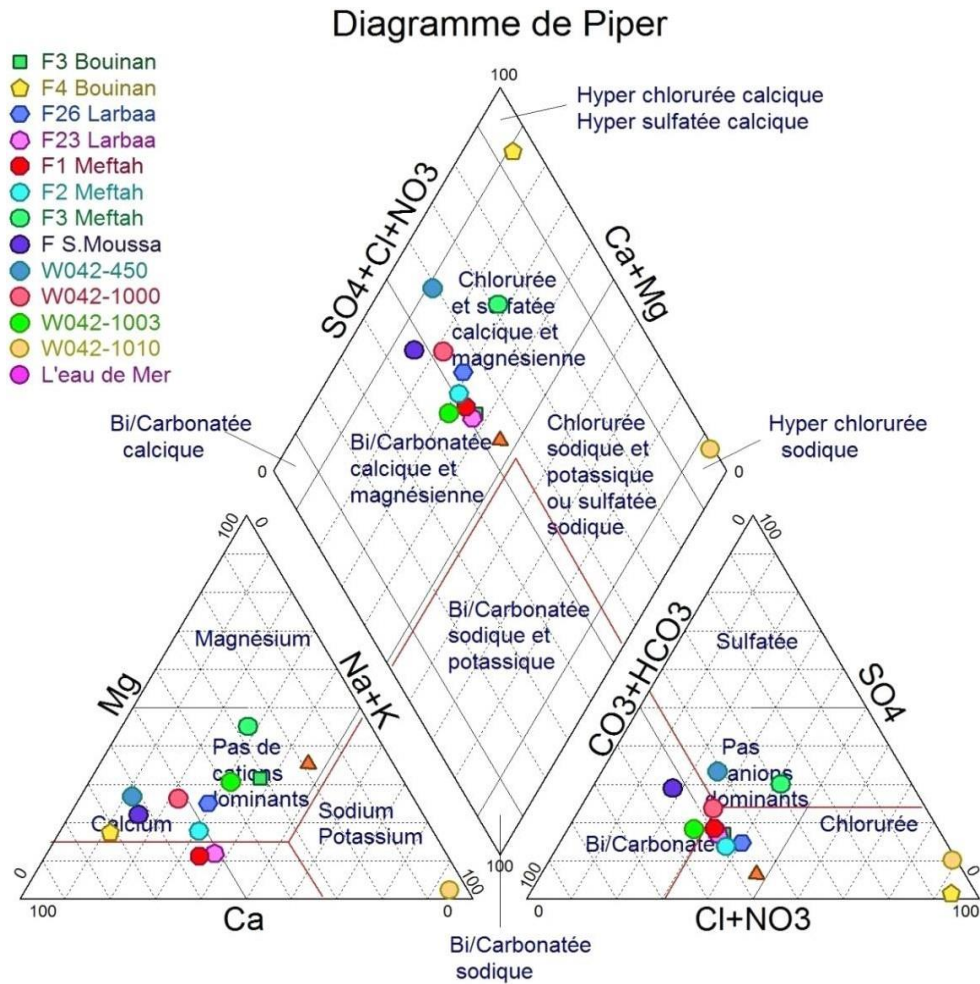
### III.3 Hydrochimie :

La partie hydro chimique consiste à traiter les données à partir du logiciel diagramme a fin d'établir les faciès chimiques des eaux de déterminer l'origine de la minéralisation et établir des cartes d'iso-valeurs.



### III.3.1 Représentation graphique des faciès hydro chimiques :

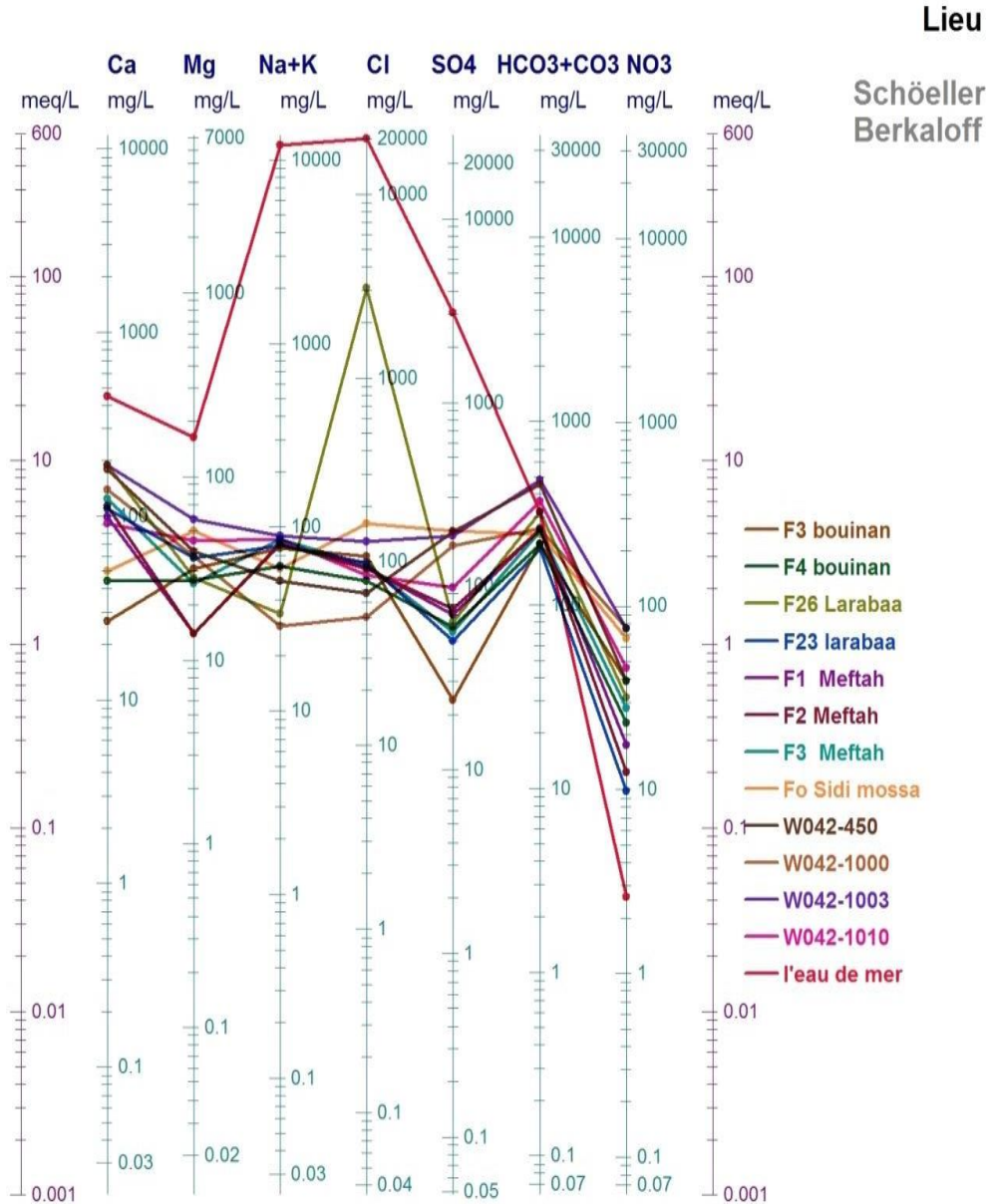
Les diagrammes que nous présentons, nous permettent une meilleure identification des faciès et des aspects hydrochimiques des eaux souterraines ainsi que leur évolution dans le temps.



**Fig. 36 : diagramme de piper.**

La représentation des échantillons sur le diagramme de piper (fig.36) montre que 50% des points d'eau présente un faciès bicarbonaté calcique et 50% un faciès chimique chlorurée et sulfatée calcique et magnésienne, le F26 se trouve dans ce dernier groupe avec un caractère chloruré bien prononcé.





**Fig. 37 : diagramme de schoeller -berkallof**

La représentation des échantillons sur le diagramme de schoeller-berkallof (fig. 37) montre un caractère homogène preuve d'une provenance unique : la nappe du quaternaire connue à l'échelle de toute la Mitidja avec une qualité acceptable à part le forage F26 qui présente valeur une extrême de chlorure.

### III.3.2 Etude de quelques couples chimiques (corrélations) :

Le deuxième moyen d'interprétation utilisé dans cette partie est représenté par les diagrammes croisés des concentrations des différents ions.

#### III.3.2.1. Représentation du couple chimique Na<sup>+</sup>/Cl<sup>-</sup>

La figure 38 montre que la majorité des points analysés se répartissent autour de la droite expérimentale de dissolution de l'halite (sel Na Cl) ce qui témoigne de leur origine commune dissolution et lessivage des niveaux de sel et d'argiles dans l'aquifère. Le forage F26 se trouve a une position distale par rapport à l'eau de mer et aux autres points d'eau environnants témoignant d'une origine suspecte !

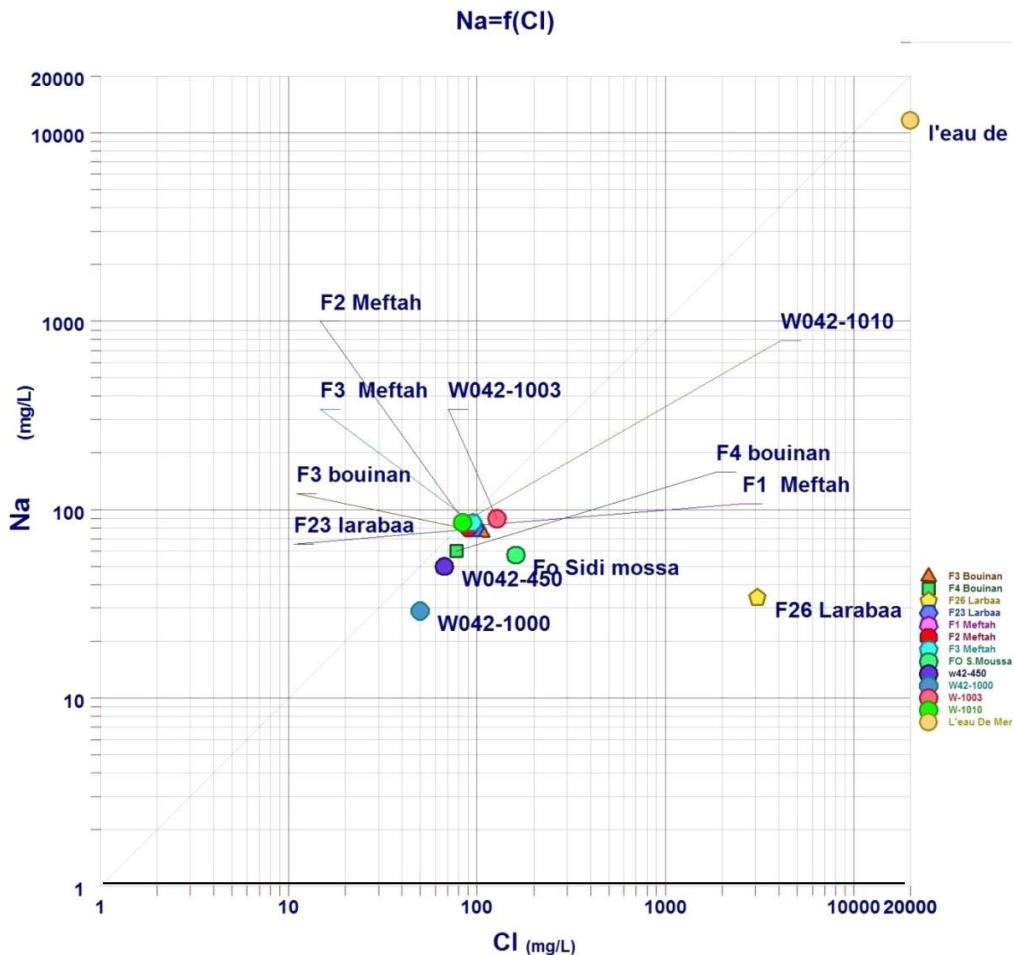


Fig.38 : Relation Sodium-Chlorure

III.3.2.3. Représentation du couple chimique TDS avec chlorure :

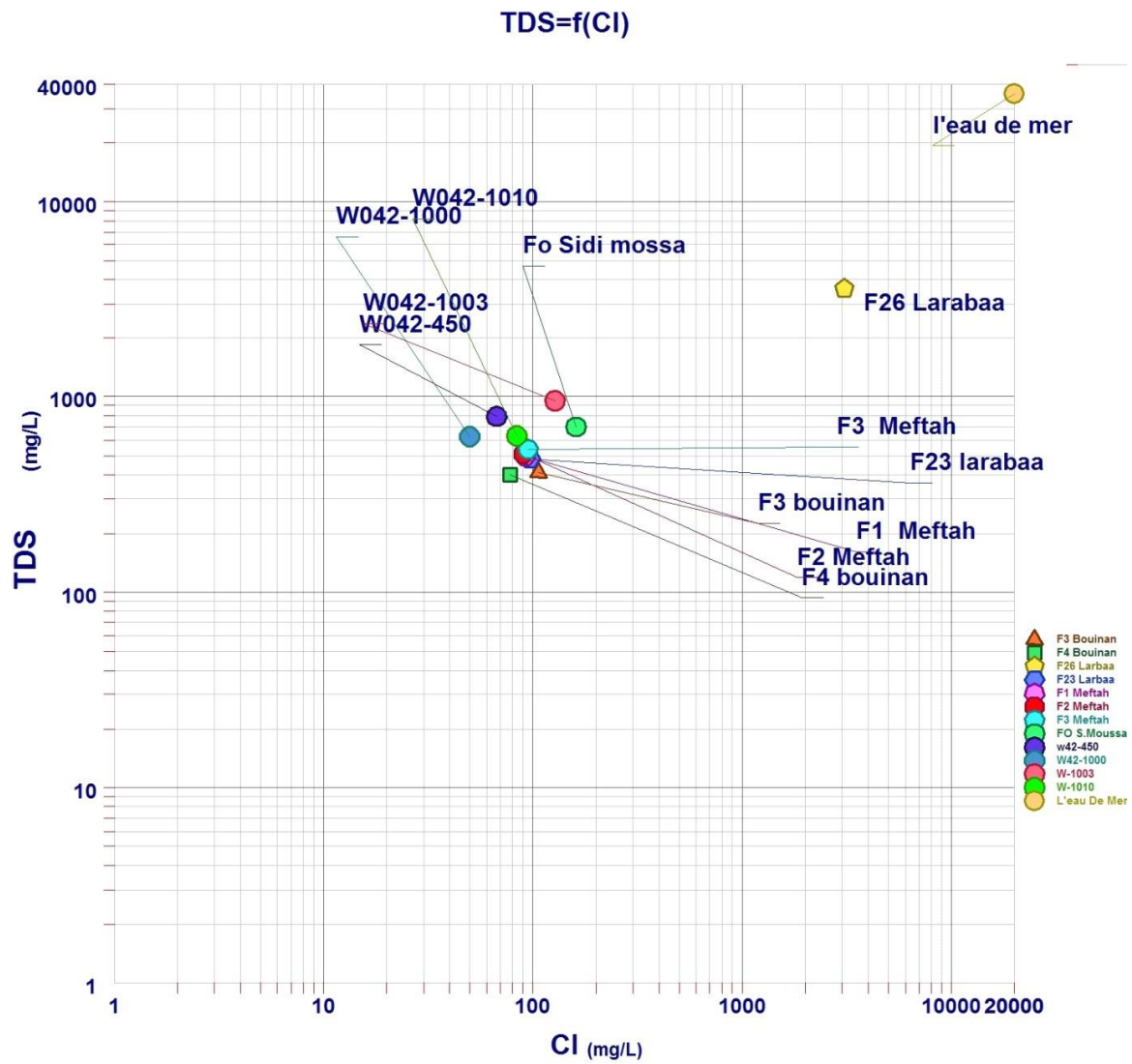


Fig.39 : Relation TDS-Chlorures

## Chapitre 03 : Discussion et interprétation du résultats Hydrochimiques

La relation entre la minéralisation totale et (TDS) et les ions chlorures montre que l'acquisition de la charge saline est acquise au sein de l'aquifère lors du parcours souterrain à l'exception de l'ion chlorure dont l'origine reste à déterminer

Cependant cette origine de l'ion chlorure peut-être lier à une des hypothèses suivantes :

L'excès des ions chlorures dans les eaux du forage F26 peuvent avoir 3 origines possibles :

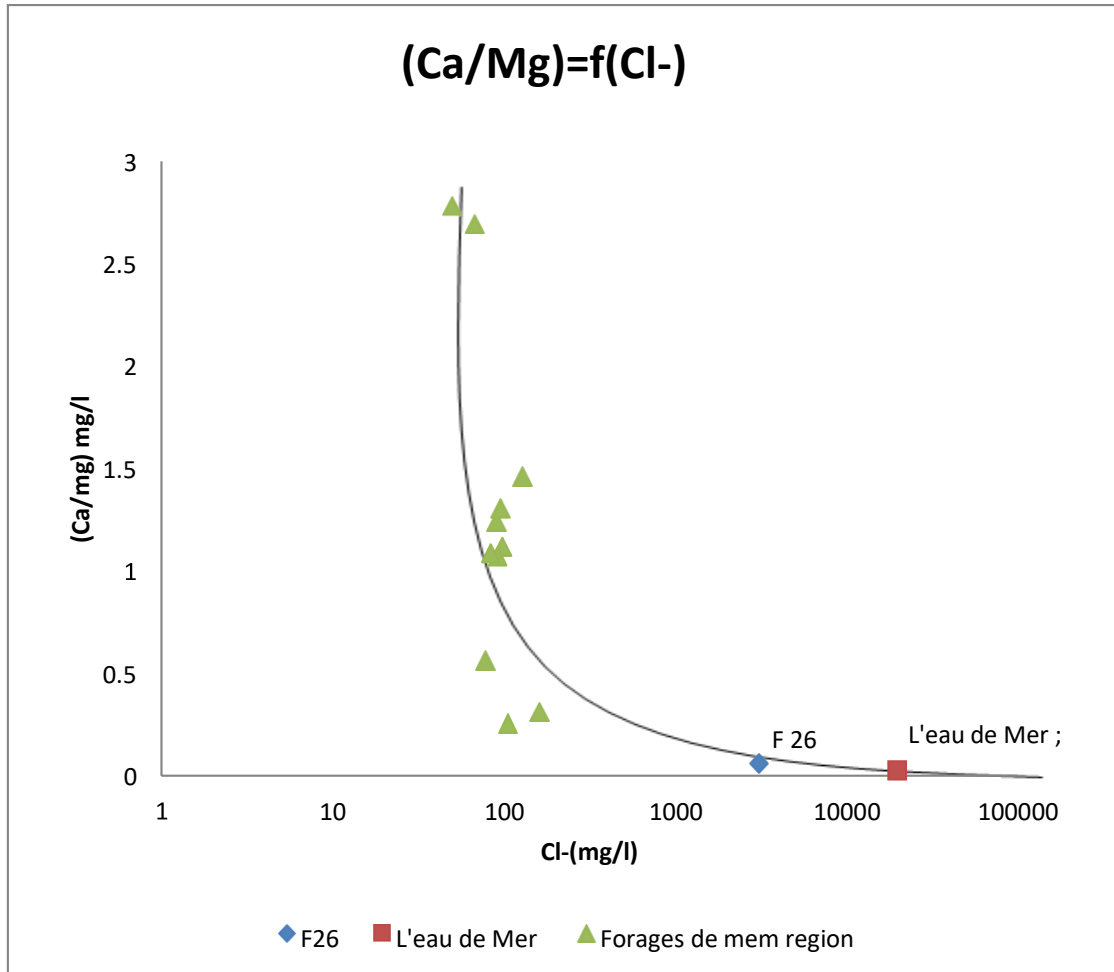
- Origine géologique (dissolution et lessivage des niveaux de sels dans l'aquifère)
- Provenance à partir d'une source de Pollution (Rejets des usines)
- Erreurs systématique (Echantillonnage et analyse au niveau du labo)

Les hypothèse 1 et 2 sont peu probables pour les raisons suivantes :

- L'origine géologique est à écarter ces sûr se **Fig.39 (Na /Cl)** l'ion chlorure se trouve très loin de droit de dissolution.
- L'origine de pollution reste également peu probable pour la simple raison que le forage est profonde et que tout risque de pollution est à écarter.
- La troisième hypothèse reste posée jusqu'à preuve du contraire.

### III.3.3 Les rapports Chimiques :

#### III.3.3.1. Le rapport (Ca/Mg) =f(Cl) :



**Fig.40 : rapport (Ca/Mg) =f(Cl)**

Les courbes des variations du rapport (Mg /Ca) /Cl- (**Fig.40**) à Partir des valeurs moyenne du calcium et du magnésium échangeable montrent que, malgré les imperfections des système (maitrise imparfaite des flux d'eau (quantité et vitesse de porosité)), il est possibles de remplacer une partie du magnésium échangeable par du calcium, conformément aux prédictions.

III.3.3.2. Le rapport  $(NO_3/Cl) = f(Cl)$  :

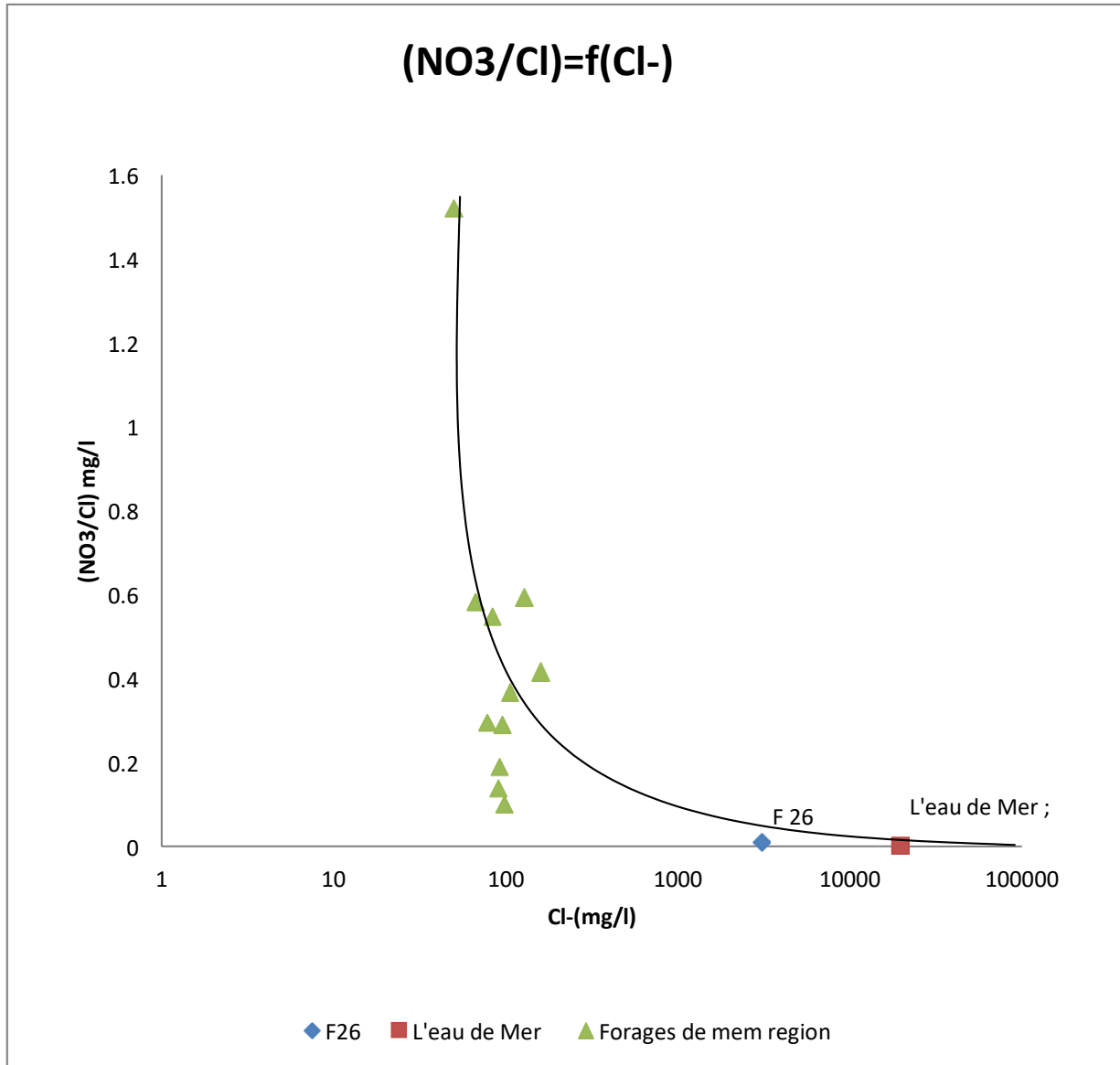


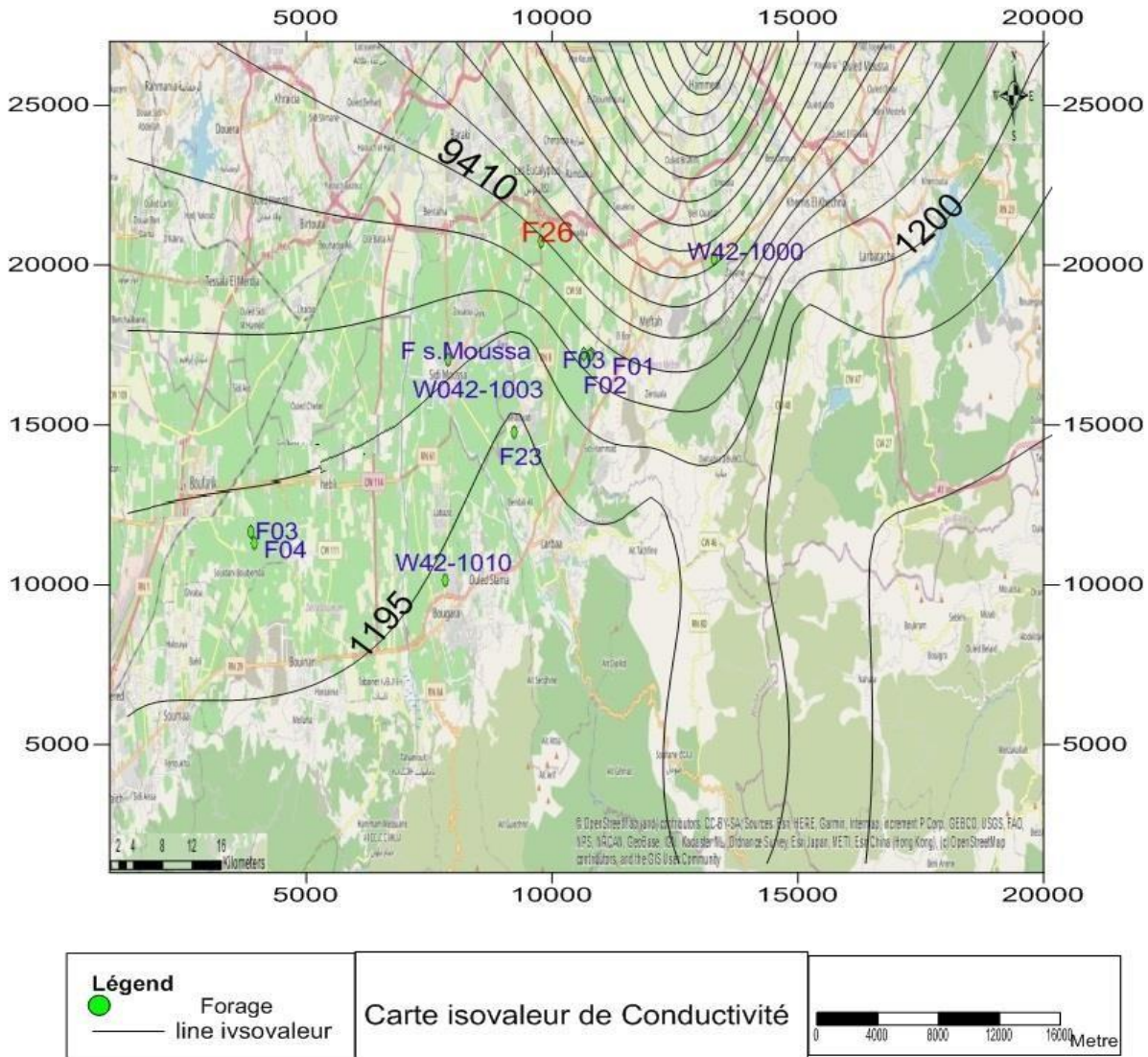
Fig.41 : Le rapport  $(NO_3/Cl) = f(Cl)$

Le graphe montre que l'Origine de nitrates est indépendant de l'origine de l'ion chlorure discuter dans le paragraphe précédent.

### III.4. Les cartes iso-valeurs :

Afin d'avoir une idée sur la répartition au chimisme des eaux autour de forage F26 nous avons réalisé un certain nombre des carte iso-teneur.

#### III.4.2. La carte iso-valeur de Conductivité :



**Fig.42 : carte iso-valeur de Conductivité**

La carte d'iso-valeurs de conductivité de la zone d'étude montre une augmentation des conductivité du sud vers le nord (A partir de l'atlas) (1000-1300 uS / cm , ce qui est conforme à la conductivité relevé sur tout la nappe de la Mitidja .



III.4.3. La carte iso-valeur de sodium  $\text{Na}^+$  :

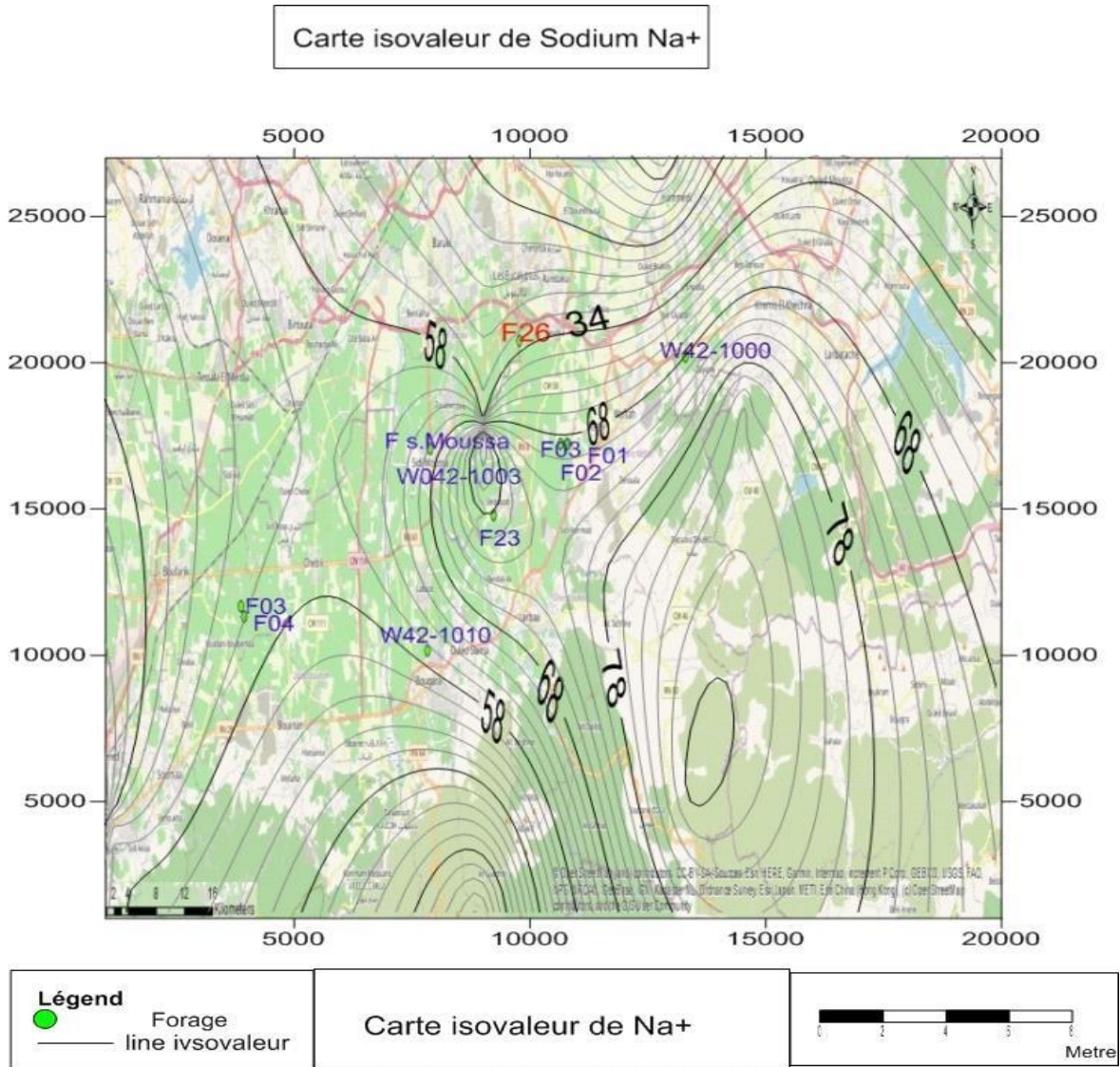


Fig.43 : carte iso-valeurs de sodium.

Cette carte montre que les concentrations en  $\text{Na}^+$  sont relativement basses et augmenté de sud vers le nord (A partir de l’atlas) et restant très loin des valeurs du chlorure relevés sur F26.



### III.5. Conclusion :

La corrélation des couples chimiques ( $\text{Na}^+/\text{Cl}^-$ ) et ( $\text{TDS}/\text{Cl}^-$ ) montre que le forage F26 se trouve à une position distale par rapport à l'eau de mer et aux autres points d'eau environnants témoignant d'une origine inconnue.

la carte Iso- valeurs de conductivité montre que la valeur de concentration du forage F26 est très élevée par rapport aux autres points d'eau environnants.

La carte iso- valeurs de Sodium montre que la valeur de concentration du forage F26 est acceptable par rapport aux autres points d'eau environnants.

Alors dans ce cas L'excès des ions chlorures dans les eaux du forage F26 peuvent avoir 3 origines possibles. Cite dans le texte.

**[1] BESSAILET Abdelhak et BOUDI Mahieddine** <<réalisation et suivi de forage Commune de Larbaà >> .

**[2] Mlle : MEHDI NAWEL** << Etude de l'évolution de la qualité des eaux souterraines de la plaine de la Mitidja au cours de la période (2003/2006) et l'influence de la variabilité piézométrique . >>

**[3] Ahlem SAHI et KHOMRI Mohamed Amine** << Suivi hydrogéologique de l'exécution des Opération du Forage F23 (Meftah plaine de Mitidja)>> .

**[4] MOHAMED ALI Bachir et KAHBOUB Brahim** << Le suivi hydrogéologique des travaux de forages d'eau pour l'alimentation en eau potable de la nouvelle ville de Blida (dans la plaine de la Mitidja, Bouinane,)>>

**[5] Dr. Bouselsal boualem** << forage d'eau procédés et mesurés>>.

**[6] site web** <<googel.fr>>.

**[7] zinat hicham et becheraire nassima** <<étude de l'intrusion marine par profil de conductivité :mémoire de fin étude université Saad dahleb.>>.

**[8] tahir khadija et flita siham** <<mémoire de master suivie de réalisation d'un forage d'eau potable pour l'alimentation en eau potable de ville de larbaa.>>.

**[9] Mohamed ali** <<la suivie de la réalisation de cinq forages pour l'alimentation en eau potable de la nouvelle ville de blida (bouinane)>>.

**[10] ziriouh ossama et moulla nabil** <<réalisation de puis timaroualine pour l'obtenir du diplôme d'ingénieure spécialité en hydraulique instuté algérien du pétrole.

**[11] module de l'hydrologie**

**[12] mouly omar yones et seddiki youcef** <<suivie d'un forage d'eau dans le région de bouhraoua ((wilaya de ghardaya )) mémoire de master en hydraulique.



## Conclusion Générale

## Conclusion Générale

### Conclusion Générale :

La région étudiée est située dans la partie Est de la Mitidja. L'étude hydro climatologique montre que le secteur de l'Arbaa est caractérisé par :

- Un climat régional méditerranéen très froid en hivers, et chaud en été.
- Une précipitation annuelle à une moyenne de 650mm période (1999,2019).

La géologie de la région de Mitidja repose :

- Le massif de l'Atlas Blidienne composé d'un socle métamorphique d'âge cézacé.
- Le massif d'Alger entouré par des dépôts sédimentaires d'âge plio-quadernaire et le sahel.

Ces deux constituants sont limités en leur partie méridionale par le bassin de la Mitidja.

La géophysique réalisée par la CGG (1967) a permis d'illustrer la géométrie des aquifères suivant :

- Nappe de l'alluvion du quadernaire qui a une surface libre est formé par des alluvions récentes et anciennes c'est l'aquifère le plus exploité.
- Nappe de l'astienne représente un faciès gréseux.

Les travaux de suivi et de la réalisation du forage ont été exécutés en plusieurs étapes de forage :

- Le forage de reconnaissance a été réalisé par un outil de 12".
- Prélèvement des échantillons dans cette opération on a pris des échantillons (cutting) présent mètre par mètre et nettoyer et sécher puis on les met dans des sachets en plastique, selon leur profondeur de prélèvements. La description du cutting permis d'établir la coupe de lithologie du forage.
- Enregistrement et interprétation de diagraphie :  
Cette opération permis de mesurer les paramètres physiques du terrain avec l'interprétation de ces enregistrements qui permis de situer le niveau perméable et imperméable.
- Opération d'élargissement : le forage a été élargir jusqu'au 392m et rélargissement en 19" jusqu'au 248m.
- Programme d'équipement : le plan de tubage du forage de l'Arbaa et mise en place par deux colonnes de captage en inox de 12 3/4 et 9 5/8. Avec une réduction de 248m-249m.
- Massif filtrant : le gravier injecté dans l'espace annulaire entre trou du forage et le tubage est un gravier siliceux d'une taille de 2 à 4 mm et nature arrondi.
- Opération du développement du forage, le développement a été effectuées à l'air lift avec un compresseur de 24 bar.

## Conclusion Générale

- L'échantillon d'eau prélevé a montré une concentration très élevée de l'ion de chlorure et la conductivité.
- L'établissement des cartes iso-valeurs et des corrélations du couple chimique ( $\text{Na}^+ / \text{Cl}^-$ ), (TDS/ $\text{Cl}^-$ ) ont permis d'mettre 3 hypothèses pour connaître l'origine de la salinité de ce forage.



**Annexe**

Annexe 01 : Tableaux des analyses physico- chimique

nom	T °	PH	Cond	Turbidité	TH	TAC	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> -3	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Ca 2+	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>
Unité	/	/	/	/	/	/	(mg/l)	(mg/l)	mg/l	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)
F3 bouinan	17.8	7.9	974	/	19	18	214	<0.01	<0.02	<0.02	24	39	27	31	76	1	106
F4 bouinan	17.8	8.3	857	/	22	18	214	<0.01	<0.02	<0.02	60	23	44	27	60	1	78
<b>F26 Larabaa</b>	<b>15.6</b>	<b>8.3</b>	<b>9410</b>	<b>8.63</b>	<b>590.4</b>	<b>317.2</b>	<b>317.2</b>	<b>3.6</b>	<b>&lt;0.01</b>	<b>&lt;0.01</b>	<b>63.57</b>	<b>31.8</b>	<b>189.31</b>	<b>28.11</b>	<b>34</b>	<b>&lt;0.01</b>	<b>3088.6</b>
F23 larabaa	27.6	7.47	940	9.05	422.4	347.7	200	<0.01	<0.01	0.12	50.61	9.88	109.27	35.81	79	<0.01	97.85
F1 Meftah	20.9	7.29	891	6.55	305	208.62	255	<0.01	<0.01	0.07	69.44	17.37	98.6	14.04	82	<0.01	92.17
F2 Meftah	18.5	7.78	895	37.5	340	302.25	255	0.01	0.1	0.2	75.48	12.48	112.26	14.04	80	<0.01	90.4
F3 Meftah	24.3	7.15	1111	7.26	420	336.72	254	0.11	0.03	0.6	56.02	27.75	124.8	25.92	85	<0.01	95.72
Fo Sidi moussa	17.6	8.0	1700	/	62	34	240	<0.01	<0.01	0.2	198	67.0	50	50	57	2	161
W042-450	/	7.5	1286	/	61	38	458	0.11	<0.02	<0.02	197	39.0	181	39	50	0	67
W042-1000	/	7.9	998	/	50	21	259	<0.01	<0.02	<0.02	166	76.0	139	37	29	0	50
W042-1003	/	7.9	1548	/	71	39	473	<0.01	<0.01	<0.01	187	76.0	187	57	89	1	128
W042-1010	/	7.8	1195	/	41	30	366	<0.01	<0.01	<0.02	98	46.0	91	44	85	1	84
l'eau de mer	/	/	6244	/	/	/	318	/	/	/	3060	2.6	447	162	11600	400	19890

Annexe 02 : Tableau de concentration et localisation des éléments chimique de les carte isovaleurs

N°	Nom	x (m)	y (m)	Na+	CL-	condutivité	So4/cl-
1	F3 Bouinan	496120.915	4046092.03	76	106	974	0.22641509
2	F4 Bouinan	496324.96	4045786.42	60	78	857	0.76923077
<b>3</b>	<b>F26 Larbaa</b>	<b>513257.235</b>	<b>4054402.9</b>	<b>34</b>	<b>3088.6</b>	<b>9410</b>	<b>0.02058214</b>
4	F23 Larbaa	511693.644	4048935.06	79	97.85	940	0.51722024
5	F1 Meftah	516234.26	4051201.05	82	92.17	891	0.75339047
6	F2 Meftah	516169.125	4051155.25	80	90.4	895	0.83495575
7	F3 Meftah	515795.205	4051173.39	85	95.72	1111	0.58524864
8	F Sidi Moussa	507762.308	4051026.94	57	161	1700	4.875
9	F Hammadi	523515.004	4053909.72	50	67	1286	1.22981366
10	W42-450	507607.965	4044708.82	29	50	998	2.94029851
11	W42-1000	514112.317	4046258.84	89	128	1548	3.32
12	W42-1003	507756.944	4050907.97	85	84	1195	1.4609375

Annexe 03 : Enregistrement de la diagraphie électrique du forage F26

