

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

**République Algérienne Démocratique et Populaire**

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**UNIVERSITE DJILALI BOUNAAMA DE KHEMIS MILIANA**

**FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES SCIENCES DE LA TERRE**

**DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA TERRE**



**Domaine : Science de la Terre et de l'Univers**

**Filière : Géologie Appliquée**

**Spécialité: Hydrogéologie**

**Mémoire pour l'obtention du diplôme de master**

**Thème**

**Etude hydrogéologique pour l'implantation d'un forage d'eau dans la  
plaine de la Mitidja (région de Mouzaia) et suivi des travaux de sa  
réalisation**

**Soutenu le :**

**Par :**

- **Mr: Abdelmalik Bichara**
- **Mr: Youcef Tahar Belkacem**

**Devant les jurys :**

**Président : Mr. Sadoune**

**MC (B) UDJBKM**

**Promoteur: Mr. Said Ramdane**

**MA (A) UDJBKM**

**Examineur : Mr. Zedam Milloud**

**MA (A) UDJBKM**

**Examineur: Mr. Bensaada**

**MA (A) UDJBKM**

**Année universitaire : 2016/2017**

# *Remerciements*

Nous tenons tout d'abord à remercier Allah le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce Modeste travail.

Les premières personnes qui méritent le grand remerciement sont nos parents qui nous ont fourni pendant toute la vie et durant nos études tout ce dont on avait besoin et ils nous ont rien manqué. Je pris ALLAH de les protéger.

Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements à **Mr Said Ramdane**, notre promoteur pour son suivi, ses précieux conseils et orientations qui nous ont été d'une grande utilité tout au long de ce travail.

Nous remercions les membres de jurys pour l'intérêt qu'ils ont porté à ce travail en acceptant de l'examiner.

Nous remercions toute personne ayant à divers titres contribué à faire avancer ce travail.

Nous profitons aussi de cette occasion pour adresser nos remerciements à :

**Mr. Mohamed Ali Bachir** Chef chantier du DRE,

**Mr. Ismail** Chef chantier FOREMHYD

**Mr. Kahboub Brahim** service des données ANRH de Blida,

Nous remercions enfin tous ceux qui n'ont pas été cités dans ces quelques lignes et qui ont contribué de près ou de loin par leurs aides pour le bon déroulement de ce travail.

## *Dédicace*

*Je dédie ce travail.*

*A mes chers parents symboles de sacrifice, plus particulièrement à mon père Mohamed et ma mère Yamina de tendresse et d'amour, vous avez comblé ma vie de tendresse d'affection et de compréhension. Rien au monde ne pourrait compenser les efforts et les sacrifices que vous avez consentis pour mon bien être et la poursuite de mes études dans de bonnes conditions. Aucune dédicace, ne saurait exprimer à sa juste valeur le profond amour que je vous porte. Puisse Dieu, vous procurer santé, bonheur et longue vie.*

*A mes Frères : moussa, Ismail, et ma Sœurs : Fatima Zohra,*

*A mon binôme Abd Malik Bichara d'avoir accepté de travailler avec moi, et pour son encouragement, détermination et patience ainsi que sa famille.*

*A mes amis de Khemis Miliana qui m'ont supporté et m'ont aidé à traverser plusieurs phases de mon parcours universitaire, avec vous j'ai trouvé une nouvelle famille*

*A tous mes enseignants de tous les cycles d'étude  
merci beaucoup à vous tous d'être là pour moi, sachez  
que j'y serais là pour vous.*

*Aussi :*

*A toute la promotion 2ème année master Hydrogéologie, à qui je souhaite pleins de succès dans la vie professionnelle ainsi que pour tout le reste. Ce mémoire vous est dédié à tous.*

*Youcef Tahar Belkacem*

## *Dédicace :*

*Je dédie ce modeste travail à mes parents plus particulièrement à mon père et ma mère avec tous mes sentiments de respect, d'amour, de gratitude et de reconnaissance pour tous les sacrifices déployés pour m'élever dignement et assurer mon éducation et mes études dans les meilleures conditions. Jamais je ne saurais m'exprimer quant aux sacrifices et aux dévouements que vous aviez consentis à mon égard. Les mots expressifs restent faibles pour énoncer ma gratitude hautement profonde.*

*A mes oncles, frères et sœurs qui m'ont toujours soutenus, encouragés et conseillés dans des bons moments comme dans les difficiles plus particulièrement à mon oncle **Hissen Bahr** et mon grand **Ahmat Idriss**. Vos paroles m'ont aidé d'aller plus loin trouvez ici l'expression de ma reconnaissance.*

*A mon binôme **Youcef tahar Belkacem** tu es pour moi plus qu'un ami et je ne regretterai jamais d'avoir travaillé avec toi. Je te dédie ce travail et je te souhaite un meilleur avenir dans un futur proche. Sans oublier mes frères et amis pour les bons moments qu'on a passé durant notre séjour en Algérie et plus particulièrement à Khemis.*

*Abd elmalik bichara biderio*

# SOMMAIRE

LISTE DES FIGURES

LISTE DES PHOTOS

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES ABREVIATIONS

RESUME

INTRODUCTION GENERALE.....01

**Partie I : Etude hydrogéologique pour l'implantation d'un forage d'eau**

I. Situation géographique.....02

II. GEOMORPHOLOGIE.....03

II.1. La plaine.....03

II.2. LE Sahel .....03

II.3. L'Atlas Blideen..... 03

II.4. Le Piedmont de l'Atlas Blideen .....03

III. LE RESEAU HYDROGRAPHIQUE.....04

IV. GEOLOGIE.....07

IV.1. Introduction.....07

IV.2. Structure générale :.....07

IV.2.1. Litho stratigraphie .....07

IV.2.2. Les roches métamorphiques .....07

IV.2.3. Les roches éruptives du Tertiaire .....07

<b>IV.2.4. Les formations les plus anciennes et le Miocène.....</b>	<b>08</b>
<b>IV.2.4.1. Le Miocène.....</b>	<b>08</b>
<b>IV.2.4.2. Le Pliocène.....</b>	<b>08</b>
<b>IV.2.4.3. Le Plaisancien.....</b>	<b>08</b>
<b>IV.2.4.4.L'Astien.....</b>	<b>09</b>
<b>IV.2.4.5. Les formations Villafranchien (d'EL Harrach) .....</b>	<b>10</b>
<b>IV.2.4.6. Les formations quaternaires.....</b>	<b>10</b>
<b>IV.2.4.7. Les formations du Mazafran et Halloula.....</b>	<b>10</b>
<b>IV.2.4.8. Dépôts de piémont de l'Atlas.....</b>	<b>10</b>
<b>IV.2.4.9. Les dépôts récents.....</b>	<b>10</b>
<b>IV.2.4.10. Dépôts de lits des oueds actuels .....</b>	<b>11</b>
<b>IV.2.4.11. Dépôts de sables dunaires.....</b>	<b>11</b>
<b>IV.3. Evolution Paléogéographique et Tectonique.....</b>	<b>13</b>
<b>IV.3.1. L'Eocène.....</b>	<b>13</b>
<b>IV.3.2. Le cycle Miocène.....</b>	<b>13</b>
<b>IV.3.3. Le Pliocène.....</b>	<b>13</b>
<b>IV.4.Conclusion.....</b>	<b>15</b>
<b>V. APPORT DE LA RECONNAISSANCE GEOPHYSIQUE.....</b>	<b>16</b>
<b>V.1. Interprétation de coupe géo-électrique.....</b>	<b>16</b>
<b>V.2. Conclusion .....</b>	<b>18</b>
<b>VI. CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE.....</b>	<b>20</b>
<b>VI.1. Introduction.....</b>	<b>20</b>
<b>VI.2. Identification des niveaux aquifères.....</b>	<b>20</b>

VI.2.1. L'aquifère astien.....	20
VI.2.2. L'aquifère quaternaire de la Mitidja.....	20
VI.3. CARACTERISTIQUES HYDRODYNAMIQUES DE L'AQUIFERE.....	23
VI. 3.1. L'aquifère astien.....	23
VI.3.2. l'aquifère de quaternaire.....	23
VII. IMPLANTATION DU FORAGE.....	25
VII.1. Introduction.....	25
VII.2.Critères retenus.....	25
VII.2.1. Critères géologique et hydrogéologique.....	25
VII.2.2. Critères géophysique.....	26
VII.2.3. Critères sociaux-économique.....	27
VII.2.4. Critères qualité d'eau et environnement.....	28
VII.3. Proposition.....	29

## **La partie II. Suivi des travaux de réalisation du forage :**

I. INTRODUCTION.....	31
I.1 Choix de la Méthode de fonçage.....	31
I.1.1 Principe du mode rotary .....	32
I.1.2 Description de la machine.....	33
I.2 Matériel utilisé pour le fonçage du forage .....	34
I.3 Préparation du chantier.....	35
I.3.1 La préparation des fosses à boue.....	35
I.3.2 Préparation de la boue de forage.....	37

<b>I.3.3 Les fonctions de la boue .....</b>	<b>38</b>
<b>II. CREUSEMENT.....</b>	<b>38</b>
<b>II.1 Mise en place du tube guide.....</b>	<b>38</b>
<b>II.2 Forage de reconnaissance.....</b>	<b>39</b>
<b>II.3 Prélèvement des échantillons.....</b>	<b>39</b>
<b>III. ENREGISTREMENT ET INTERPRETATION DES DIAGRAPHIES.....</b>	<b>41</b>
<b>IV. ALESAGE ET REALESAGE.....</b>	<b>42</b>
<b>V. EQUIPEMENT DU FORAGE .....</b>	<b>43</b>
<b>V.1 L'équipement tubulaire du forage.....</b>	<b>43</b>
<b>V.1.1 Plan de tubage .....</b>	<b>43</b>
<b>V.1.2 Diamètre de tubage .....</b>	<b>44</b>
<b>V.1.3 La résistance des tubes .....</b>	<b>44</b>
<b>V.1.4 Choix des matériaux du tubage (diamètre, épaisseur et nuance du métal).....</b>	<b>44</b>
<b>V.1.5 Colonne de captage.....</b>	<b>45</b>
<b>V.2 Cimentation.....</b>	<b>48</b>
<b>V.3 Nature et mise en place du gravier .....</b>	<b>48</b>
<b>V.3.1 Calcul du volume de gravier .....</b>	<b>49</b>
<b>V.3.2 Mise en place.....</b>	<b>49</b>
<b>VI. DEVELOPPEMENT DU FORAGE.....</b>	<b>52</b>
<b>VI.1 Introduction.....</b>	<b>52</b>
<b>VI.2 Type de développement.....</b>	<b>52</b>
<b>VI.2.1 Le principe .....</b>	<b>53</b>
<b>VI.2.2 La procédé.....</b>	<b>53</b>
<b>VII. TRAITEMENT A L'HEXA META-PHOSPHAT.....</b>	<b>55</b>

<b>VII.1 Méthode de Traitement.....</b>	<b>55</b>
<b>VII.2Le développement à l'Air lifte.....</b>	<b>55</b>
<b>VIII. ESSAI DE DEBIT.....</b>	<b>56</b>
<b>VIII.1 Calcul des pertes des charges.....</b>	<b>57</b>
<b>VIII.2 Essai longue durée.....</b>	<b>59</b>
<b>VIII.2.1 Calcul des paramètres hydrodynamiques de l'aquifère.....</b>	<b>61</b>
<b>IX. CONCLUSION GENERALE .....</b>	<b>63</b>

## **LISTE DES FIGURES :**

Figure N° 01 : Carte de situation géographique de la plaine de la Mitidja.....	02
Figure N°02 : Carte des sous Bassin Versants de la plaine de la Mitidja.....	05
Figure N°03 : Carte géologique de la région d'Alger.....	09
Figure N°04: Evolution du Sahel et de la plaine de la Mitidja (Quaternaire et pliocène).....	14
Figure N°05 : Carte de situation des sondages électrique dans la plaine de la Mitidja (région de Mouzaia, CGG.1969-1972).....	16
Figure N°06 : Coupe de sondage électrique.....	19
Figure N°07 : Coupe hydrogéologique Nord-Sud interprétative de la plaine de la Mitidja...	22
Figure N°08 : Carte piézométrie de la nappe des Alluvions de la Mitidja en 2005 (SOGREAH, 2005).....	24
Figure N°09 : Carte de situation des sondages électrique dans la plaine de la Mitidja (région de Mouzaia, CGG.1969-1972).....	27
Figure N° 10 : Carte des teneurs en nitrates de la nappe des alluvions de la Mitidja dans la région de Mouzaia.....	29
Figure N°11 : Situation du forage projeté sur la carte topographique (feuille de Blida au 1/500000).....	30
Figure N°12 : Coupe lithologique à partir des cuttings.....	40
Figure N° 13 : courbe granulométrique.....	47
Figure N°14 : Coupe lithologique et d'équipement tubulaire du forage.....	51
Figure N°15: Courbe caractéristique du forage F18 Mouzaia.....	58
Figure N°16 : Droite débit/rabatement spécifique du forage F18 Mouzaia.....	58
Figure N° 17 : droite représentative de la descente du forage.....	61
Figure N° 18 : droite représentative de la remontée du forage F18 Mouzaia.....	61

## **LISTE DES PHOTOS :**

Photo N°01 : Appareille de forage « méthode rotary » utilisée dans le chantier.....	32
Photo N°02 : photos montrant les différents organes de la sondeuse.....	33
Photo N°03 : photos montrant stock de bentonite (photo de gauche) du gravies additionnel et la citerne d'eau (photo de droite).....	34
Photo N° 04 : Les fosses de boue (décantation, pompage).....	36
Photo N°05 : Le mixeur à boue.....	37
Photo N°06 : Cuttings prélevées.....	39
Photo N°07 : appareil de la diagraphie utilisé.....	41
Photo N°08.Photos montrant les crépines de type nervure repoussée.....	46
Photo N°09 le massif de gravier utilisé est siliceux à éléments arrondis.....	49
Photo N°10 : Le massif filtrant pendant les préparations.....	50
Photo N°11 : photo montrant la mise en place du massif filtrant.....	50
Photo N°12 : Développement a l'air lift (forage ouvert).....	54
Photo N°13 : Compresseur d'air (32 bars) utilisé.....	55
Photo N°14 : Photo montrant le déroulement des essais des pompages.....	62

## Liste des tableaux :

Tableau 1 : les caractéristiques morphologique des sous bassins versants.....	04
Tableau 2: le bilan des écoulements moyens annuels période (1982 – 1995) principaux Oueds.....	06
Tableau 3 : log litho stratigraphique .....	12
Tableau 4 : interprétation de l'enregistrement des diagraphies « résistivité( $\rho$ ) et PS.....	42
Tableau 5 : résultats obtenu de l'analyse granulométrique.....	46
Tableau 6: Résultats de l'essai de pompage (courte durée).....	56
Tableau 7 : Essai de débit par palier du forage (F18, Mouzaia).....	57
Tableau N°08 : caractéristique d'hydrodynamique de Mouzaia.....	62

## **LISTE DES ABREVIATIONS**

**ANRH** : Agence National de Ressource hydrique

**CGG** : Compagnie Générale de la Géophysique

**DRC** : Direction de Ressource Communale

**TNRS** : Tonne Noir

**PS** : Polarisation Spontanée

**R** : Résistivité

## Résumé

L'implantation des forages d'eau pour l'alimentation en eau potable nécessite une reconnaissance hydrogéologique pour localiser les meilleurs sites favorables. A cet effet, nous avons sur la base d'une synthèse hydrogéologique de la plaine de la Mitidja, basée sur les aspects hydro-climatologique, géologique et géophysique proposé un forage de 150m de profondeur dans la région de Mouzaia qui servira à l'alimentation en eau du nouveau pôle universitaire d'El Affroun.

Le rendement et la durabilité d'un ouvrage de captage d'eau souterraine est étroitement lié à sa réalisation et surtout au choix et au dimensionnement de ses équipements tubulaire et annulaire. C'est pourquoi, nous avons procédé dans notre travail à l'assistance à toutes les phases de sa réalisation avec élaboration des programmes spécifiques pour chaque phase.

**Mots clefs :** Forages, Mitidja, Implantation, hydrogéologie, géophysique, dimensionnement, rendement.

## ملخص

لتحديد أفضل المواقع المناسبة لحفر آبار و توفير مياه الشرب ، يتطلب معارف هيدروجيولوجية . و تحقيقا لهذه الغاية ، و على أساس هذه المعارف المذكورة سابقا المتعلقة بسهولة متيجة وكذلك الجوانب المناخية، جيولوجية و جيوفيزيائية اقترحنا حفر بئر على عمق 150م في منطقة موزاية من أجل سد حاجيات القطب الجامعي بالعفرورن. كما أن مردود و دوام هذا المنقب (بئر) يرتبط باختيار المناسب لتجهيزات المناسبة من أنابيب و حصى، و عليه وضعنا طرق و أساليب مختلفة لسير العمل في جميع مراحل تنفيذه و كذلك برامج محددة لكل مرحلة.

**الكلمات المفتاحية:** بئر، مئيجة، تحديد ، الهيدروجيولوجيا ، الجيوفيزياء، ابعاد، المرودود.

## Abstract

Water drilling plantation for clean water supply requires knowledge and skills in hydrogeologic in order to locate the best favorable sites .for this reason in basis of a hydrogeologic synthesis of the plain of Mitidja ,basing on on hydro-climatologic ,geologic and geophysics aspects we proposed a drilling of 150m of depth in the region of Mouzaia that wil serve in water supply for the new university pole of EL Affroun

The performance and durability of the underground water catchmet is closely linked to its realization and especially on the choice and dimensions of tubic and annular, that's why we proceeded in our work on the assistance for all phases of its realization with elaboration of specific programs for each phase.

**Keywords:** Drilling, Mitidja, Implantation, hydrogeology, geophysics, dimensioning.

# **Introduction générale**

## **Introduction générale**

---

### **Introduction générale :**

Les eaux souterraines de la nappe de la Mitidja alimentant en eau potable de nombreuses localités de la capitale et plusieurs villes des quatre wilayas situées dans la plaine (Alger, Blida, Boumerdes et Tipaza). Elles assurent aussi l'irrigation des dizaines de milliers d'hectares de terres agricoles et l'alimentation de presque toutes les unités industrielles. C'est pourquoi, un intérêt particulier est accordé à cette nappe qui a fait l'objet de nombreuses études.

Dans le cadre de l'alimentation en eau potable du pôle universitaire d'El Affroun, dont les besoins en eau sont estimés à 6900 m<sup>3</sup>/j, la direction des ressources en eau de la wilaya de Blida a décidé d'implanter deux forages dans la région de Haouche Bousmar, près de Mouzaia. Ces forages capteront la nappe alluvionnaire de la Mitidja et permettront d'assurer ces besoins. Notre travail a porté sur une contribution hydrogéologique pour l'implantation de l'un de ces deux forages projetés, à savoir le forage étudié F18 et de participer aux opérations des travaux et de leur suivis.

Pour atteindre cet objectif, nous avons scindé notre mémoire en deux parties :

La première partie sera consacrée à une synthèse hydrogéologique, en compilant les connaissances géologiques, hydrogéologiques et géophysiques qui permettent de définir les horizons susceptibles d'être aquifère. Ce la permettra de rassembler les critères favorables pour le choix du site d'implantation du forage

La seconde partie a été consacrée au suivi de chantier, où nous avons décrit le matériel utilisé, la technique de fonçage utilisé, le suivi de toutes les étapes de réalisation du forage (description des cuttings, analyse des enregistrements de la diagraphie, l'équipement tubulaire et le dimensionnement du massif filtrant, ainsi que le développement du forage et les essais de pompage).

# **Partie I**

## **Synthèse hydrogéologique pour l'implantation du forage**

## I. SITUATION GEOGRAPHIQUE :

Le forage projeté se trouve dans la région de Mouzaia, au centre-ouest de la plaine alluviale de la Mitidja. Cette dernière s'étend sur plus de 1300Km<sup>2</sup> suivant une orientation est Ouest, au Sud du littoral d'Alger.

Elle est limitée

- Au Nord : par le bombement du Sahel de 260m d'altitude
- A Nord-Est : par le massif cristallin de Bouzaréa culminant à 407m.
- A l'Ouest : par le massif du Chenoua culminant à 905m.
- Au Sud : par l'Atlas Blideen.

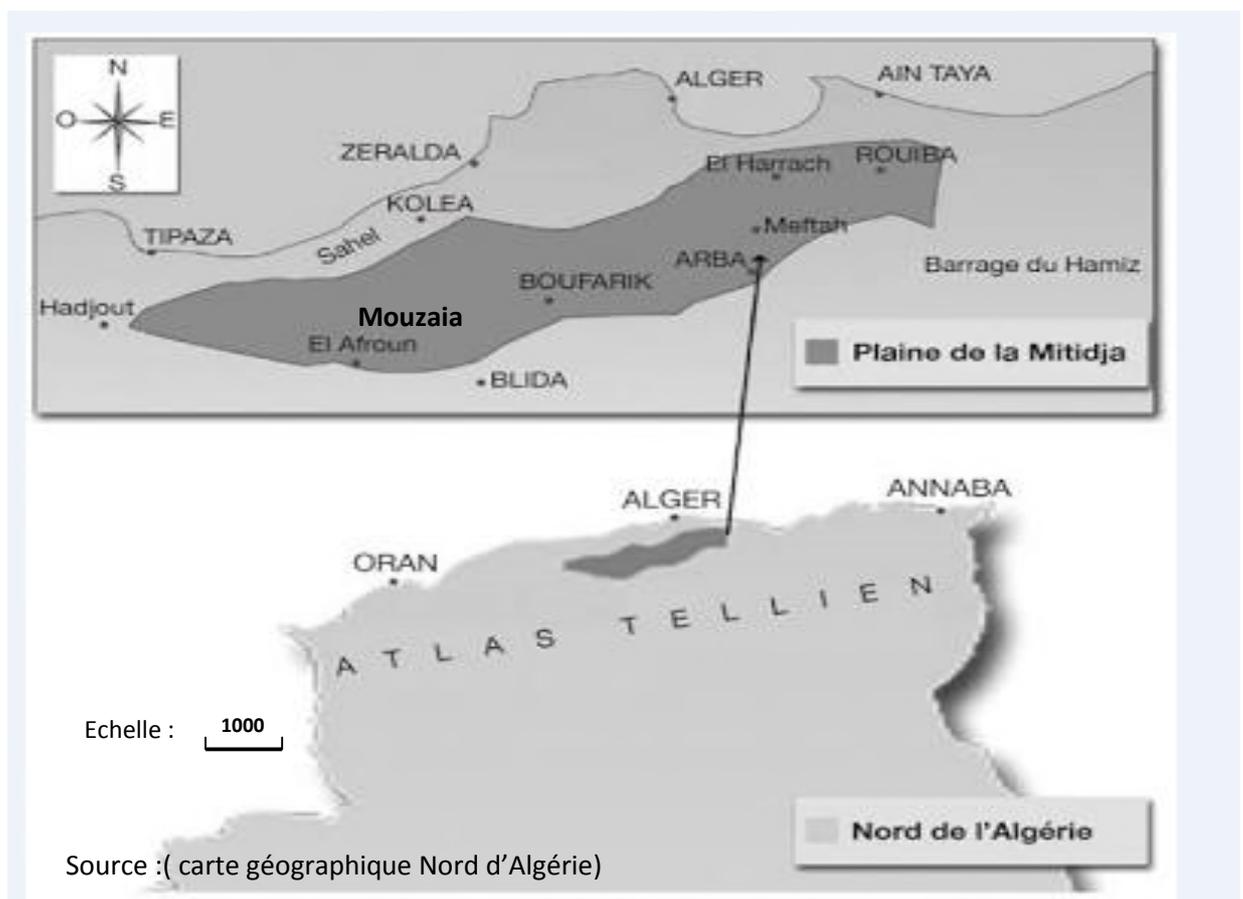


Figure. N°01 : Carte de situation géographique de la plaine de la Mitidja.

## **II. GEOMORPHOLOGIE :**

La région d'étude présente une topologie contrastée, variant des zones basses et plates de la plaine aux reliefs escarpés de l'Atlas, en passant par une zone intermédiaire (piémonts de l'Atlas) à pente douce modelée par des écoulements à lits encaissés.

L'approche géomorphologique de la région permet de distinguer quatre unités différentes par leurs traits géomorphologiques :

### **II.1.LA PLAINE**

C'est une zone à remplissage moi-plio-quaternaire bordée par deux régions surélevées (GLANGEAUD, 1932). Cette zone constitue une étendue plane de 40 à 50 mètres d'altitude, qui se relève régulièrement vers le piémont de l'Atlas au Sud, et vers le Sahel au Nord.

### **II.2. LE SAHEL**

Il représente un bombement anticlinal à pente faible, qui sépare la plaine de la mer. Cette ride sahélienne, d'altitude 200 à 250 mètres, constitue une limite continue depuis El-Harrach jusqu'à l'oued Nador, excepté une cluse au niveau de l'oued Mazafran.

### **II.3.L'ATLAS BLIDEEN**

Au Sud de la plaine se développe un massif montagneux de haut sommets accusant une direction NE – SW, il se relève rapidement de la bordure de la plaine pour atteindre une altitude de 1200 à 1600 mètres.

Dans l'ensemble, la morphologie de cette chaîne montagneuse est caractérisée par une succession de crêtes rabotées par une érosion intense due aux ruissellements favorisés par la faible couverture végétale et la pente forte.

### **II.4.LE PIEDMONT DE L'ATLAS BLIDEEN**

C'est une zone de déjection à l'écoulement encaissé résultant de l'érosion dynamique du massif ancien. Cette unité, d'altitude 100 à 150 mètres, joue un rôle de couverture qui masque le contact structural séparent la plaine de l'Atlas.

### III. LE RESEAU HYDROGRAPHIQUE

La plaine de la Mitidja est parcourue par un réseau hydrographique plus ou moins important formant quatre sous bassin versant, qui sont :

- Bassin de Mazafran
- Bassin d'oued Chiffa (Nador).
- Bassin versant d'oued El Harrach Maritime
- Bassin versant d'oued Djer Bouroumi.

Les caractéristiques morpho-métriques de ces quatre sous – bassins versants sont regroupées dans le tableau N°01.

Tableau. N°01 : les caractéristiques morphologique des sous bassins versants

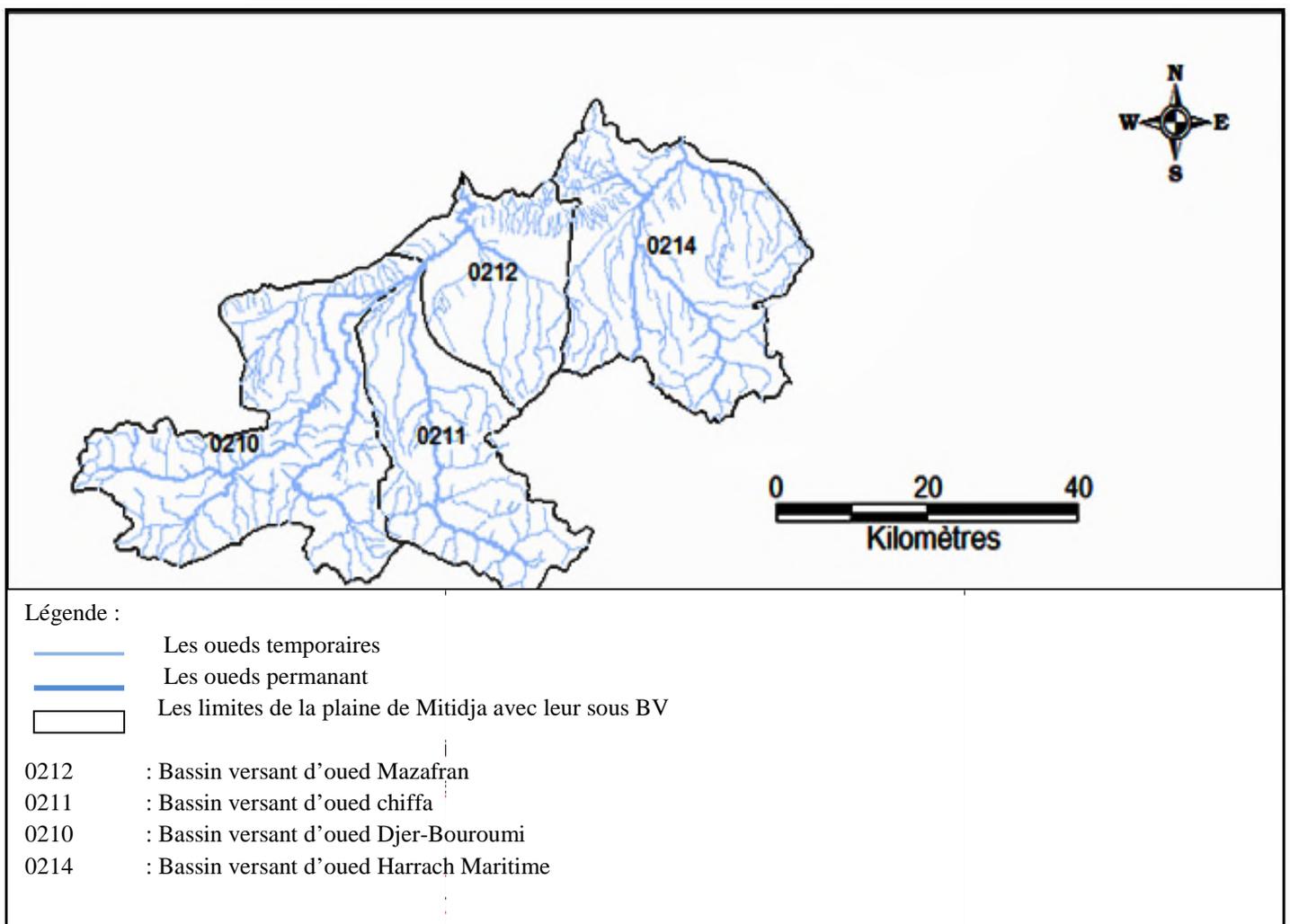
(Source : annuaire hydrologique ANRH\*)

Bassins versants	Oueds	Superficie du bassin versant (km <sup>2</sup> )	Code du sous bassin versant	Altitude moyenne en (m)	Périmètre en (km)	Indice de compacité
Mazafran (bassin central)	Djer, Bouroumi Chiffa	1860	0212	446	99.504	0.64
Bassin d'oued Chiffa	Oued Chiffa	585,017	0211	580	73	0.84
Bassin d'oued Djer, Bouroumi	Oued Djer et Bouroumi	899,259	0210	488	125	1.16
Bassin d'oued Maritime	Oued El Harrache	846,788	0214	432	75	0.72

D'après le tableau N°01 on constate que :

- Le sous bassin d'oued Djer Bouroumi caractérisé par une superficie très importante (680km<sup>2</sup>) qui favorise une accumulation d'un grand volume d'eaux superficielle. Il est aussi caractérisé par une forme allongée ( $I_c > 1,12$ ) avec un périmètre de l'oued principale de (125km). Tous ces paramètres indiquent que le temps de concentration au niveau de l'exutoire est très grand et le débit de crue est très faible.

- Le sous bassin d'oued Chiffa avec une superficie moyenne (314km) et un indice de compacité élevé, lui confère une forme allongée avec une longueur du cours d'eau principal de 73km.
- Le sous bassin d'oued El Harrach-Maritime avec une superficie de 387km<sup>2</sup> et un indice compacité égale 0.72, présente une forme circulaire. Tous ces paramètres favorisent un temps de concentration (t<sub>c</sub>) très élevé et un débit d'écoulement au niveau de l'exutoire très important.
- Le sous bassin d'oued Mazafran à une superficie de 427,48km<sup>2</sup> et un indice de compacité égale à 1,16, cela lui confère des caractéristiques morpho métriques favorisant une très faible concentration des eaux au niveau de l'exutoire.



Source : ANRH/2012

Figure. N°02 : Carte des sous Bassin Versants de la plaine de la Mitidja.

Tous ces oueds sont issus de différents affluents provenant de l'Atlas et coulant généralement suivant une direction Sud-Nord perpendiculairement allongement de la plaine. Ces Oueds du centre de la plaine se réunissent pour franchir la ride au niveau de la cluse du Mazafran. Les débits les plus forts ont été enregistrés sur le Mazafran, qui est considéré comme étant le plus important de par sa longueur (65km) et la superficie de son bassin versant (1860km<sup>2</sup>).

Tableau. N° 02: Débits annuels des principaux Oueds de la période : 1982 – 1995 (source : annuaire hydrologique ANRH)

Oueds	Bassins versant	Stations de jaugeage	Débit moyen en (m <sup>3</sup> /s)
Mazafran	Mazafran (bassin central)	Fer à cheval	123.85
Djer	Bassin d'oued Djer, Bouroumi	EkAffroun	17.40
Harrach	Bassin d'oued Maritime	Rocher des pigeons	27.3
Chiffa	Bassin d'oued Chiffa	Amont de gorges	68.1

\* Agence Nationale des Ressources Hydrauliques

## **IV. GEOLOGIE**

### **IV.1. Introduction:**

Cette synthèse géologique a été établie à partir des travaux des auteurs (POMEL 1889, GLANDEAU 1932, AYME 1956, AGROCOMLECT 1977, CGG 1967, et BINNIE et PARTENERS 1983).

### **IV.2. Structure générale :**

La plaine de la Mitidja est une dépression synclinale d'orientation générale Ouest – Sud – Ouest Est- Nord – Est, où se sont accumulées les formations Néogènes et Quaternaires. Elle est comprise entre deux régions anticlinales :

- L'anticlinal du sahel au Nord, d'altitude moyenne 267m, qui sur 70km isole la plaine de la Mitidja de la mer.
- L'Atlas Blidéen au Sud, c'est un vaste massif montagneux qui tranche brusquement sur la plaine. Il est caractérisé par d'épaisses séries essentiellement du Crétacé-paléocène.

#### **IV.2.1. Litho stratigraphie :**

La distribution générale des formations est-elle illustrée dans la figure N°04. La succession géologique intéressant l'évolution de la plaine de Mitidja comprend, de haut en bas :

#### **IV.2.2. Les roches métamorphiques :**

Elles se rencontrent sous forme de petits affleurements isolés au Nord (massif d'Alger-Cap Matifou) et à l'Est de la plaine de Mitidja (Nord d'Arbatache). Elles sont représentées, par des micaschistes et des gneiss.

#### **IV.2.3. Les roches éruptives du Tertiaire :**

Elles affleurent sur le pourtour Sud-Ouest de la Mitidja ou elles se trouvent en contact avec les alluvions récentes du bassin de la Mitidja.

L'ensemble volcanique de Hadjout est constitué essentiellement par des laves, des tufs andésitiques.

D'autre affleurement des roches volcaniques se rencontrent dans les régions de Khemis El Khechna (rhyolites, andésites).

#### **IV.2.4. Les formations les plus anciennes et le Miocène :**

Ils occupent une place minime dans le développement du bassin de la Mitidja.

##### **IV.2.4.1. Le Miocène :**

Il existe au-dessous du bassin de la Mitidja et affleure par endroits dans l'Atlas, plus particulièrement au Sud-Est de Khemis El Khechna et au djebel Zerouala.

Au Sud-Est de Khemis El Khechna, le Miocène est représenté par les marnes épaisses (50m) du Vindobonien, comprenant des lentilles de calcaire dans le djebel Zerouala. Le Vindobonien se caractérise par un faciès marneux d'une puissance maximale (40 à 50 m) contenant des Foraminifères des Clypeâstres et des Lamellibranches.

Dans la même région se rencontrent des marnes et des argiles Cartésiennes avec une faune d'Echinodermes indéterminées et Foraminifères renfermant de grès et des poudingues d'épaisseur variable.

##### **IV.2.4.2. Le Pliocène :**

Les formations du pliocène occupent essentiellement la Mitidja et sa bordure Nord et apparaissent très peu sur sa bordure Sud ou elles sont masquées par les formations Quaternaires qui viennent buter sur les formations Crétacées-paléocènes.

##### **IV.2.4.3. Le plaisancien :**

Il est composé principalement d'une série épaisse et uniforme de marnes grises et bleues présentant localement des bancs de grès à glauconie.

Le plaisancien épais de 100m sous le bassin et le Nord de la Mitidja, se biseautent vers le Sud ou il vient reposer en discordance sur les formations miocènes.

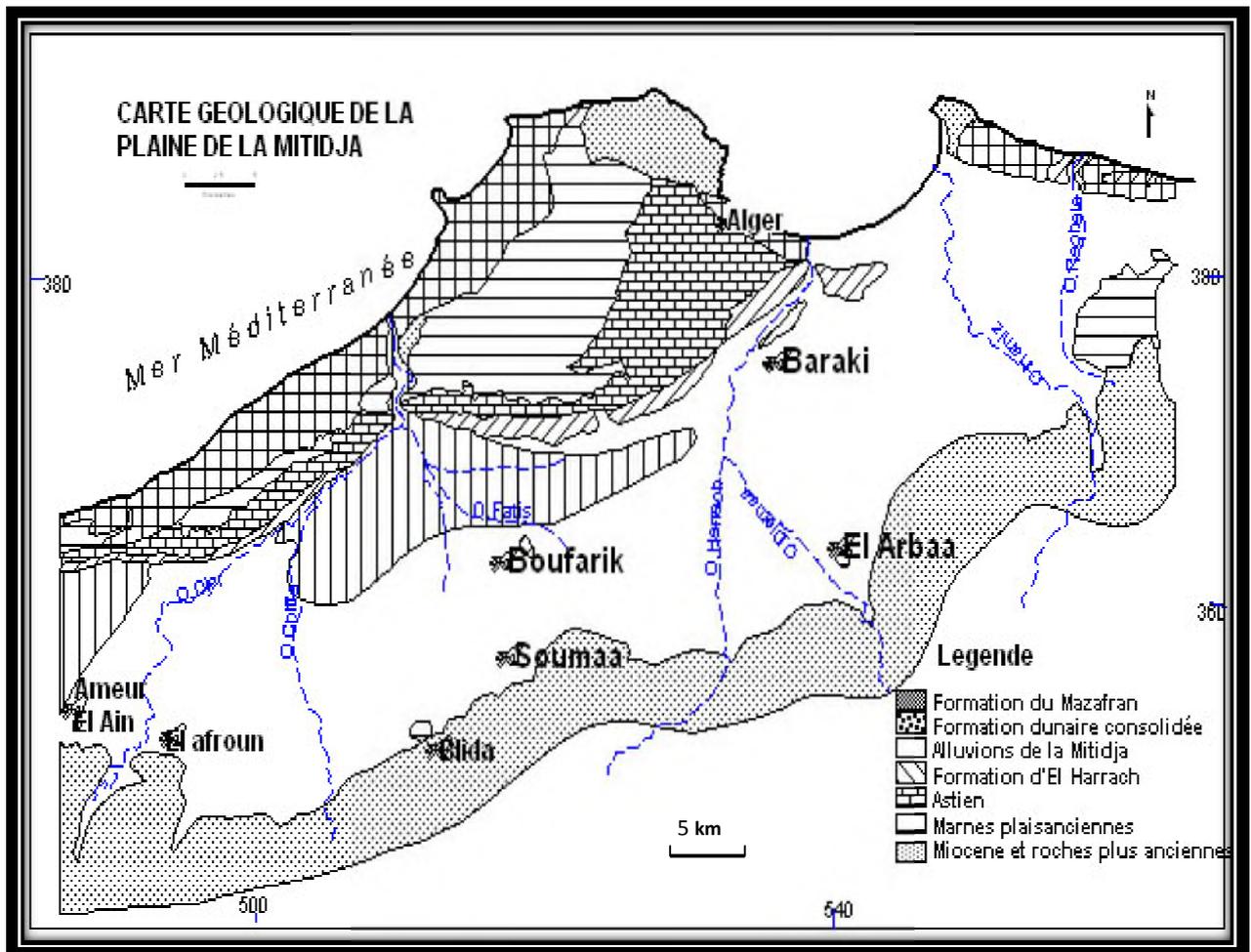


Figure N°03 : Carte géologique de la région d'Alger. (Source : ANRH Blida)

#### IV.2.4.4.L'Astien :

L'Astien est bien développé sur la côte Sud du Sahel, il apparaît très peu sur la bordure Sud de la plaine de Mitidja.

La formation astienne épaisse de 100 à 150 m est caractérisée par un faciès varié. Elle débute par un niveau à glauconie fossilifère et se poursuit par :

- De la mollasse récifale ou sub-récifale
- Des marnes jaunes d'épaisseur de 1 à 15 m
- Un faciès gréseux
- Un faciès calcaire ou calcaire-gréseux

**IV.2.4.5. Les formations Villafranchien (d'EL Harrach) :**

Le Villafranchien est connu sous le nom de formation des marnes d'EL Harrach, c'est une séquence relativement uniforme d'argiles jaunâtres à grises par endroit avec quelques cailloutis et lentilles de graviers épais de 2 à 6 m.

La série de marnes visibles en surface à EL Harrach, sur le flanc Sud du Sahel et à l'extrémité occidentale de la plaine de Mitidja.

**IV.2.4.6. Les formations quaternaires :**

Elle présente dans toute la plaine à l'exception de la partie occidentale, d'une puissance moyenne de 100 à 200 mètres, son épaisseur diminue vers les bordures et la baie d'Alger.

La formation de la Mitidja comprend des matériaux grossiers : graviers et galets des limons des argiles, caractérisés par une granulométrie variée dans le sens horizontal et vertical.

**IV.2.4.7. Les formations du Mazafran et Halloula :**

Ces formations sont constituées de limons gris et d'argiles limoneuses que l'on rencontre dans les terrains bas de la plaine de Mitidja sur une épaisseur de 10 mètres en moyenne (MONTOUCHET, 1952 ; MUTIN, 1977).

La formation de Halloula se situe à l'Ouest des oueds Djer et Bouroumi ou elle occupe la zone de l'ancien lac de Halloula.

Les limons de la formation de Mazafran se rencontrent le long et dans la cluse du Mazafran. Ils ont une épaisseur maximale de 60 m.

**IV.2.4.8. Dépôts de piémont de l'Atlas :**

Ils sont constitués de gros éléments anguleux emballés dans une matrice limoneuse et des couches de graviers.

**IV.2.4.9. Les dépôts récents :**

Ces dépôts recouvrent une partie relativement peu importante du remplissage de la plaine de Mitidja. Ils comprennent les formations suivantes :

**IV.2.4.10. Dépôts de lits des oueds actuels :**

Ils sont composés de sables et des graviers, et présentent une épaisseur des quelques mètres.

**IV.2.4.11. Dépôts de sables dunaires :**

Ils sont épais de 20 à 40 mètres et occupent la baie d'Alger et la région de Réghaia.

Tableaux. N°03 : log litho stratigraphique.

Systèmes		Etages	lithologie	Epaisseur (m)
<b>Quaternaire</b>	<b>Holocène</b>	Actuel / Récent		
	<b>Pléistocène</b>	Flandrien / Rhabien (1)	Limons argiles limoneuses	<b>20</b>
			Sables consolidés à lumachelles	<b>30</b>
		Soltanien / Tensifien (2)	Alternances de graviers et d'argiles	<b>150</b>
		Calabrien/villafranchien (3)	Argiles et cailloutis	<b>100</b>
<b>Tertiaire</b>	<b>Pliocène</b>	Astien	Grès, sable et calcaires	<b>120</b>
		plaisencien	Marnes et argiles bleues	<b>200</b>
	<b>Miocène</b>	Vindobonien	Marnes et lentilles de calcaire	<b>50</b>
	<b>Eocène</b>	Burdigalien	Marnes et lentilles de grès	<b>?</b>

**Source :** Mémoire de projet de fin d'études du diplôme d'ingénieur, Université UTHB. 2003/2004 (Metidja Ouest)

(1) : Versitien.

(2) : Tyrrhénien.

(3) : Calabrien.

Nomenclature Sud Européenne.

**IV.3. Evolution Paléogéographique et Tectonique :**

L'histoire géologique de la Mitidja remonte à l'Eocène, tandis que son individualisation en unités structurales s'esquisse dès la fin de l'Astien.

A partir de l'Astien, les phénomènes de remblaiement, d'érosion et de plissement commencent à s'accroître.

Ces phénomènes se poursuivent jusqu'à la fin du Pléistocène, en modifiant la distribution spatiotemporelle des sédiments précédemment déposés. Plusieurs événements géologiques à effet surajouté ont cependant contribué à l'évolution paléogéographique et structurale de la Mitidja, à savoir.

**IV.3.1. L'Eocène:**

Jusqu'à la fin de l'Oligocène, les formations d'écaillés et plis complexes. La phase préabonienne de la fin du Lutétien à la régression marine pour sa part provoque le soulèvement de l'atlas qui connaît dès lors une évolution continentale.

**IV.3.2. Le cycle Miocène:**

Au Burdigalien la mer occupe toute la Mitidja. A cette époque; les processus de sédimentation et de plissement s'accroissent, et le bassin commence à s'effondrer. Cette phase de plissement se poursuit au Cartenien, par des déformations cassantes affectant les zones de flexures.

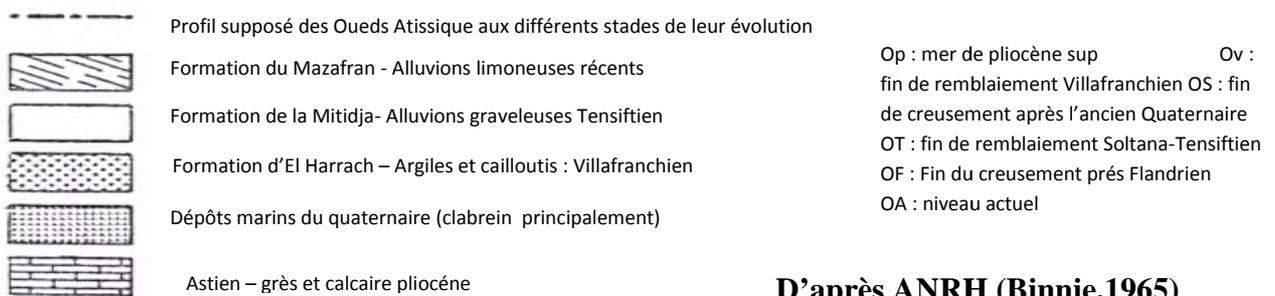
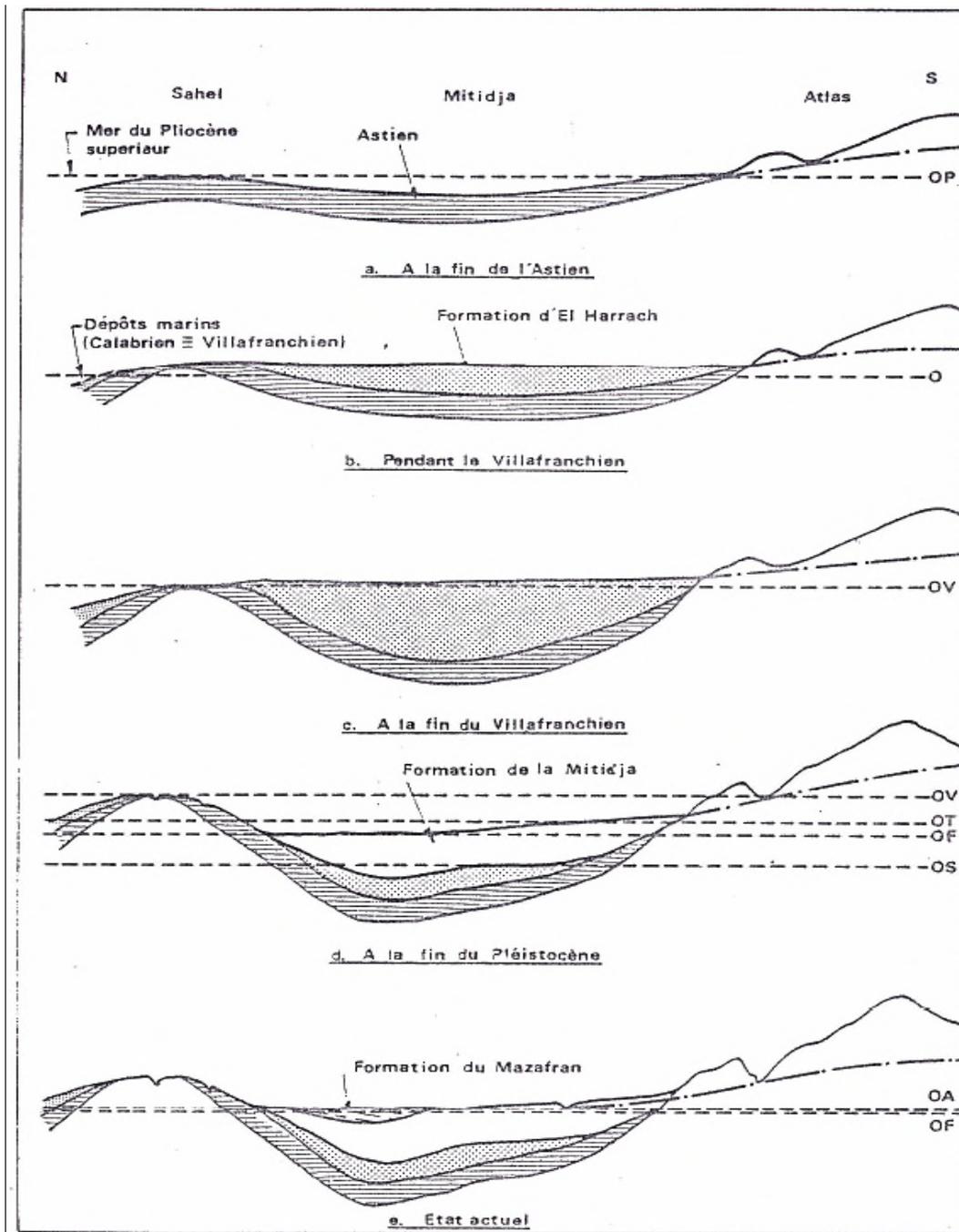
A la fin de Miocène moyen (Vindolobnien) la mer se retire de la totalité de la Mitidja. Cette régression générale est accompagnée par une phase tectonique en distension favorisant l'émission de roches éruptives.

**IV.3.3. Le Pliocène:**

Le cycle débute par une transgression marine traduisant une sédimentation marneuse et se termine par une régression avec émergence.

La Plaisancien correspond à une période de calme avec une sédimentation en mer profonde. A cette époque, la mer s'avance vers le Sud sans atteindre le pied de l'Atlas qui est en surrection continue.

Cette transgression traduit une sédimentation marneuse discordante sur la formation du paléocène.



D'après ANRH (Binnie,1965)

FigureN°04: Evolution du Sahel et de la plaine de la Mitidja (Quaternaire et pliocène)

L'épisode marin s'achève par une phase de sédimentation détritique (grès calcaire sable glauconieux), de faible profondeur qui manille le début de l'Astien.

A la fin de l'Astien, un plissement surélève l'Atlas Blidéen. Le synclinal Mitidjien s'enfonce tout en provoquant l'apparition du bombement anticlinal du sahel.

L'Atlas est soumis à une érosion dont les produits viennent de déposer dans le bassin subsident. C'est le début du remblaiement Villafranchien.

Pendant le Villafranchien, le bassin subsident se remplit par des marnes et des cailloutis et s'approfondit. A ces mouvements d'enfoncement s'ajoutent les compressions latérales, qui accentuent les reliefs et la subsidence.

La sédimentation Villafranchienne se termine par une baisse continue du niveau de la mer jusqu'à la cote 60 m. A ce moment, les phénomènes d'érosion s'amorcent et la subsidence s'accroît.

A la fin Pléistocène, les dépôts du Villafranchien sont en grande partie érodés, mettant à nu l'Astien dans la Mitidja Orientale.

Dès lors les oueds creusent profondément leurs lits et les cônes de déjection s'avancent vers la plaine.

Enfin la transgression flandrienne donne à la Mitidja son aspect actuel avec un fond désymétrique, des cônes de déjections, des oueds faiblement encaissés ou des zones basses occupées par des alluvions limoneuses.

#### **IV.4. Conclusion:**

La plaine de Mitidja est une zone subsidente continue (GLANGEAUD, 1932) cette subsidence a donné naissance à une sédimentation active dont les éléments proviennent essentiellement des reliefs de l'Atlas Blidéen. En relation avec le développement géologique et géomorphologique de la Mitidja pendant le Pliocène et le Quaternaire se forment deux réservoirs aquifères principaux, celui de l'Astien et celui de la Mitidja (nappe alluviale). La formation la plus élevée est celle des limons du Mazafran, relativement imperméable et ne se rencontre que par endroits.

## V. APPORT DE LA RECONNAISSANCE GEOPHYSIQUE

La plaine de la Mitidja a fait l'objet d'une étude géophysique par la méthode de prospection électrique, réalisée par la compagnie générale de géophysique (CGG) entre 1969 et 1972.

L'objet de cette étude a porté sur :

- l'identifier les formations susceptibles d'être aquifères par leur caractéristique géologique de résistivité ( $\rho$ ) et leur Résistance transversale.
- l'étude de la géométrie des aquifères.

C'est ainsi que plusieurs sondages électriques verticaux avec une longueur d'émission AB égale à 2000m ont été réalisés.

Les résultats obtenus portent sur la définition d'une échelle de résistivité, l'élaboration de coupes géo-électriques des cartes d'iso-résistivité et d'isobathe du toit du substratum.

### V.1 Interprétation des coupes géo-électriques :

Sur la base du positionnement des sondages électriques verticaux, des coupes géo-électriques ont été établies par la CGG. Dans notre région d'étude, les coupes géo-électriques passant près de la zone d'étude correspondent aux profils J et K (sur la figure suivante).

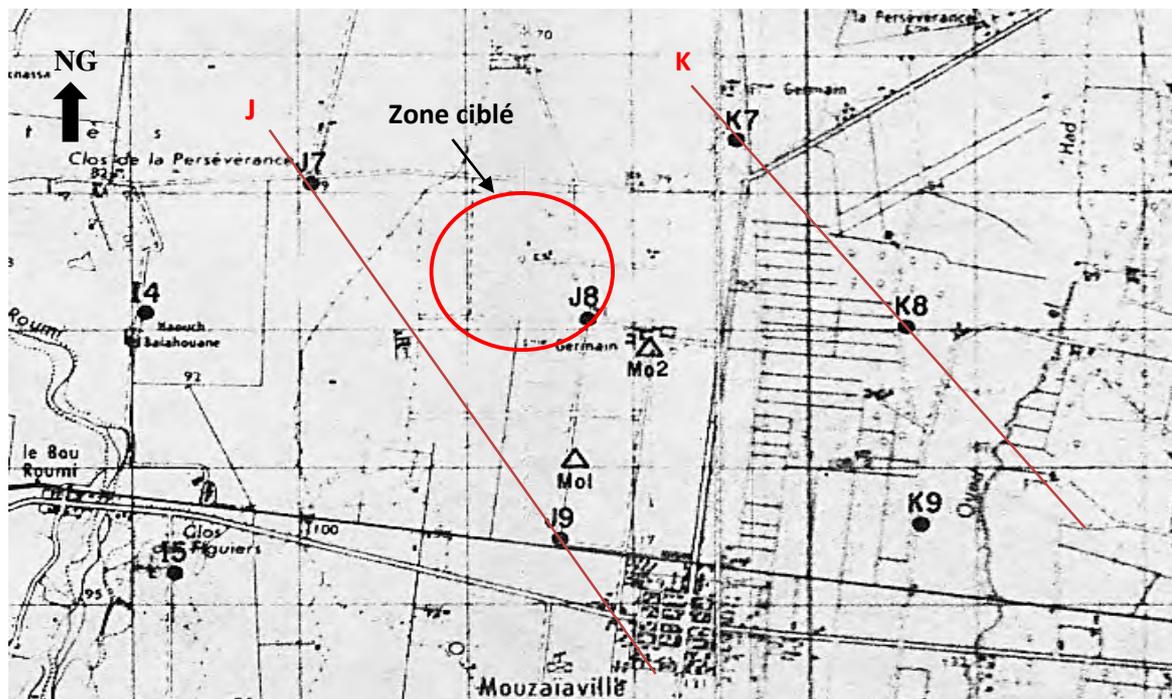


Figure N°05 : Carte de situation des sondages électriques dans la plaine de la Mitidja (région de Mouzaia, CGG.1969-1972).

**- La coupe géo électrique J,**

C'est une coupe orientée nord sud. Elle montre globalement un remplissage bordé par des terrains crétacés au niveau de l'atlas Blidéen et par une faille au nord délimitant la plaine du sahel d'Alger. Cette faille illustre bien le caractère subsidien de la plaine.

Dans la plaine on distingue trois horizons distincts par leur résistivité et leur épaisseur :

- Un horizon très épais (200 au nord jusqu'à 300m au sud de la plaine) caractérisé par des résistivités de 20 à 30ohm.m. Ce niveau est attribué au remplissage alluvionnaire du Quaternaire. On y observe quelques variations latérales de faciès qui se manifeste par la présence d'horizons en lentilles discontinues résistantes au nord et conductrices au sud. Dans la partie nord on y observe au la présence de fines couches très conductrices (15 ohm.m) de quelques mètres d'épaisseur qui recouvrent les alluvions.
- Sous les alluvions on observe un terrain avec une épaisseur moyenne de 150 et une résistivité de 70 ohm.m qui correspondrait aux faciès astien représenté par des sables et grès.
- Le troisième niveau est conducteur (10 à 15 ohm.m) et formerait le substratum marneux (Plaisancien) de tout le bassin de la Mitidja.

**- La coupe géo-électrique K,**

C'est une coupe orientée nord sud et montre globalement un remplissage bordé par des terrains crétacés au niveau de l'atlas Blidéen et par une faille au nord délimitant la plaine, du sahel d'Alger. Comme pour la coupe précédente, cette faille illustre bien le caractère subsidien de la plaine. Au niveau de cette dernière, on distingue trois horizons distincts par leur résistivité et leur épaisseur :

- Le premier horizon est très épais (200 au nord jusqu'à 300m au sud de la plaine) caractérisé par des résistivités de 20 à 30ohm.m. Ce niveau est attribué au remplissage alluvionnaire du Quaternaire. On y observe également quelques variations latérales de faciès qui se manifestent par la présence d'horizons en lentilles discontinues au sud entre les sondages K9 et K11 avec une résistivité 40 à 70 ohm.m entre K7 et K5 (10ohm.m). A l'extrémité nord de la plaine (entre K2 et K1) un horizon résistant est observé avec une valeur de 58 ohm.m.
- Le second horizon apparait sous les formations quaternaires avec une épaisseur moyenne de 250m. Ce niveau est celui de la couche astienne qui montre les mêmes

caractéristiques géo électriques notées sur la coupe précédente, mais sur cette coupe ce faciès disparaît en biseau dans la masse quaternaire au sud de la plaine.

- Le troisième niveau est conducteur (10 à 15 ohm.m) et formerait, comme pour la coupe J, le substratum marneux (Plaisancien) de tout le bassin de la Mitidja.

## **V.2.Conclusion :**

Pour les études hydrogéologiques en vue d'implantation d'un forage, la prospection géophysique a une nécessité géologique, dans le choix des sites préférentiels, car elle permet de bien illustrer la configuration géométrique des aquifères ainsi que leur potentialités.

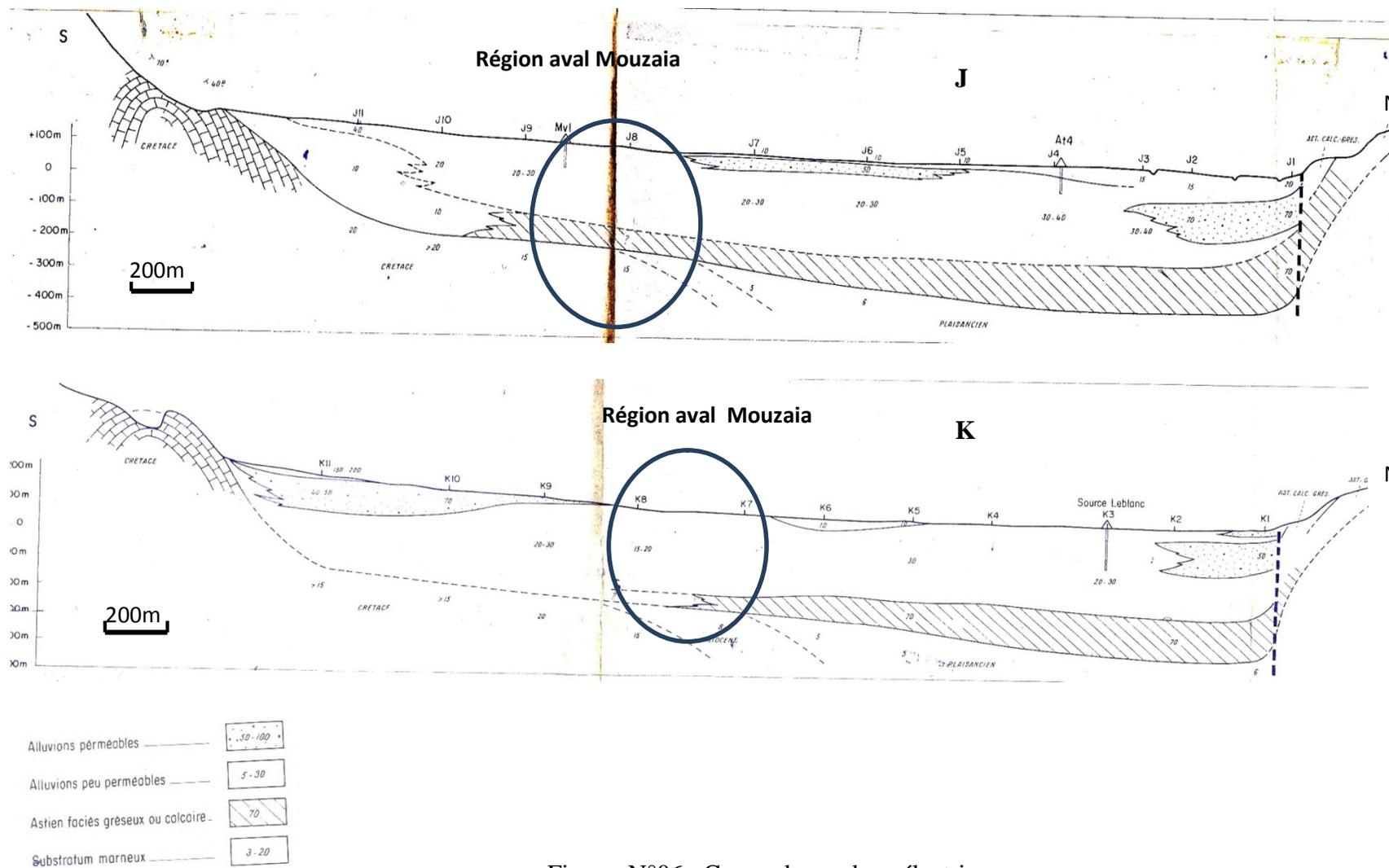


Figure. N°06 : Coupe de sondage électrique

## **VI. CONTEXTE HYDROGEOLOGIE**

### **VI.1. introduction**

Le principal objectif de cette synthèse hydrogéologique consiste à identifier et à décrire les unités géologiques ayant une importance du point de vue hydrique dans la plaine de la Mitidja.

Cette synthèse hydrogéologique que nous présentons a été établie sur la base des études antérieures, notamment celles de Géo-hydraulique et de l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (ANRH). Les caractéristiques hydrodynamiques des aquifères seront décrit ci-après.

### **VI.2. Identification des niveaux aquifères**

La plaine comporte deux principaux aquifères, celui de l'Astien et celui de la Mitidja qui reposent sur les marnes du Plaisancien formant la limite inférieure imperméable de presque tout le bassin. Ces deux aquifères sont séparés sur toute la surface du bassin par les marnes de la formation des argiles villafranchiennes qui ne comporte que des zones très localisées de matériaux perméables. Signalons que vers l'est de la plaine, les deux aquifères se retrouvent en continuité hydraulique car la couche d'argile est inexistante entre Rouiba et Reghaia.

#### **VI.2.1. L'aquifère astien**

IL s'étend sous la majeure partie alluviale et affleure sur les collines du Sahel et en des endroits peu nombreux le long de la base des monts de l'ATLAS à l'Est région de Meftah. A l'Ouest, l'aquifère ne descend pas si bas vers le Sud, son épaisseur moyenne est de 100 à 130 mètres.

Le toit de l'aquifère se trouve généralement entre 250 et 300 m au-dessous de la surface sur la majeure partie de la plaine, il est constitué par les marnes de la formation d'EL HARRACH sauf dans la partie Est de la plaine ou il est en contact direct avec l'aquifère de la Mitidja. Les formations sur lesquelles repose l'aquifère, sont celles qui forment ses limites latérales imperméables vers le Nord.

#### **VI.2.2. L'aquifère quaternaire de la Mitidja**

Deux petites unités géologiques ont été regroupées avec la formation de la Mitidja dans le concept d'aquifère de la Mitidja. Ce sont les sables dunaires récents qui longent la baie

d'Alger et les alluvions récentes des lits d'oueds. Ces deux unités sont composées de matériaux apparentes en continuité avec la formation de la Mitidja. L'aquifère de la Mitidja occupe toute la superficie du bassin de la Mitidja sauf sur la partie Ouest au-delà de AMEUR EL AIN, et dans quelques zones localisées en bordure du bassin entre BARAKI et EL HARRACH le réservoir de la Mitidja se compose essentiellement de graviers et de galets alternant avec des limons et argiles.

Son épaisseur, déduite à partir de la géophysique (GGC, 1969) et des coupes des forages, varie entre 100 et 200 m sur la majeure partie de la plaine et va en s'amincissant vers le Sud, pour atteindre l'Atlas.

Ses limites sont plus complexe que celles de l'Astien, son substratum se situe au contact des formations marneuses d'EL HARACH le toit de l'aquifère d'une manière générale est forme par la surface du sol sauf dans le bas Mazafran ou l'aquifère est recouvert et rendu captif par les limons de la formation du Mazafran épaisseur de 10 à 60 m.

L'aquifère est limité à l'Ouest par des argiles de la formation du Halouya. Le long du Sahel, il est bordé par les marnes d'EL HARACH et la mer, sauf en quelques points ou il est en contact direct avec l'Astien.

A l'est de la baie d'Alger, l'aquifère est isolé de la mer par les formations dunaires consolidées du Sahel.

La limite Est est en partie constituée de marnes du Plaisancien, mais l'aquifère est en continuité avec les alluvions de la basse vallée de l'oued Boudouaou.

La limite Sud de l'aquifère est marquée par les formations de l'Atlas Blidéen. A ce niveau, l'aquifère de la Mitidja est en général en contact direct avec l'aquifère astien qui recouvre les formations miocènes.

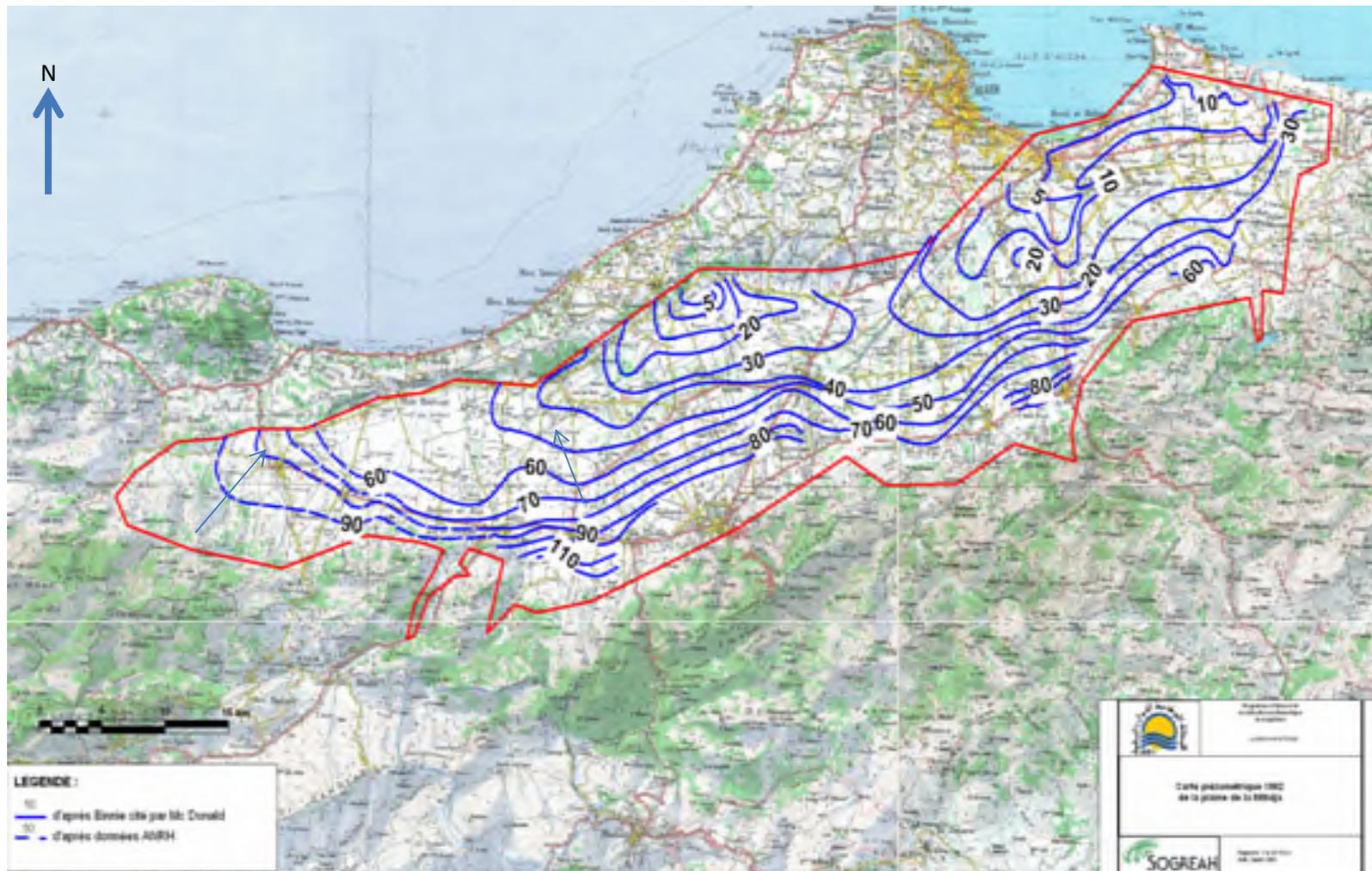


Figure N°07 : Carte piézométrique de la nappe des Alluvions de la Mitidja en 2005 (SOGREAH, 2005).Source : ANRH /DRC

### **VI.3. CARACTERISTIQUES HYDRODYNAMIQUE DES AQUIFERES :**

#### **VI.3.1. L'aquifère astien**

Il se trouve en charge sous les marnes jaunes semi-perméable d'EL HARACH sauf dans la partie Est où il est en contact direct avec l'aquifère de la Mitidja.

Les données dont nous disposons sur les écoulements dans l'Astien concernent uniquement l'affleurement, et sont donc insuffisantes pour faire ressortir le schéma des écoulements.

Les caractéristiques hydrodynamiques de l'Astien sont mal connues et les estimations de la transmissivité indiquées par la société Géo hydraulique 1968-1972 et le bureau d'étude (Bennie et Partner, 1979-1980) varient de  $90 \text{ m}^2/\text{jour}$ .

Le coefficient d'emménagement estimé à partir des essais de pompage de croute durée (Bennie et Partner 1979-1980) est compris entre  $5.10^{-6}$  à  $5.10^{-3}$ .

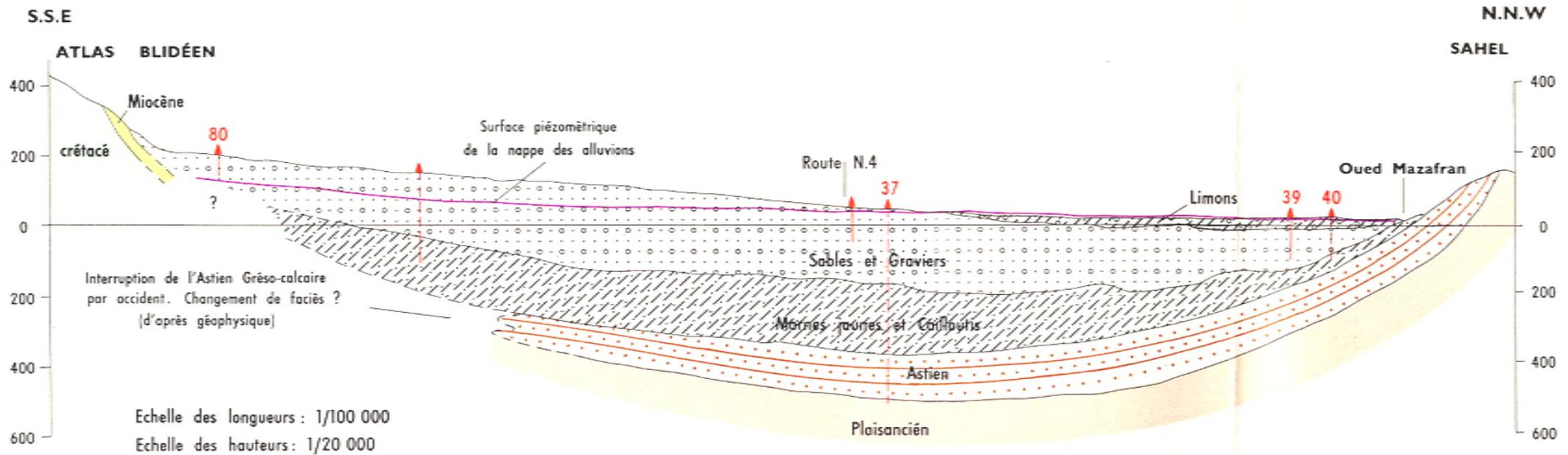
#### **VI.3.2. L'aquifère quaternaire**

L'aquifère de la Mitidja contient une nappe libre, sauf dans le bas Mazafran où la nappe est captive sous les limons récents de la formation du Mazafran (Rharbien).

Il est caractérisé par des perméabilités verticales inférieures aux perméabilités horizontales à cause des grandes variations que connaissent les matériaux dans le plan vertical en un point donné (Géo-hydraulique).

Les eaux s'écoulent en général du Sud vers le Nord. Au centre de la plaine, l'écoulement se fait depuis la bordure de l'Atlas en direction du Nord puis converge vers le bas Mazafran pour s'écouler dans les limons sus-jacents et vers les oueds (Figure N°7). Dans le bassin d'EL HARACH, HAMIZ, les écoulements naturels proviennent de l'Atlas et se dirigent vers les marais de REGHIA, la baie d'ALGER et vers les deux aires situés entre BARAKI et DAR EL BAIDA.

La transmissivité de l'aquifère de la Mitidja varie, à la fois suivant la perméabilité et l'épaisseur de matériau le constituant. En général, on observe des perméabilités élevées dans les matériaux déposées par les grands oueds et des perméabilités faibles dans les matériaux provenant du piémont.



Source : (In carte hydrogéologique d'Alger au 1/200000eme, 1972).

Figure N°08 : Coupe hydrogéologique Nord-Sud interprétative de la plaine de la Mitidja.

## **VII- IMPLANTATION DU FORAGE**

### **VII-1 Introduction**

L'objectif principal de ce mémoire est l'implantation d'un forage dans la plaine de la Mitidja, dans la région de Mouzaia. Ce forage sera utilisé pour l'approvisionnement en eau potable du pôle universitaire d'El Affroun.

La recherche d'eau souterraine (communément appelée implantation de forage) étant un préalable à la réalisation des forages d'eau. Ainsi, cette partie sera consacré à rechercher les meilleures sites favorables pour soutirer de grands débits. Pour cela, le choix est édicté selon plusieurs critères,

### **VII-2 Critères retenus**

Parmi les critères retenus, la géologie, l'hydrogéologie et la géophysique sont très importants pour le choix d'implantation d'un forage.

#### **VII-2-1 Critère géologique et hydrogéologique**

La plaine de Mitidja est une zone subsidente continue qui a donné naissance à une sédimentation active dont les éléments proviennent essentiellement des reliefs de l'Atlas Blidéen. Dans ce bassin, se distinguent deux niveaux pouvant constituer des aquifères potentiels, à savoir les dépôts détritiques ou alluvions du Quaternaire et les facies sablo-gréseux de l'Astien.

Sur le plan hydrogéologique, ces deux niveaux forment en effet deux importantes nappes dans la Mitidja :

- La nappe des alluvions quaternaires qui est formée de dépôts d'alluvions clastiques (sables, graviers et argiles) qui repose souvent sur un niveau plutôt argileux du Villafranchien.
- La nappe de l'Astien affleurant sur le bombement du Sahel, plonge sous les alluvions dans la plaine de la Mitidja. Dans la région d'étude son toit est enfouis a plus de 250m de profondeur.

Ces deux nappes ont pour substratum les marnes du Plaisancien.

Les caractéristiques hydrodynamiques de la nappe des alluvions de la Mitidja sont excellentes et permettent d'envisager des débits d'exhaures importants. Toutefois aux alentours d'el

Affroun, les débits des forages existants sont relativement faibles en raison du fort gradient hydraulique et du niveau piézométrique élevé (voir figure N°07). C'est ainsi que nous préférons orienter notre choix vers des zones situées en aval notamment au nord de Mouzaia, où les conditions hydrodynamiques sont plus favorables.

### **VII-2-2 Critère géophysique**

La synthèse géophysique a permis d'établir des coupes géo-électriques à partir de la résistivité des couches et de leurs épaisseurs. Dans la région d'étude le profil géo-électrique de la coupe J montre un horizon très épais (200 au nord jusqu'à 300m au sud de la plaine) caractérisé par des résistivités de 20 à 30ohm.m. Ce niveau est attribué au remplissage alluvionnaire du Quaternaire. On y observe quelques variations latérales de faciès qui se manifestent par la présence d'horizons en lentilles discontinues résistantes au nord et conductrices au sud. Dans la partie nord on y observe au la présence de fines couches très conductrices (15 ohm.m) de quelques mètres d'épaisseur qui recouvrent les alluvions.

Sous les alluvions on observe un terrain avec une épaisseur moyenne de 150m et une résistivité de 70 ohm.m qui correspondrait aux faciès astien représenté par des sables et grès.

Le troisième niveau est conducteur (10 à 15 ohm.m) et formerait le substratum marneux (Plaisancien) de tout le bassin de la Mitidja.

Vu l'importance en épaisseur de l'aquifère quaternaire, le forage projeté ne captera que cet horizon. Il n'est donc pas nécessaire d'aller chercher le second aquifère car la nappe de la Mitidja peut satisfaire les besoins escomptés.

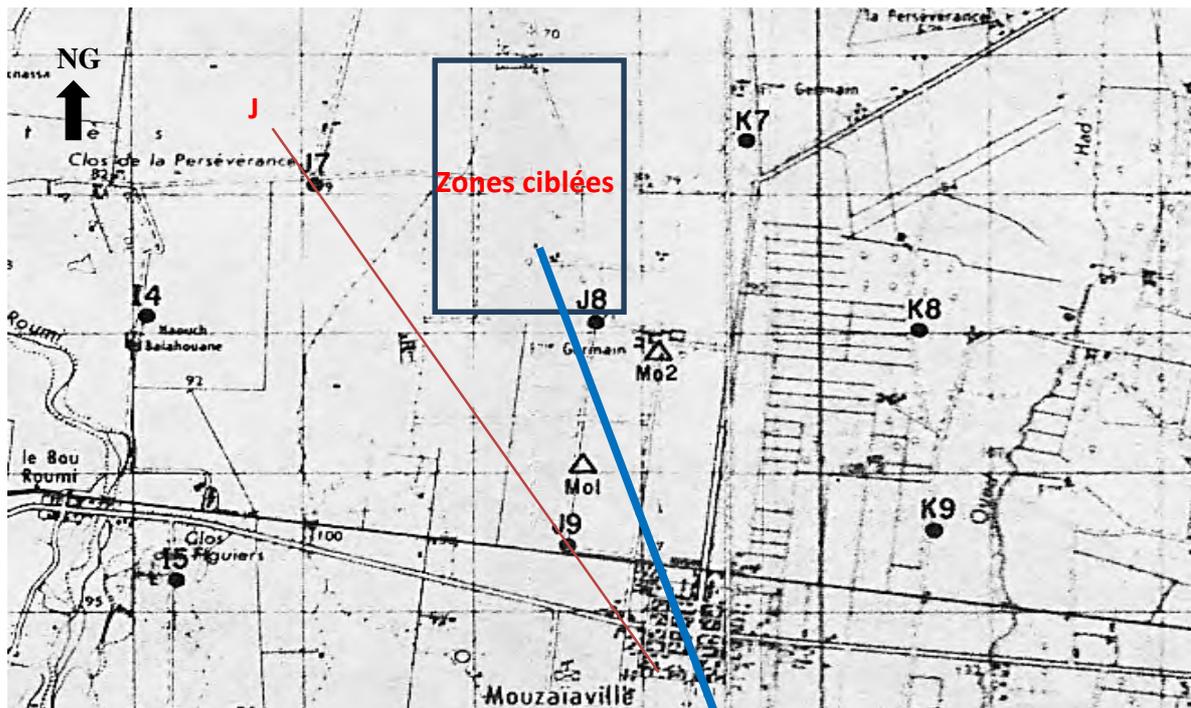
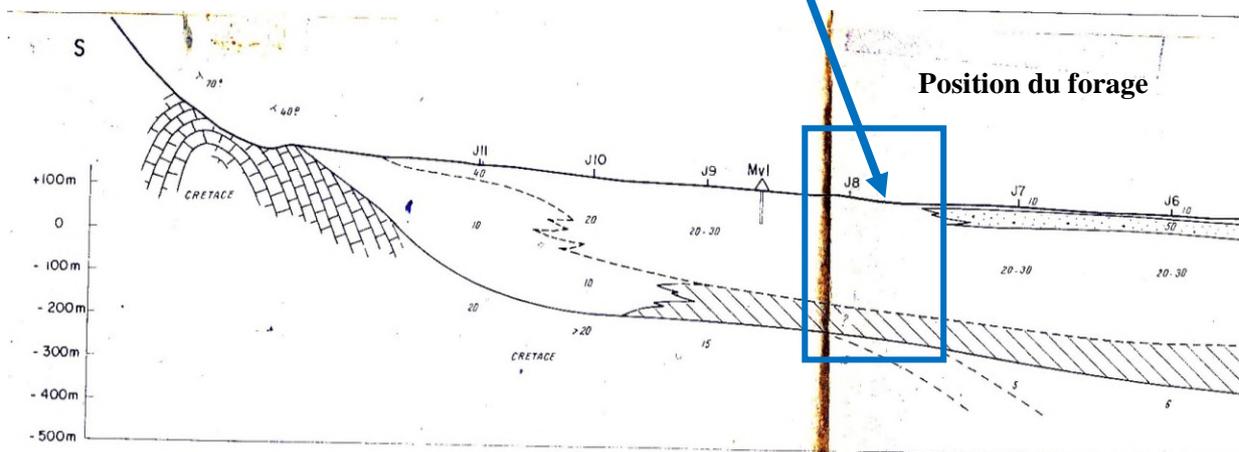


Figure N°09 : Carte de situation des sondages électrique dans la plaine de la Mitidja (région de Mouzaia, CGG.1969-1972).



### VII-2-3 Critères sociaux économique

Le critère économique porte sur le choix des sites, en tenant compte des conclusions hydrogéologiques, en fonction des paramètres économiques : Cout d'exploitation, éloignement.

En effet, le site proposé pour le forage se trouve dans une zone éloigné du pôle universitaire, mais pour des raisons hydrogéologiques comptées ci-dessus le choix a été porté sur la région de Hauouche Bousmar à quelques kilomètres au nord du chef-lieu de la commune de Mouzaia. Dans cette région existe une conduite de refoulement qui servira pour l'acheminement des

eaux du futur forage. Par ailleurs, l'alimentation électrique de la station-forage est proche du site. Les surcouts ne seront donc pas ressentis.

De plus, et selon les informations fournies par la DRE de Blida, les forages réalisés dans la région présentent un taux de réussite intéressant (durabilité, rendement intéressant).

#### **VII-2-4 Critères qualité d'eau et environnement**

Le phénomène de pollution dans la plaine de la Mitidja a pris ces dernières années une allure inquiétante. Ils sont souvent la conséquence du développement des centres urbains, des industries, de la multiplication des points de rejets d'eaux usées dans les oueds sans aucun traitement préalable, du passage d'un oléoduc souterrain qui traverse la nappe d'Est en Ouest, des dépôts d'ordures et de la pratique des cultures à risque nitrate.

Plus précisément dans notre la région d'étude (Mouzaia), l'éloignement des cours du site réduisent les risque d'inondation ainsi que les risques de pollution.

L'absence d'activité industrielle et l'éloignement des centres urbains réduisent aussi les risques de pollutions des eaux souterraines. Toutefois la seule activité observée dans le site est celle liées à l'agriculture qui peut par certaines pratiques engendrer une pollution par les nitrates et par les pesticides utilisés pour augmenter les rendements des terres.

Pour palliera ce risque nous avons établis une carte des teneurs des eaux en nitrates sur la base des analyses effectuées au laboratoire de l'ANRH/DRC(les donnés ou l'annexes). Cette carte montre que dans la région de Mouzaia un taux des nitrates assez élevé (20 et 30mg/l) mais qui demeure en dessous des normes des eaux potables (50 mg/l)

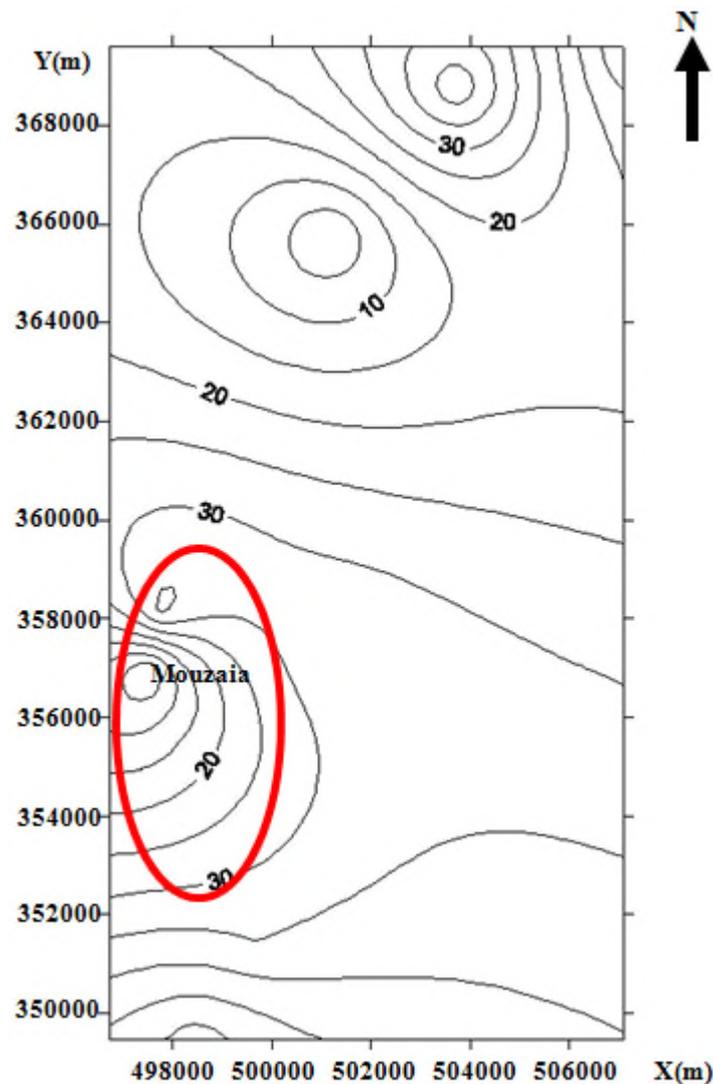


Figure N°10 : Carte des teneurs en nitrates de la nappe des alluvions de la Mitidja dans la région de Mouzaia.

### VII-3 Proposition

La zone d'étude se caractérise du point de vue géologique par la présence des formations d'alluvions du Quaternaire et des formations gréseuses de l'Astien. Du point de vue hydrogéologique ces deux formations constituent de bons aquifères.

Au vu des résultats de ce rapport d'implantation, nous recommandons de réaliser un forage de 150ml de profondeur qui captera l'aquifère des alluvions. Ce forage sera implanté dans la région de Haouch Bousmar deux kilomètre de la ville de Mouzaia et aura comme coordonnées géographiques :

X = 407,100 m, et Y = 355.200 m.

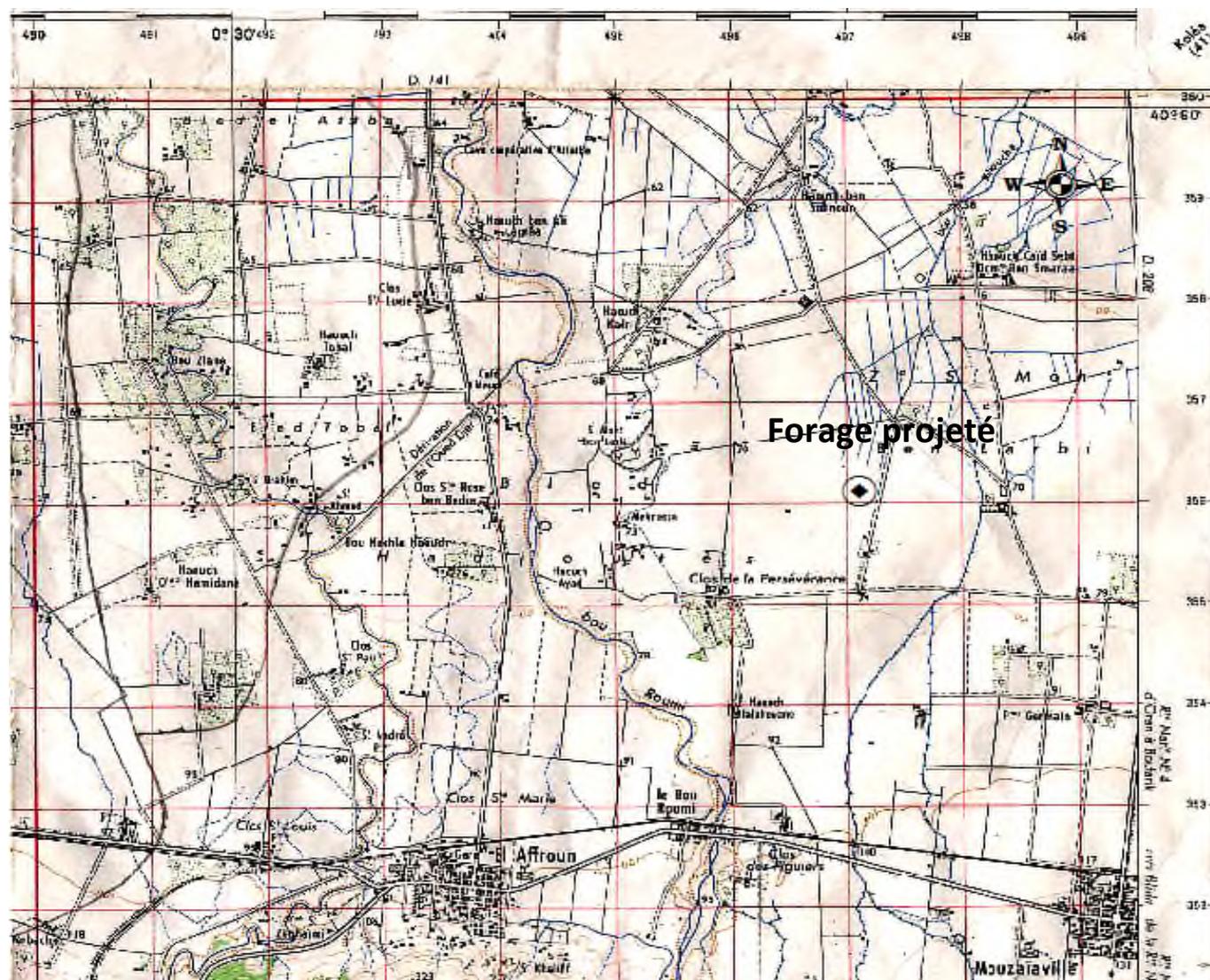


Figure N°11 : Situation du forage projeté sur la carte topographique (feuille de Blida au 1/500000)

**Partie II**

**Suivi des travaux de réalisation  
du forage**

## I. INTRODUCTION

Le suivi des travaux de réalisation du forage a pour but d'assurer un meilleur rendement et une durabilité du forage ainsi que le dimensionnement des équipements hydromécaniques.

Les travaux de fonçage d'un forage se déroulent comme suit:

- Construction de plateforme : rigoles et bassin de décantation et d'aspiration.
- installation du chantier.
- Calage de la machine.
- Démarrage de la machine (mixage de la boue).
- Construction de l'avant puits.
- Forage de reconnaissance (12''1/2).
- Elargis sage (17''1/4, 19'').

L'équipement du forage comprend les étapes suivantes

- Tubage.
- Gravillonnage.
- Cimentation gravitaire (s'il y a lieu).

Le développement du forage

- Traitement à l'héxametaphosphate.
- Développement à l'air lift.
- Essai de débit.
- Analyse physique chimique du forage.
- Fermeture de forage.

### I.1 Choix de la méthode de fonçage

Ils existent différents modes de fonçage des forages, parmi ces méthodes on a trois catégories et les plus utilisées en Algérie sont classées comme suit :

- ✓ Forage par mouvement alternatif (battage ou percussion)
- ✓ Forage par rotation (rotary)
- ✓ Forage par combinaison des deux mouvements (rotation/percussion)

Vu la nature lithologique détritiques des terrains à forer, le choix a été orienté vers la méthode de foration par rotary.

L'appareil utilisé sur notre chantier est une Felling 1500 comme le montre la photo suivante



Photo N°01 : Appareille de forage « méthode rotary » utilisée dans le chantier

### **I.1.1 Principe du mode rotary :**

Un outil, monté au bout d'une ligne de sonde (tiges et masses-tiges creuses), est animé d'un mouvement de rotation de vitesse variable et d'un mouvement de translation verticale accompagné d'une pression verticale (poids ou pression d'un vérin hydraulique ou pneumatique). Le mouvement de rotation est transmis au train de tiges et à l'outil par un moteur situé sur la machine de forage en tête de puits. Les tiges sont creuses et permettent l'injection de boue au fond du forage. Les outils utilisés en rotation sont des trépan de plusieurs types en fonction de la dureté des terrains rencontrés (outils à lames, outils à pastilles, molettes ou tricône, outils diamantés ou à carbures métalliques). Au-dessus du trépan, on peut placer une ou plusieurs masses-tiges très lourdes qui accentuent la pression verticale sur l'outil et favorisent la pénétration et la rectitude du trou.

Le forage rotary nécessite l'emploi d'un fluide de forage préparé sur le chantier. Dans le cas de la circulation directe, le fluide est injecté en continu sous pression dans les tiges par une pompe à

boue, il sort par les événements de l'outil et remonte à la surface dans l'espace annulaire (entre les tiges et les parois du trou).

### I.1.2 Description de la machine.

La machine ou sondeuse est montée sur un châssis constitué par un camion. Elle comprend les organes suivants (photo suivantes)

- Derrick ou mât.
- Treuil à plusieurs tambours et cabestans.
- Table ou mandrin de rotation (photo. 02-b).
- Pompe à boue (photo. 02-c).
- Un moteur qui actionne tous les mouvements.
- Tête de circulation (ou d'injection)(photo. 02-a).
- Tige carrée ou Kelly connecté pour l'entraînement de la ligne de sonde.
- Ligne de sonde (tige et masse — tiges (Drillcallars).
- les organes de transmission, de commande, de mesure et de contrôle.

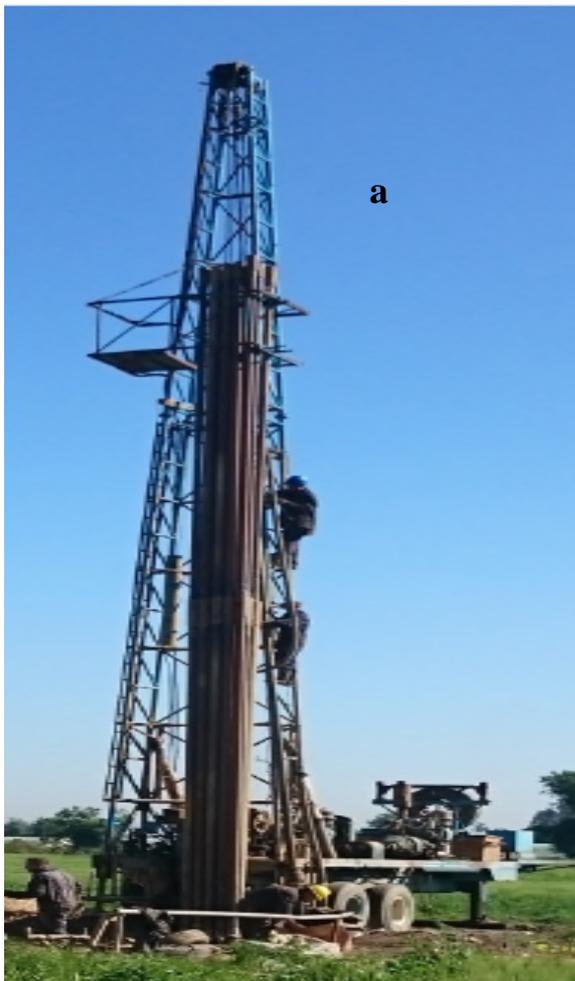


Photo N°02 : photos montrant les différents organes de la sondeuse

## I.2 Matériel utilisé pour le fonçage du forage :

### - Les moyens humains

Les moyens humains déployés sur le chantier comprennent :

- Chef de chantier,
- Chef de poste,
- Sondeur,
- Accrocheur,
- Ouvrier de plancher,
- Mécanicien,
- Chauffeur,
- Cuisinier

### - 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....)
- Groupe électrogène et chargeur de batterie.
- Compresseur avec l'équipement de test (tube d'eau et tube d'air, flexible et vanne)
- Citerne d'eau.

### - Stocks des matériaux

Pour le déroulement des travaux dans de bonnes conditions, un stock de bentonite et d'eau est nécessaire



Photo N°03 : photos montrant stock de bentonite (photo de gauche) du gravies additionnel et la citerne d'eau (photo de droite)

### **I.3 Préparation du chantier**

Le chef du chantier doit veiller à la disponibilité de tous les moyens indispensables à l'exécution du forage qui doivent être compatibles avec le programme prévisionnel donné par l'hydrogéologue (Capacité de la machine).

La mise en place du chantier est entamée par la stabilisation de l'appareil de forage sur une plateforme conçue avec béton.

On creuse 02 bassins de boue sur le côté d'aspiration de la pompe à boue (l'un sert à la décantation et l'autre à la circulation). Ces deux bassins sont reliés au trou du forage par une rigole.

L'organisation du chantier doit permettre au foreur d'en visualiser la totalité des tâches afin de pouvoir intervenir rapidement en cas de problèmes. A cet effet, les précautions pratiques à prendre sont les suivantes :

- délimiter un périmètre de sécurité autour du chantier.
- prévoir un accès au chantier pour les véhicules et l'approvisionnement en eau (citernes d'eau).
- prévoir un accès facile pour le remplissage des fosses.
- prévoir un endroit sec pour la rédaction dans le cahier de chantier.
- prévoir une zone de déblais (cutting).
- aplanir le terrain pour faciliter le calage de la machine.
- prévoir le creusage des fosses à boue et son emplacement.
- positionner le compresseur de façon à ce qu'il ne reçoive pas la poussière de forage (pas sous le vent de la machine).
- installer toutes les unités de pompage, de pression hydraulique et les moteurs sur un plan horizontal.

#### **I.3-1 La préparation des fosses à boue**

Les fosses à boue constituent une réserve de fluide de forage, et permettent le recyclage de la boue par décantation. Pour des forages peu profonds dans des terrains non consolidés, les dimensions suivantes peuvent être utilisées.

Un premier canal, de 2 mètres de longueur et de 0.20 x 0.20 m de section, est creusé à partir de l'emplacement choisi pour le forage. Il se jette dans la première fosse. Il doit être assez long pour que la fosse soit en dehors du trottoir du futur point d'eau pour éviter un tassement différentiel sous la dalle.



Photo N° 04 : Les fosses de boue (décantation, pompage).

La première fosse (fosse de décantation) facilite la sédimentation amorcée dans le canal. Son volume est de  $28\text{m}^3$ . Le second canal doit être décalé de l'axe du premier afin de former une chicane qui ralentit le flux et favorise la décantation. La seconde fosse (fosse de pompage) est une réserve où est pompée la boue pour être injectée dans le train de tige. Son volume est de  $14\text{ m}^3$ . Les fosses et canaux sont régulièrement curés et nettoyés des sédiments déposés en cours de forage.

#### ✓ Dimensionnement des fosses

Le dimensionnement des fosses à boue se fait en fonction de la profondeur du forage à réaliser. Idéalement, le volume total des fosses doit être égal à 2 fois le volume du forage avec :

**Pour la fosse de décantation:** le volume de la fosse est calculé sur la base du produit des trois dimensions suivantes :

- Largeur = racine cubique (volume du forage en  $\text{m}^3 \times 2 / (2.125 \times 7.5)$ )
- Longueur =  $2.5 \times$  largeurs
- Profondeur =  $0.85 \times$  largeurs

Ainsi, le Volume de la fosse de décantation est égal à  $27.91\text{ m}^3$ .

**Pour la fosse de pompage :** le volume de la fosse est calculé sur la base du produit des trois dimensions suivantes :

- Largeur = racine cubique (volume du forage en  $\text{m}^3 \times 2 / (2.125 \times 7.5)$ )
- Longueur =  $1.25 \times$  largeurs
- Profondeur =  $0.85 \times$  largeurs

Ainsi, le volume de la fosse de pompage est égal à  $13.95 \text{ m}^3$ .

### I.3-2 Préparation de la boue de forage

Dans les terrains argileux, il est préférable de forer à l'eau simple sans bentonite pour éviter de colmater l'aquifère. En l'absence d'informations fiables sur la nature des terrains, on mélange à l'eau de forage de la bentonite, pour augmenter la densité de l'eau et préparer une boue que l'on pourra épaissir ou alléger par la suite.



Photo N°05 : Le mixeur à boue.

#### - Caractéristique de la boue utilisée

C'est une argile en poudre qu'il faut doser entre 15 et 30 kg par  $\text{m}^3$  d'eau de densité 2.6. Son risque majeur de colmatage de l'aquifère en fait aussi son avantage dans des terrains très perméables (Gravier, sable, silt) où les pertes de boue peuvent être importantes ainsi que les risques d'effondrement des parois du puits.

#### - Rôle de la boue :

Le circuit parcouru par la boue en forage est le suivant :

- Refoulement de la pompe à boue par : tuyauterie rigide et par flexible jusqu'à la tête d'injection situé au sommet de la ligne de sonde.
- Circulation de haut en bas à l'intérieure de toute la ligne de sonde jusqu'à l'outil.
- Circulation de bas en haut dans l'espace annulaire entre tige et terrain.
- Circulation dans les goulottes et les réglages canaux de décantation jusqu'aux fausse (photo N°04) avec s'il y a lieu passage au tamis vibrant pour en retirer les cuttings.
- Aspiration dans les bacs ou les fosses par la pompe à boue qui la refoule sur la ligne de sonde etc.

### **I.3-3 Les fonctions de la boue :**

Les fonctions de la boue sont les suivantes :

- consolider les parois de forage par le dépôt du cake sur la fonction.
- Faire remonter au jour les sédiments broyés ou les cuttings (Photo. N°06) au fond du trou par l'outil.
- Maintenir les cuttings en suspension s'il se produit un arrêt de circulation.
- lubrifie et refroidir les outils de forage ou de carottage.
- Facilité et contrôle des opérations de mises en place de gravier additionnel et de cimentation.
- Augmenter par le jet à la sortie des événements des outils, l'action abrasive de celui-ci sur le terrain en au cours de forage.
- Renseigner par l'observation des variations de niveau dans les bacs ou les fausses à boue ou bien par celle de la pression au refoulement de la pompe sur la nature des terrains découverts par l'outil et sur son potentiel aquifère.
- Equilibrer la pression hydrostatique des couches aquifère rencontrées, afin de juguler les jaillissements intempestifs des forages artésiens.

## **II. LE CREUSEMENT**

### **II.-1 Mise en place du tube guide**

L'opération de creusement commence par la réalisation d'un avant trou en diamètre final de 24" et d'une profondeur de 5 à 10 m. On pose un tube guide en TNRS de 20" cimenté au terrain. Un laitier de ciment est mis en place dans l'espace annulaire entre le tube et le trou sur toute sa profondeur.

La reprise du forage se fait 24 heures après la cimentation (temps de prise). Pour le forage de Mouzaia, le creusement de tube guide a été réalisé en diamètre 26" sur une profondeur de 6m, avec la pose d'un tube guide en TNRS de 24". La fixation de ce dernier a été effectuée par un béton dosé à

250 kg/m<sup>3</sup>, dans l'espace annulaire entre le tube et le trou sur une profondeur de 10m.

## II.2 Forage de reconnaissance

Généralement, cette phase est réalisée par des outils de petits diamètres (8 ou 12 pouce) pour obtenir un important avancement à moindre coût et donner une précision d'enregistrement de diagraphie. Son but est de connaître la lithologie de terrain traversé. Pour le forage de Mouzaia, la reconnaissance a été réalisée par un outil de 8 pouce. Durant cette phase, l'entreprise de réalisation a effectué les étapes suivantes :

- Prélèvement des cuttings à chaque 1 m
- Mesure et contrôle les paramètres physiques du fluide de forage (densité, viscosité, perte partielle et totale), et les paramètres du forage (la vitesse de rotation et le débit d'injection).

## II.3 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 (3 à 4).

Pour cela, il faut :

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

Après l'opération de prélèvement, l'échantillon final sera rincé et séché et puis, on le place dans des sachets en plastique avec étiquettes en mentionnant la côte de prélèvement. (Figure 09).



Photo N°06 : Cuttings prélevées

La description des cuttings a permis d'établir la coupe ou log lithologique du forage présentée par la figure suivante.

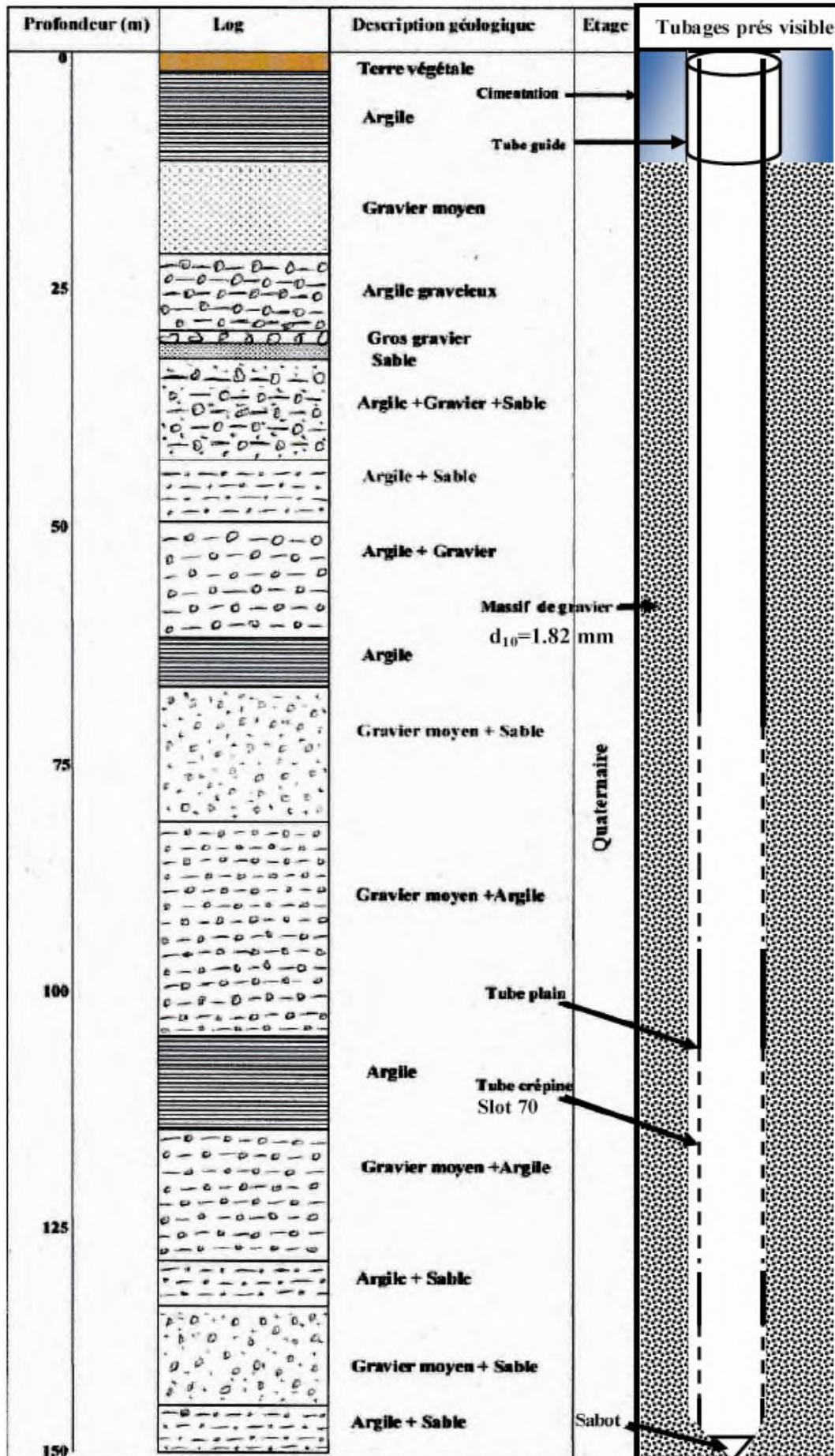


Figure N°12 : Coupe lithologique du forage suivi établie à partir des cuttings

### III. ENREGISTREMENT ET INTERPRETATION 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 géométriques 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.



Photo N°07 : appareil de la diagraphie utilisé.

Les enregistrements effectués dans notre forage sont :

- a) **La polarisation spontanée** : Le log P.S. ou log de polarisation spontanée (P.S. en anglais), enregistre des différences de potentiel électrique dues à des causes naturelles. Ces différences sont mesurées entre une électrode de référence fixe, placée en surface, et une électrode mobile qui parcourt toute la longueur du forage.
- b) **Les résistivités électriques (PN 16" - GN 64")** : La résistivité électrique des roches  $R$ , est dans la plupart des cas de type électrolytique, c'est-à-dire que les roches conduisent le courant électrique grâce au fluide qu'elles contiennent.
- c) **Le Caliper** : c'est instrument de mesure qui donne le diamètre du trou sur tout la hauteur

forée.

d) **Radioactivité naturelle** : Les plus couramment utilisés sont le gamma ray, qui est une mesure de la radioactivité naturelle. Le log gamma-gamma et le log neutron qui sont des mesures de radioactivité provoquée sont peu utilisées dans le forage d'eau.

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 (tableau N°04).

Tableau N°04: Interprétation de l'enregistrement des diagraphies « résistivité( $\rho$ ) et PS

Profondeur (m)	PS (mV)	perméabilité	La Résistivité (Ohm. m)		Nature de formation
			16 N	64 N	
0-9		Tube guide			
9-11	91000	imperméable	22	37	Argile
11-18	89000	perméable	66	75	Sable +argile
18-21	485000	imperméable	17	27	Argile
21-24	47000	perméable	62	54	Sable
24-26	47100	imperméable	23	47	Argile sable
26-35	46800	perméable	80	86	Sable gravier
35-42	45200	imperméable	65	66	Sable argile
42-47	44400	perméable	108	72	Sable gravier
47-85	42200	imperméable	17	20	Argile
85-96	41300	perméable	52	60	Sable
96-113	43100	imperméable	17	20	Argile
113-127	43200	perméable	82	67	Sable gravier
127-143	43000	imperméable	19	25	Argile
143-146	43200	perméable	57	38	sable
146- 150	43000	Imperméable	12	22	Argile

#### IV.ALESAGE ET REALESAGE

Cette opération intervient après l'interprétation du film de la diagraphie et dépouillement des cuttings prélevés. L'alésage est le réalésage du puits de reconnaissance en gros diamètre s'effectuera à l'aide :

- Des outils spéciaux appelés outil pilote ou aléseurs accouplés à un outil guide.

- Des outils de gros diamètre

Les Différents diamètres des outils en pouce qui nous avons utilisé :

- Diamètre de reconnaissance : 12 pouces.
- Diamètre de l'alésage : 17 et 19 pouces.

Pour le forage de Mouzaia et après l'interprétation de la diagraphie et l'analyse des cuttings, une profondeur de 140 m a été alésé aux diamètres successifs de 17<sup>1/2</sup> et 19".

## **V - EQUIPEMENT DU FORAGE**

### **V.1 L'équipement tubulaire du forage**

Le choix d'équipement tubulaire du forage comprend les tubes pleins et crépines. Il est lié directement à la nature des couches traversées et leurs épaisseurs. En utilisant les enregistrements de la diagraphie et le log-stratigraphique déduit de la description des cuttings, le programme d'équipement est adopté.

#### **V.1.1 Plan de tubage :**

Le plan du tubage comprend les crépines. Ce plan est établie en fonction de la nature et l'épaisseur des formations, en utilisant les enregistrements diagraphie et la coupe lithologique établie par la description des cuttings.

Le programme d'équipement de la colonne mixte de 12" de diamètre en tôle noire est composé de tube plein et crépiné de 6mm d'épaisseur. Le slot des crépines est de 70.

Pour notre programme établi à l'aide de l'interprétation des diagraphies et de la description des cuttings, nous proposons la colonne suivante :

- Le niveau dynamique est situé à : 55 m
  - 00 à 85 m : tube plein
  - 85 à 96 m : tube crépine
  - 96 à 113 m : tube plein
  - 113 à 127 m : tube crépine
  - 127 à 143 m : tube pleine
  - 143 à 146 m : tube crépine
  - 146 à 150 m : tube de décantation + sabot

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

- Le niveau dynamique est situé à : 55 m

- 00 à 65 m : tube plein.
- 65 à 75 m : tube crépine.
- 75 à 80 m : tube plein.
- 80 à 95 m : tube crépine.
- 95 à 105 m : tube plein.
- 105 à 111 m : tube crépine.
- 111 à 115 m : tube plein.
- 115 à 130 m : tube crépine.
- 130 à 135 m : tube.
- 135 à 147 m : tube crépine.
- 147 à 150 m : tube de décantation + sabot.

On constate que les deux programmes d'équipement du forage sont légèrement différents notamment au niveau du positionnement de la première crépine. En effet, nous avons opter a une cote de 85m pour la première crépine, ceci évitera de dénoyer les crépines en cas du baisse du niveau de la nappe dans le future.

#### **V.1.2 Diamètre du tubage :**

Le diamètre intérieur du tubage doit être suffisamment dimensionné pour pouvoir permettre la pose d'une pompe (en fonction du débit) et des colonnes montantes.

- L'espace nécessaire pour cette installation doit être de 1 pouce au minimum.
- Pour le diamètre extérieur, il doit être plus de 2 pouces au moins que celui du trou nu afin de permettre un espace annulaire assez large pour la mise en place du massif filtrant.

#### **V.1.3La résistance des tubes :**

La colonne du tubage est soumise aux efforts suivants :

- Résistance au colmatage.
- Résistance à la corrosion (chimique, électrolytique).
- Résistance aux chocs pendant le transport et la manipulation.
- Aux efforts mécaniques (flambage, écrasement par pression extérieure, et d'éclatement par pression intérieur et efforts de flexion).

#### **V.1.4Choix des matériaux du tubage (diamètre, épaisseur et nuance du métal)**

Les analyses sur la qualité physique et chimique des eaux qui peuvent être prélevées dans des forages captant le même aquifère nous permettront de connaître le caractère incrustant ou agressif des eaux par comparaison du pH d'équilibre avec le pH mesure. Ceci nous permettra d'orienter notre choix sur la nature du métal du tubage.

Si les eaux sont agressives (acides) il y a risque de corrosion du tubage. Il est donc nécessaire de choisir des colonnes en métal inoxydable nuance 316 L ou en PVC qualité alimentaire. Si ce n'est pas le cas, nous pouvons nous contenter de matériaux moins coûteux de type TNRS (tôle noire roulée soudée).

Dans le cas de notre forage nous ne pouvons pas nous prononcer sur ce choix car nous ne disposons pas d'analyses chimiques. Mais dans le programme prévisionnel, il est prévu du métal en tôle noire roulée soudée (TNRS).

### **V.1.5 Colonne de captage :**

#### **- Les crépines**

La crépine est un des éléments essentiels d'un forage d'eau, c'est une pièce de précision et son usinage doit permettre d'obtenir des ouvertures bien calibrées.

#### **- Longueur et position des crépines :**

Le débit est, généralement, fonction de la longueur crépinée, tant que celle-ci se trouve en regard d'une formation aquifère saturée. Ce pendant cette longueur variera selon la pression de l'eau dans la nappe et selon la nature et la granulométrie du terrain, deux cas peuvent se présenter :

- Cas d'une nappe captive : on crépine entre 70 et 90 % de l'épaisseur de la nappe.
- Cas d'une nappe libre : le niveau dynamique ne doit pas être rabattu en dessous du bord supérieur de la crépine, autrement dit, il faut éviter le dénoyage de la crépine.

Pour la zone de captage, la nappe est libre, on positionnera alors les premières crépines à partir de la cote de rabattement maximale obtenue dans les forages voisins. Dans la région le niveau statique mesuré dans les forages avoisinant se situe à -35m et les rabattements induits par les pompes dépassent 25m. Il faudra alors que la première crépine soit positionnée à une profondeur minimale de -60m.

#### **- Ouverture des crépines**

Le choix de l'ouverture des crépines est lié aux dimensions des fentes de la crépine de telle sorte qu'elle ne laisse passer des grains trop fins indésirables. La dimension des fentes sera donc définie par l'étude des courbes granulométriques établies d'après les échantillons recueillis pendant le forage.



Photo N°08. Photos montrant les crépines de type nervure repoussée.

L'analyse granulométrie a été faite sur un échantillon de cuttings présentant la fraction la plus fine des horizons traversés par le forage. Cette analyse granulométrique a été réalisée au laboratoire de géologie avec la collaboration du technicien du laboratoire.

Le matériel utilisé est un tamis vibreur et nous avons utilisé un échantillon de 500g correspondant aux cuttings les plus fines prélevées à -96m. Les résultats obtenus après pesage des refus sont représentées dans le tableau suivant.

Tableau N° 05 : Résultats obtenu de l'analyse granulométrique.

Refus en (g)	Tamis ( $\mu\text{m}$ )	Poids partiel en %	Passants cumulés décroissants en%
5.78	4000	1,15%	98,09%
9.11	2000	1,82%	97,15%
38.63	1000	7,72%	95,32%
247.94	500	49,58%	60,28%
175.45	250	18,43%	10,69%
9.16	45	1,83%	2,97%
490.23	>45	0,93%	1,15%

La courbe granulométrique du terrain permet de choisir l'ouverture de la crépine. Quand il n'y a pas de massifs de graviers (roches compactes à fissures ouvertes propres, sans argiles), la crépine doit retenir 40 à 50 % des particules du terrain. Dans le cas de forage étudié, en présence de massifs de gravier, l'ouverture des fentes de la crépine doit être inférieure au diamètre de la particule la plus fine du gravier utilisé. Mais en pratique on se contente d'un diamètre  $d_{10}$ . Le slot des crépines sera calculé après dimensionnement du gravier.

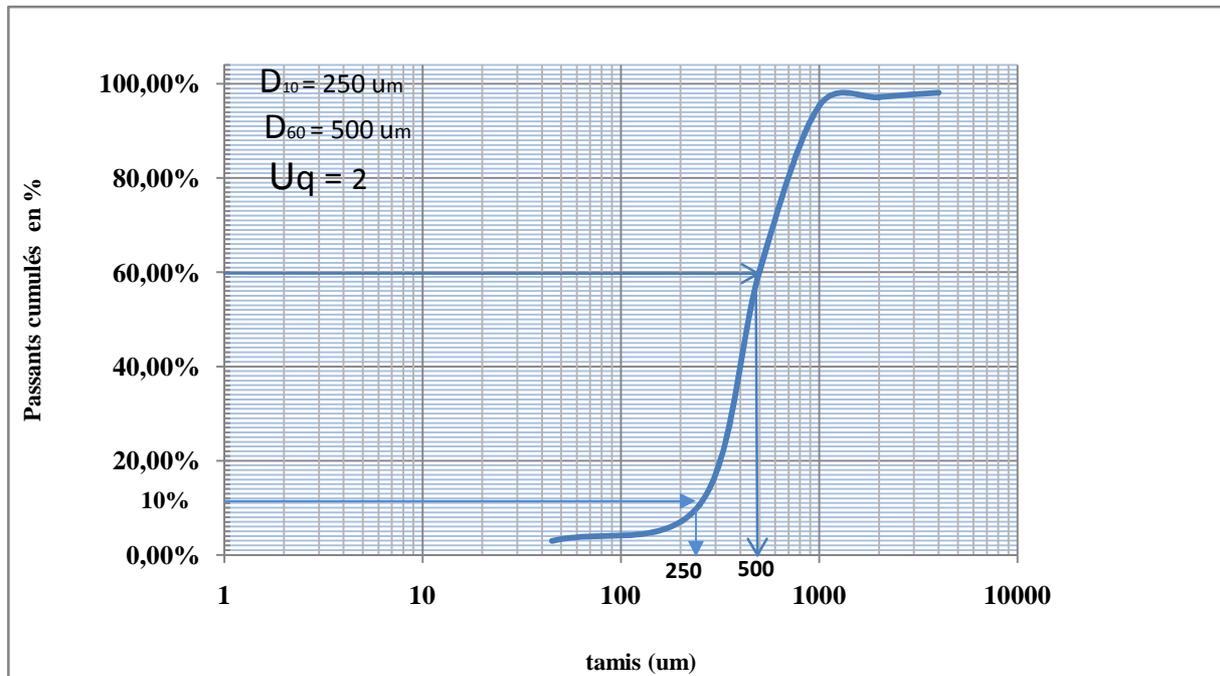


Figure N° 13 : courbe granulométrique.

#### - Dimensionnement du slot des crépines :

Les dimensions du massif de gravier sont établies par différentes méthodes. Le choix d'une méthode est déterminée par la valeur de l'indice d'uniformité de l'aquifère ( $U_{aq}$ ). Dans notre cas, ce dernier est inférieur à 2,5. C'est ainsi que la formule de Johnson sera utilisée.

#### La formule de Johnson-USA :

Le massif de gravier à utiliser doit avoir, un coefficient d'uniformité ( $U$ ) égal à 2, de sorte que le diamètre  $d_{10}$  du massif filtrant soit égal à 8 fois le diamètre  $D_{10}$  de l'aquifère.

On constate alors que le rôle du massif filtrant permet d'ouvrir plus largement les crépines et donc diminuer les pertes de charge au voisinage des crépines. En plus de ce rôle qui aura des conséquences positives sur le rendement du forage, le massif de gravier a pour rôle aussi :

- Le soutient de l'aquifère sableux.
- le maintien de l'aquifère dans un état stable, une fois le développement terminé.

Pour la Formule de Johnson- USA, on prendra un massif de gravier présentant un coefficient d'uniformité  $U_{gr}=d_{60}/d_{10}=2$ , de sorte que son diamètre  $d_{10}$  soit égal a 8 fois le diamètre de  $D_{10}$  de

l'aquifère.

$$d_{10}=8 \times D_{10} = 8 \times 0.25 = 2\text{mm}$$

La formule de Johnson- France :

$$d_{30} \begin{cases} 4D_{30} \text{ pour un terrain très homogène} \\ 6D_{30} \text{ pour un terrain moins homogène} \end{cases}$$

Dans notre cas l'aquifère est moins homogène, on prendra alors un massif filtrant, dont les éléments présentent un diamètre  $d_{30}$  égal à 6 fois le diamètre  $D_{30}$  de l'aquifère, ce qui veut dire que  $d_{30}=6 \times D_{30}= 6(0.3)= 1.8\text{mm}$  (soit 0.070866 pouce).

Selon ces résultats, le slot des crépines doit être inférieur à 70.

## **V.2Cimentation**

La cimentation est utilisée pour colmater une cavité, une ou plusieurs grosses fissures occasionnant de fortes pertes de boue, dans le cas où la cavité et les fissures sont trop importants et pour éviter de trop grosse absorption de coulis de ciment, on ajoute des produits inertes tels que du sable ou des produits expansifs au contact de l'eau.

La cimentation est également utilisée pour isoler des aquifères, dont les eaux sont de qualités chimique médiocre (saumâtres). On l'utilise aussi pour isoler les horizons aquifères superficiels souvent exposés à la pollution anthropologique. Dans notre cas la cimentation n'a été utilisée que pour la fixation du tube guide.

## **V-3Nature et mise en place du gravier :**

L'espace annulaire entre le tubage et le terrain sera comblé par la pose d'un massif de gravier. Les éléments doivent être roulés et de nature siliceux. La composition du gravier est définie à partir de la courbe granulométrique des niveaux aquifères les plus fines dans le but de réduire au maximum l'entraînement des particules fines vers le forage, phénomène responsable du colmatage voir donc de la baisse de productivité des forages.



Photo N°09 le massif de gravier utilisé est siliceux à éléments arrondis.

### V.3-1 Calcul du volume du gravier :

Pour calculer le volume de gravier, nous avons utilisé l'expression suivant :

$$V = A \cdot H$$

Avec :

- V : volume du gravier.
- A : espace annulaire.
- H : hauteur du forage.

Pour le calcul de la surface, la formule utilisée est la suivant :

$$V = \pi / 4 (D^2 - d^2)$$

Ou :

- A : surface du gravier.
- D : diamètre du forage.
- d : diamètre du tubage.

Pour 1 pouce = 0,254m.

$$V = \pi / 4 (D^2 - d^2) \times H$$

Avec :

- D= 19'' de Ø= 0,4826m = 487,6 mm
- D=12'' de Ø=0,3048m = 304,8mm
- H (profondeurs du forage) = 150m.

$$V = 3.14/4[(0.487)^2 - (0.304)^2] \times 150 = 17.044 \text{ m}^3.$$

### V.3.2 Mise en place

Le massif filtrant préparé et bien lavé doit être bien arrondi et en ce qui concerne le gravier concassé il est à éviter carrément notre massif filtrant doit être siliceux et jamais du calcaire risque d'avoir une tendance et a ce cimenter au passage de l'eau.

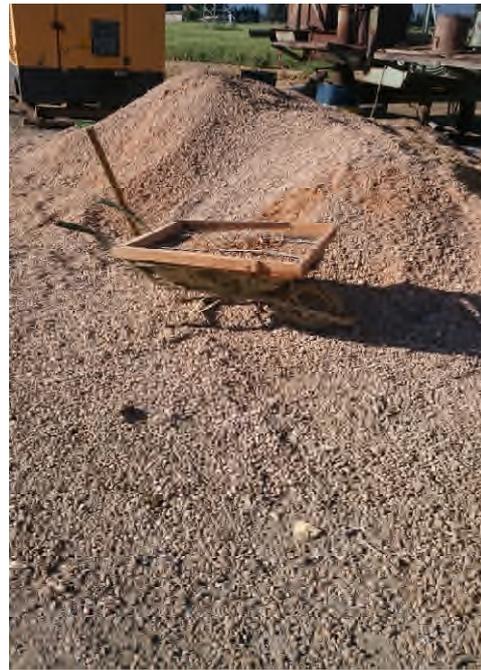
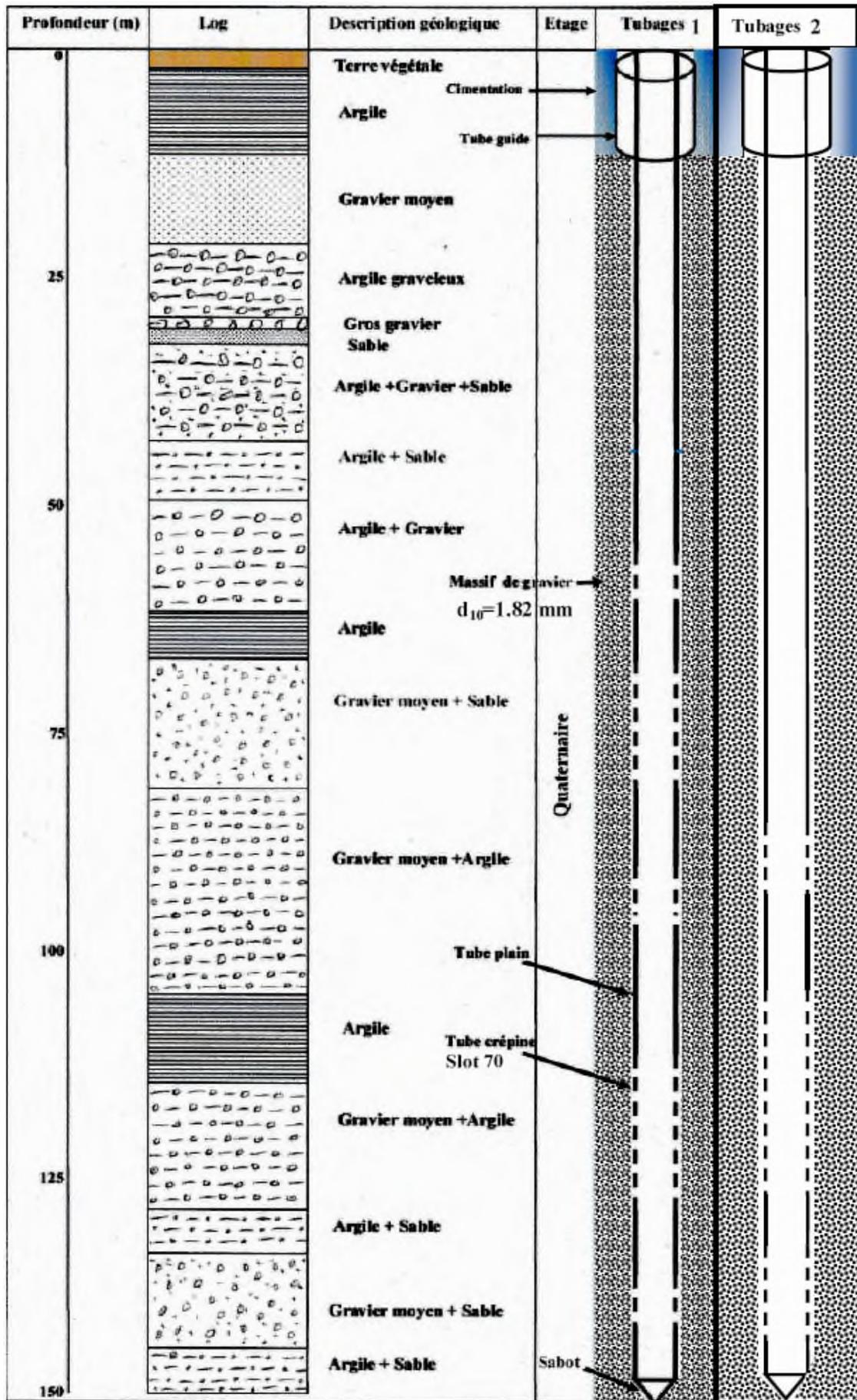


Photo N°10 : Le massif filtrant pendant les préparations.



PhotoN°11 : photo montrant la mise en place du massif filtrant.



Tubage 1 : version DRE et Tubage 2 : soi-même

Figure N°14 : Coupe lithologique et d'équipement tubulaire du forage

## **VI. DEVELOPPEMENT DU FORAGE**

### **VI.1 Introduction**

Le développement d'un forage est une étape très importante qui permet d'éliminer la plupart des particules fines du terrain et du gravier filtre qui pourraient pénétrer dans le forage ainsi que le reste du cake de boue et d'arranger le terrain autour de la crépine afin d'en augmenter la perméabilité.

Cette opération permet d'augmenter de façon significative le débit du forage initialement estimé. La nappe est en effet progressivement mise en production, l'aquifère est libéré de ses fines, la perméabilité et le débit instantané augmentent. Le but du développement est :

- D'améliorer la capacité spécifique de l'aquifère
- D'éliminer de la zone critique les éléments fins indésirables et de stabiliser la formation.
- D'éliminer le « cake » déposé par la houe sur les parois.

### **VI.2 Types de développement :**

Parmi les nombreuses méthodes utilisées pour le développement d'un forage nous citons :

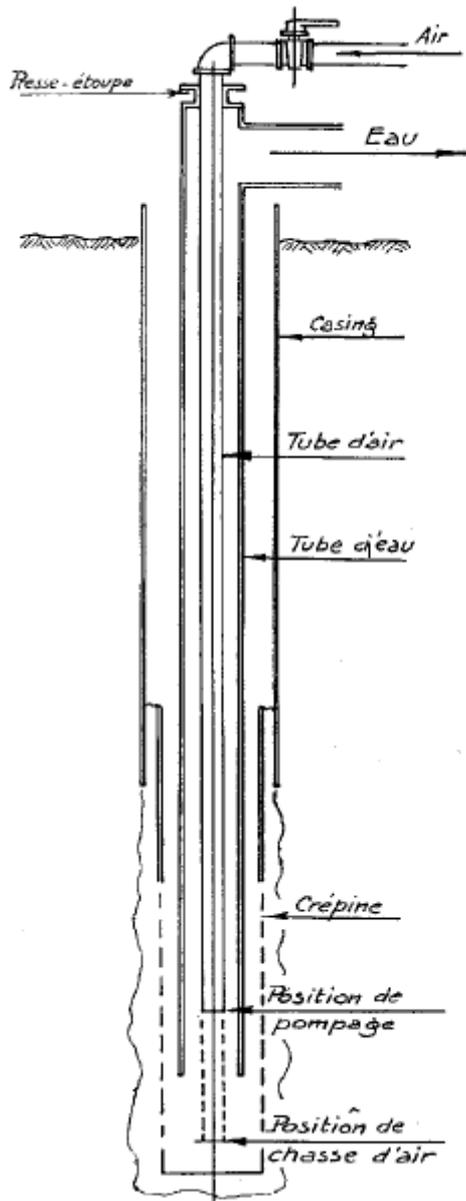
- Méthode de développement par pompage alternée
- Méthode développement par pistonage
- Méthode de développement à l'air lift (pneumatique)

Cette dernière méthode est retenue dans le contrat pour notre forage.

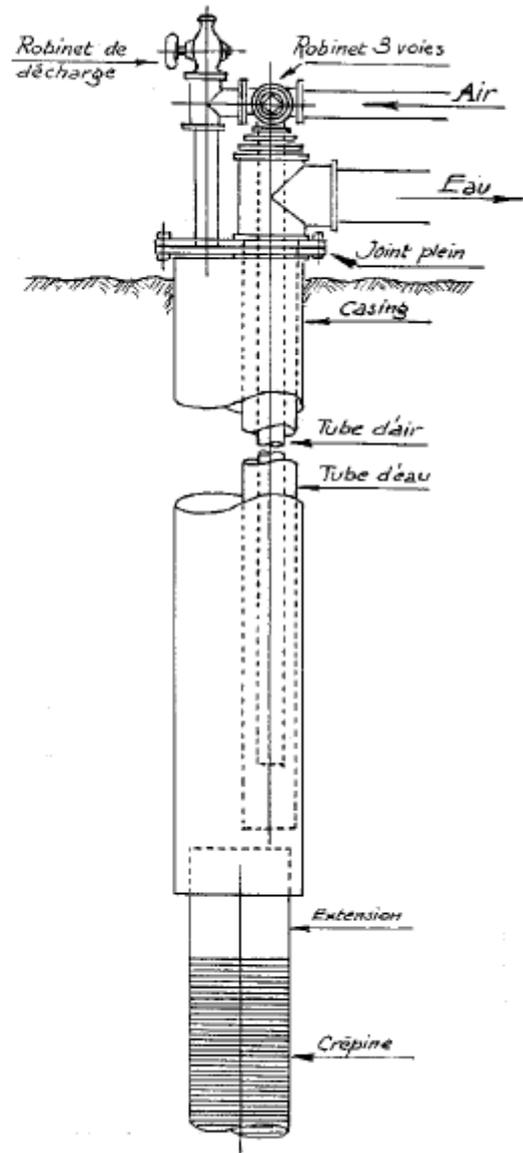
Cette méthode est certainement efficace si elle est bien adaptée et bien conduite. Elle présente l'avantage de n'entraîner aucune détérioration du matériel employé. Elle permet de combiner l'action de flux de reflux provoqué par de grands volumes d'air introduit dans l'ouvrage avec celle de mise en production par air-lift (éjecteur ou émulseur).

Nous indiquons ci-dessous les deux méthodes pour développement pneumatique :

- Méthode à forage fermé.
- Méthode à forage ouvert.



Développement à  
« forage ouvert »



Développement à  
« forage fermé »

Source : (MABILLOT A. 1976)

### VI.2.1 Le principe

L'opération consiste à alterner les phases de pompe à l'air-lift et de soufflage brusque. Cette opération est réalisée en descendant le tube d'air à l'intérieur de la crépine pour faciliter la manœuvre, le robinet d'air doit être de type (à boisseau) à ouverture et fermeture rapide au quart de tour.

### VI.2.2 Le procédé

Le procédé de développement d'un forage à l'air lift s'est effectué comme suit :

- Descente du tube d'eau à 0.60 m environ du sabot de la crépine
- Descente du tube d'air de façon que sa base soit à environ 0.30 m au-dessus de celle du tube d'eau.
- L'ouverture du tube d'air et écoulement de l'eau propulsée par l'air lift jusqu'à ce qu'elle ne contienne plus de sables
- Fermeture de la vanne d'eau et gonflage.
- Pendant ce temps, il faut descendre le tube d'air à environ 0.30 m au - dessous du sabot de tube d'eau, soit 0.60 m plus bas que précédemment et à 0.30 m du fond de crépine.
- Ouverture brusque du robinet d'air. L'eau a été violemment projetée en dehors par le tube d'eau et par le casing.
- Remonté du tube d'air à sa première position, ce qui provoque un violent renversement du flux dans le tube d'eau et une grande turbulence dans la formation autour de la crépine, l'eau éjectée par l'air lift s'écoulera très trouble par le tube d'eau.
- Quand elle devenue claire, on a remonté le tube d'eau de 0.60 m à 1m et l'opération s'est poursuivie pour traiter la formation au nouveau du sabot et ainsi de suite sur toute la hauteur de la crépine.
- Lorsque l'eau extraite à ce dernier stade sort claire sans sable, on peut considérer que le développement est terminé.



Photo N°12 : Développement à l'air lift (forage ouvert).



Photo N°13 : Compresseur d'air (32 bars) utilisé.

## VII- LE TRAITEMENT A L'HEXAMETAPHOSPHATE

Un traitement à l'hexamétaphosphate été effectué pour l'élimination complète du cake. L'hexamétaphosphate est un polymère de métaphosphate, qui est injecté en solution (dilué dans l'eau) à raison d'une concentration de 4% par m<sup>3</sup>. La quantité qu'on a utilisée dans le forage est de 200 kg, soit conventionnelle 50kg pour 100m de forage plein de boue.

### VII. 1 Méthode de traitement

Cette solution sera injectée au moyen d'un tube face à la zone à traiter, on peut utiliser également le JETTING, en particulier lorsque l'on se trouve en présence d'incrustation dans la crépine.

La solution de l'hexamétaphosphate est laissée au contact entre 12et 24 heures avec une mise au mouvement toute les 3 ou 4 heures en circuit fermé à faible débit au moyen d'une pompe ou air lift. On fait, le développement jusqu'à ce que l'eau extraite sera claire.

### VII.2 Le développement à l'air lifte

Le développement du forage a été réalisé au moyen d'un compresseur d'air et exécuté suivant les trois phases paliers suivants de sorte à nettoyer les positions des trois niveaux crépinés principaux :

- **1<sup>er</sup> Palier:**
  - Tube d'eau : 96m.

- Tube d'air : 92 m.
- **2<sup>eme</sup> Palier :**
  - Tube d'eau : 131m.
  - Tube d'air : 126m.
- **3<sup>eme</sup> Palier:**
  - Tube d'eau : 148 m.
  - Tube d'air : 144m.

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

- Nettoyage du trou à l'ait lift pendant 24h.
- Injection de 200 (kg) de l'hexamétaphosphate en une seule phase, avec une attente effet de 24 heures et poursuite du pompage a l'air jusqu'à l'obtention d'une eau claire. Cette opération s'est faite aussi en alternat des phases de pompage et de gonflage, en fermant la vanne toutes les heures.

### VIII. ESSAI DE DEBIT

Le forage à subit un essai de débit du 21/05/2017 au 23/05/2017, dans le but est de déterminer le débit maximum d'exploitation et le rabattement correspondant ou admissible d'une part et le dimensionnement des caractéristiques de l'équipement électromécanique, d'autre part. Pour cela, trois paliers de 10 h de durée ont été réalisés. Les résultats obtenus sont compilés dans le tableau suivant :

- Niveau statiques (NS) = 26 m

Palier	Débit (l/s)	Durée (h)	Rabattement (m)
1	10	10	11
2	14	10	16
3	18	10	21

Tableau N° 06: Résultats de l'essai de pompage (courte durée)

Chaque palier est séparé par un arrêt identique de 14 h, afin de permettre la remontée des eaux à son niveau initial. L'essai de débit à permet de tracer une courbe caractéristique ou courbe débit/rabattement représentant la fonction  $S = f(Q)$  en portant sur un graphique linéaire, les débits sur l'axe des abscisses et les rabattements sur l'axe des ordonnées. Cette dernière permettra de déterminer le point d'inflexion, qui correspond au débit maximum et au rabattement maximum.

- Débit critique  $Q_c = 13.8$  l/s
- Rabattement correspondant  $S = 14.9$  m

### VIII.1 Calcul des pertes des charges

L'objectif de ces calculs consiste à juger le rendement du forage et connaître si l'équipement annulaire et tubulaire est parfait.

Le rabattement mesuré dans l'ouvrage à un instant « t » est la somme de deux composantes, nommées pertes de charge, exprimées en mètres de hauteur d'eau, caractérisant le complexe aquifère/ ouvrage de captage :

- Une perte de charge linéaire provoquée par l'écoulement laminaire dans l'aquifère au voisinage du puits, notée BQ.
- Une perte de charge quadratique, provoquée par l'écoulement turbulent dans l'ouvrage, crépine et tubage, notée  $CQ^2$

Le rabattement total S à l'instant « t » est ainsi donné par l'expression de C.E.JACOB (1946)

$$S_c = BQ + CQ^2$$

Le rabattement correspondant à chaque palier de débit est calculé par la même expression

Avec :

$CQ^2$  : perte de charge quadratique est égale à (1.58)

BQ : perte de charge linéaire est égale à (14.98)

B : cordonnée à l'origine de la droite égale à (1.086).

C : la pente de la droite  $S/Q = f(Q)$  est égale à (0.0083).

Tableau N°07 : Essai de débit par palier du forage suivi.

Forage	Q (l/s)	Sm (m)	S/Q (m/l.s)	Sc (m)	B	C
F 18 Mouzaia	10	11	1.1	9,6	1.086	0.0083
	14	16	1.06	12,53		
	18	21	1,16	18,8		

Sm : Rabattement mesuré Sc : rabattement calculé

S/Q : Rabattement spécifique (m /l.s).

Sc : Rabattement calculé (m).

Les rabattements calculés par l'équation de la droite représentative (Figure. N°14.), sont presque identiques à ceux mesurés au moment du pompage. Les valeurs obtenues ne superposent toute fois pas parfaitement à la courbe débit/rabattement. En plus, la droite représentative, des débits en fonction du rabattement spécifique, passant loin de l'origine, permet de constater que les pertes de charges linéaires provoquées par l'écoulement laminaire au voisinage de l'ouvrage, sont aussi fortes. Les pertes de charges qui peuvent être envisagées sont dues aussi à l'écoulement turbulent dans le forage, provoqué par l'équipement technique de l'ouvrage.

Ainsi, on peut dire que l'équipement du forage est mal conçu suivant l'équipement tubulaire adopté

par la Direction des Ressources en Eau de la Wilaya de Blida.

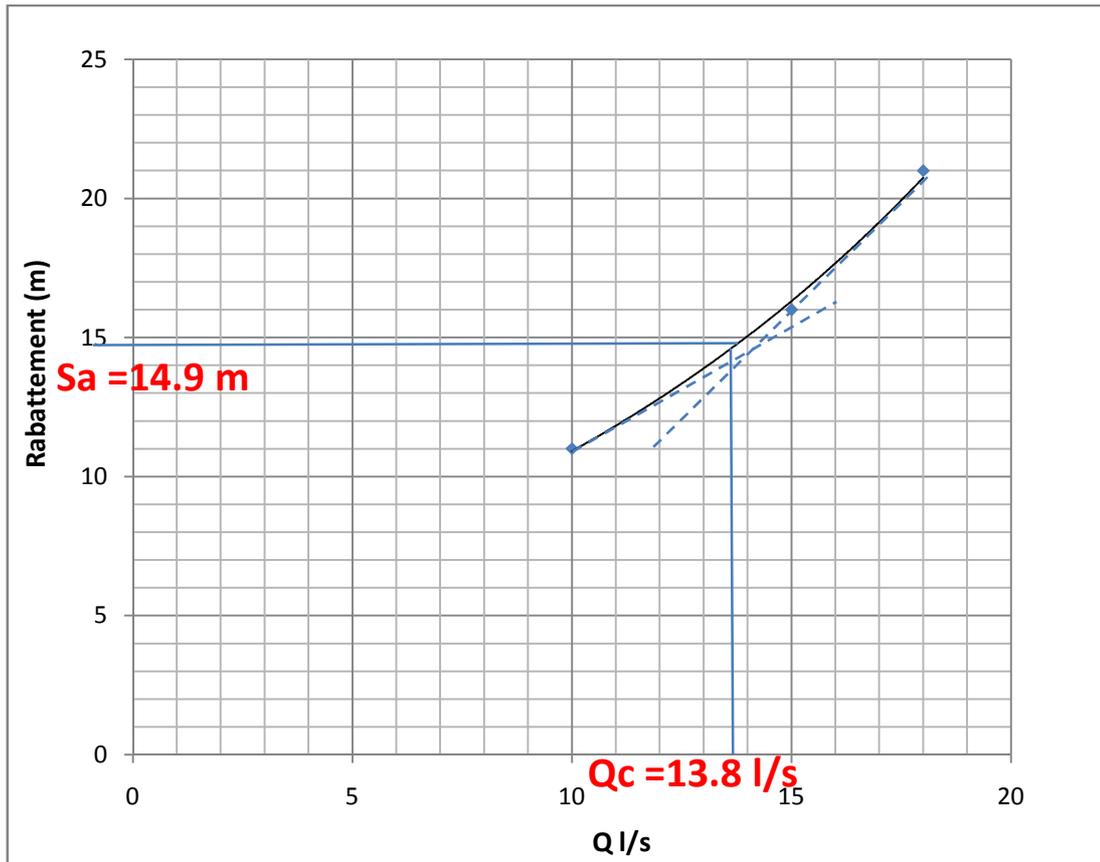


Figure N°14: Courbe caractéristique du forage suivi.

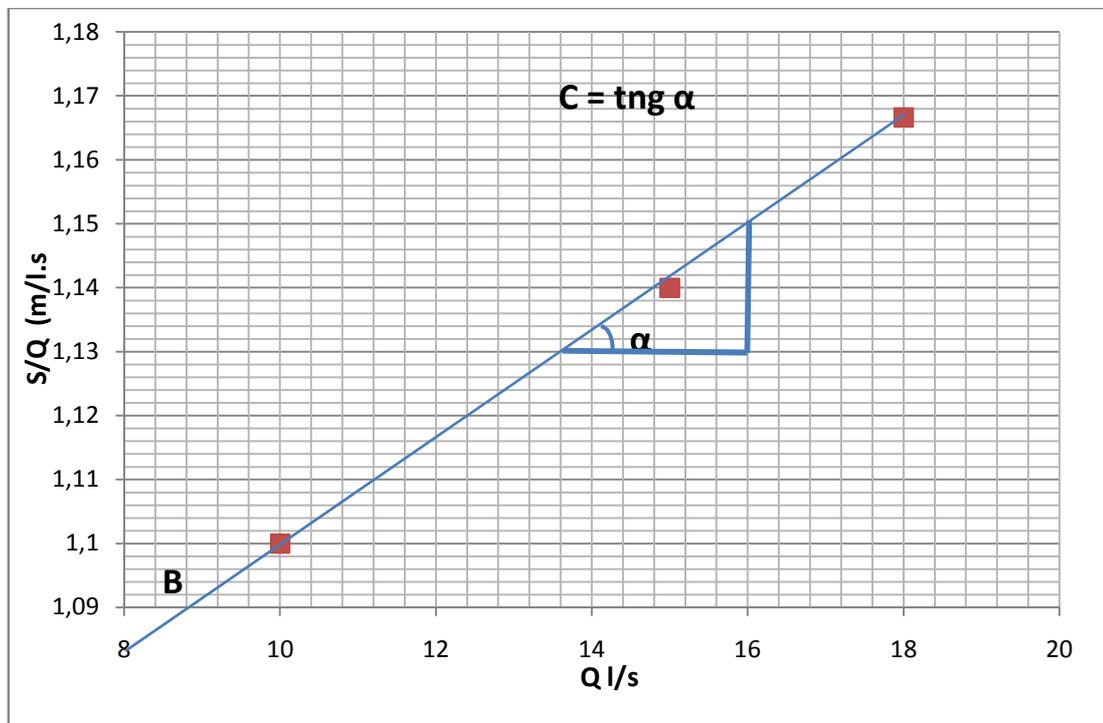


Figure N°15 : Droite débit en fonction du rabattement spécifique du forage suivi.

## VIII.2 Essais de longue durée

Un essai de pompage de longue durée, à débit constant (18 l/s), a été réalisé jusqu'à stabilisation du niveau d'eau dans le forage, soit donc 48 heures de pompage continu. Les niveaux dynamiques ont été suivis au niveau du forage en pompage. Les résultats de cet essai sont compilés dans le tableau joint en annexe.

L'interprétation de l'essai de pompage a été établie par l'application de la méthode de C.E. Jacob. Cette méthode découle de l'équation de THEIS, qui se réduit à la formule d'approximation logarithmique de Jacob, quand le temps de pompage croît et devient assez grand ( $u$  inférieur ou égal à 0,01).

L'équation de JACOB s'écrit:

$$S = \frac{0.183}{T} \frac{Q}{x^2 S'} \log \frac{2.25 T t}{x^2 S'}$$

$S$  = rabattement théorique en m

$S'$  = coefficient d'emmagasinement

$Q$  = débit de pompage constant en m<sup>3</sup>/s

$T$  = transmissivité en m<sup>2</sup>/s

$t$  = temps écoulé depuis le début de pompage en s.

$x$  = distance du piézomètre d'observation à l'axe du puits de pompage en m. Cette formule simplifiée donne une solution d'autant plus proche de la courbe de dépression réelle à l'instant  $t$  que  $x$  est plus petit.

Les données de pompages sont reportées sur un papier graphique semi-logarithmique (Figure. N°15). Les rabattements ou les profondeurs du niveau d'eau, sont exprimés en mètre, de haut en bas, en coordonnées linéaires et les temps de pompages en abscisses logarithmique. La droite passant par les points obtenus a pour équation:

$$S = \frac{0.183Q}{T} \left( \log \frac{2.25T}{r^2 S'} + \log t \right)$$

C'est une fonction de la forme  $y = a + b x$

Dans ce cas précis  $y = a (\log b + \log x)$

La constante "a" est déterminée par la pente de la droite représentative, d'où

$$a = \frac{0.183Q}{T} = \operatorname{tg} \alpha = \frac{dy}{dx} = \frac{\delta(S)}{\delta(\log t)}$$

Les valeurs  $\delta(S)$  et  $\delta(\log t)$  sont données par l'accroissement du rabattement dans un cycle logarithmique; dans ce cas. On a donc:

$$\delta (S) = c = \frac{0.183 Q}{T} \text{ D'où } T = \frac{0.183 Q}{T}$$

Si cette droite coupe l'axe des temps (cas des mesures effectuées dans un piézomètre) en un point "t<sup>0</sup>" pour un rabattement nul. Le deuxième terme de l'équation s'écrit:

$$\log \frac{2.25 T t^0}{x^2 \times S'} = 0 \text{ D'où } \frac{2.25 T t^0}{x^2 \times S'} = 1$$

On détermine ainsi T et S de la façon suivante:  $T = \frac{0.183 Q}{c}$  et  $S = \frac{2.25 T t^0}{x^2}$

La descente a été observée pendant 48H avec un rabattement final de 21 m. Les données de pompages (temps et rabattement) ont été reportées sur digramme semi-logarithmique traçant la droite représentative de la descente (Figure N°16).

La courbe observée, ne montre pas l'effet de capacité de l'ouvrage, provoquant un écoulement turbulent qui traduit une perte de charge quadratique, cars les mesures effectuées ont été réalisées sur un pas de temps trop large (voir annexe). Les rabattements montrent un accroissement normal après 4 mn de pompage, avant d'observer un palier de stabilisation des rabattements après 4 h de pompage qui persiste pendant 48h (figure. N°16). Ce phénomène peut être expliqué par l'étude de l'évolution du cône de dépression. Lors du pompage le cône de dépression se développe dans l'aquifère, en régime transitoire, jusqu'à la limite à niveau constant (potentiel imposé). Ce phénomène est l'indice d'un débit entrant (limite d'alimentation). La remontée a été observée pendant 3h, pendant laquelle nous observons une remontée prompte après 90 mn de l'arrêt de pompage, témoignant d'un apport de l'aquifère à partir d'une importante zone d'alimentation.

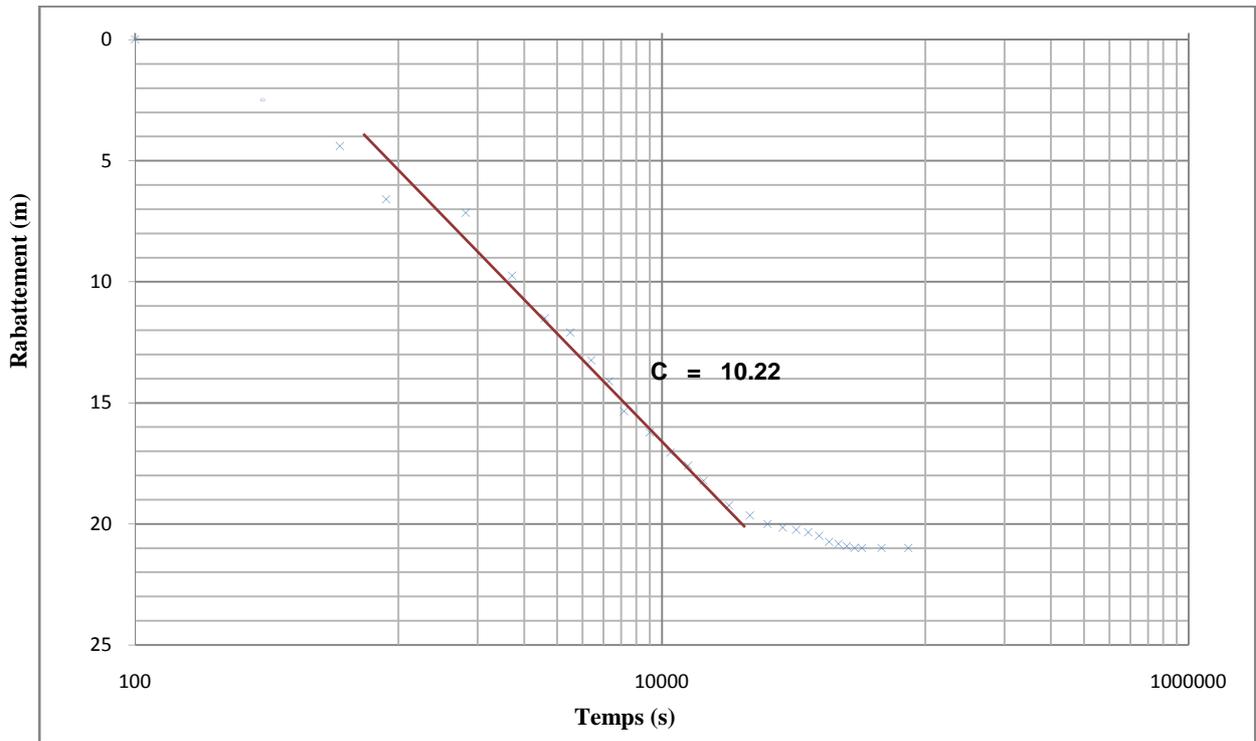


Figure. N° 16 : Droite représentative de la descente du forage.

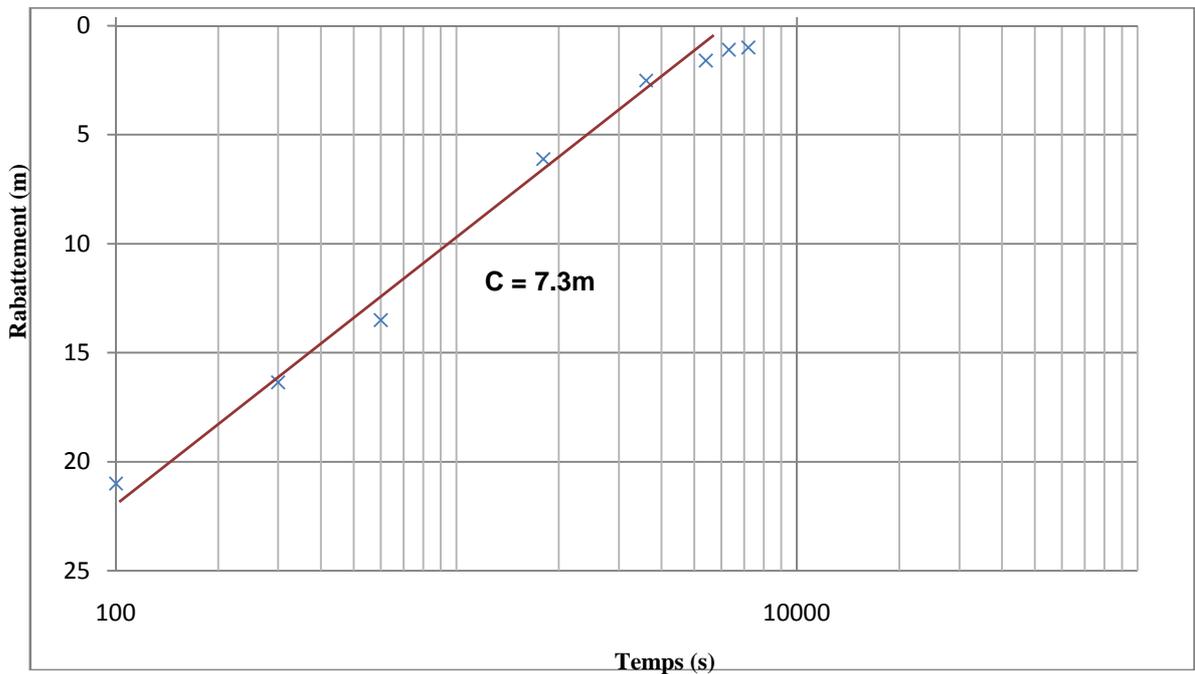


Figure N° 17 : Droite représentative de la remontée du forage suivi.

**VIII.2.1 Calcul des paramètres hydrodynamiques de l'aquifère :**

Pour les calculs nous avons utilisé les deux cas expérimentaux : la remontée et la descente.

**La descente :** 
$$T = \frac{0,183Q}{i} = \frac{0,183 \times 0,018}{10,22} = 0,32 \times 10^{-3} m^2 / s$$

En absence d'un piézomètre, où on pourra suivre les rabattements causés par le pompage, nous ne pouvons pas calculer le coefficient d'emménagement. Toutefois, connaissant l'épaisseur saturé de l'aquifère (120m, selon la coupe du forage), nous avons déduit la perméabilité selon la formule de Darcy ( $K = T/h$ ). Les résultats obtenus sont compilés dans le tableau N°08.

$$\text{La remontée : } T = \frac{0,183 Q}{i} = \frac{0,183 \times 0.018}{7.3} = 0.45 \times 10^{-3} \text{ m}^2 / \text{s}$$

La transmissivité moyenne ( $T_{\text{moy}}$ ) déduite du calcul lors de la descente et de la remontée est égale à  $0,38 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$

Tableau N°08 : caractéristiques d'hydrodynamiques de la nappe de la Mitidja mesurées au forage suivi

Paramètre	Descente	remontée
T (m <sup>2</sup> /s)	$0,32 \times 10^{-3}$	$0.45 \times 10^{-3}$
K(m/s)	$0.26 \times 10^{-5}$	$0.37 \times 10^{-5}$

On constate ainsi que les transmissivités mesurées sont inférieures à  $10^{-3}$ . Les perméabilités déduites confirment la forte présence d'agiles, soit en intercalation, soit en matrice dans la masse alluvionnaire de l'aquifère de la Mitidja.



Photo N°14 : Photo montrant le déroulement des essais des pompages au niveau du forage suivi

# **CONCLUSION GENERALE**

### CONCLUSION GENERALE

Dans cette étude, nous nous sommes intéressées à la réalisation d'une synthèse hydrogéologique compilant toutes les informations hydro-climatologique, géologique, géophysique et environnementaux qui permettent d'implanter un ouvrage de captage des eaux souterraines dans les meilleures conditions hydrogéologiques, en vue de renforcer l'alimentation en eau potable du pôle universitaire d'El Affroun.

La région d'étude est circonscrite autour de la localité de Mouzaia qui occupe la partie Centro-orientale de la plaine de la Mitidja.

L'étude de la géométrie du sous bassin versant confirme que les infiltrations sont plus importantes vers leur forme allongée, notamment le long des cours d'eau descendant de l'Atlas blidéen, où s'effectue la recharge des nappes. Les apports sont considérables sur les bassins versants de la Mitidja, dans la région d'étude le sous bassin versant d'oued Chiffa cumule plus de 68.1 hm<sup>3</sup>

Le bassin de la Mitidja est une zone de subsidence contenue dans un axe d'orientation W.SW à E-NE. L'étude géologique a permis de déterminer les formations susceptibles d'être aquifère qui sont :

- La alluvion du Quaternaire.
- Les grès de l'Astien.

L'exploitation des résultats de l'étude géophysique réalisée par la compagnie générale de géophysique (C.G.G) en 1967 dans la plaine de la Mitidja, a permis de donner une idée sur la géométrie des aquifères (les alluvions du Quaternaire et les grès de l'Astien) ainsi que la configuration et la profondeur du toit du substratum formé par les marnes du Plaisancien. Les deux niveaux aquifères sont séparés par un horizon conducteur d'une centaine de mètre de puissance représenté par les argiles du Villafranchien communément appelées les marnes d'El Harrcah.

Du point de vue hydrogéologique, nous pouvons constater les relations hydrauliques entre les oueds et les nappes. Ces relations sont privilégiées par l'existence des couches perméables, cela est observé dans les cartes piézométriques de la nappe des Alluvions de la Mitidja établie par l'ANRH. Les cartes montrent également que l'écoulement souterrain se fait en générale du Sud à partir de l'Atlas vers le Nord.

Toute cette synthèse a permis de réunir les différents critères pour le choix du meilleur site hydrogéologique favorable à l'implantation du nouveau forage. C'est ainsi que ce dernier a été implanté dans la région de Mouzaia, où l'existence de l'énergie et de conduites de refoulement constituent aussi un argument économique favorable pour le choix de ce site.

Le suivi des travaux de réalisation du forage ainsi proposé sur une profondeur de

## Conclusion générale

---

150m captant les alluvions quaternaire de la nappe de la Mitidja, a permis de mieux équiper le forage en vu d'améliorer son rendement et sa durabilité. L'interprétation de la diagraphie et la description des cuttings ont permis de rencontrer plusieurs couches perméables, ce qui a permis d'établir un programme d'équipement tubulaire et de dimensionner le slot des crépines et le massif filtrant.

Les étapes de fonçage du forage, ont été bien suivies depuis la reconnaissance des terrains traversés jusqu'à l'essai de pompage de ce forage.

Le forage d'exploitation a donné un débit intéressant de 18 l/s, ce qui correspond à la prévision tracée par la DRE de Blida. Nous remarquons également, qu'au niveau de la plaine de la Mitidja, dans la région où est implanté le forage les risques de pollution des eaux souterraines sont réduits par l'inexistence de pôles industriels ou de rejets d'au usées, les teneurs en nitrates pouvant provenir de l'activité agricole, très intense dans la région, ne dépassent pas les normes de potabilité.

Pour finir, nous terminons ce modeste travail par quelques recommandations qui se résument comme suit :

- 1- La réalisation d'une étude d'impact sur l'environnement des ressources en eaux des travaux de réalisation du forage en phase de réalisation et en phase d'exploitation.
- 2- Dimensionnement et délimitation des périmètres de protection de la ressource autour du forage. Il s'agit de la réalisation du périmètre immédiat qui permet la protection de la tête du forage par la construction d'un abris et d'un mur de clôture en maçonnerie dure et d'un périmètre rapproché dans lequel seront règlementées toutes les activités pouvant nuire la qualité des eaux d'une part et l'interdiction de réalisation de forage d'eau afin d'éviter leur interférences lors de leur exploitation, d'autre part.
- 3- Réaliser un équipement adéquat du forage en tenant compte de la courbe granulométrique pour bien dimensionner le massif de gravier ainsi le slot des crépines.
- 4- Les essais par palier devraient être repris en ajoutant un palier supplémentaire avec un débit de 30l/s afin de bien caractériser le rendement du forage, c'est adire connaître le débit d'exploitation ou débit critique et le rabattement admissible.

## Références bibliographiques

- **ANRH, 2012** : Rapport hydrogéologique sur l'implantation des forages pour l'alimentation en eau potable du pôle universitaire d'El Affroun dans la Mitidja occidentale. Rapport interne. 23 pages.
- **ANRH, 2012** : « Note sur la piézométrie de la nappe de la Mitidja ». Rapport compagnie 2012.
- **BOUAZI A. & BOUKHAMSA I., 2015**, Etude hydrogéologique pour l'implantation d'un forage (Etude et suivi du forage F4 dans la zone d'El Affroun, Mitidja Ouest). Mémoire Mastère - Université de Khemis Miliana, 57 pages.
- **BOUMBADJI M. & SELMANE N., 2005**. Contribution à l'étude d'implantation d'un forage d'eau dans la région de Mouzaia, Mémoire D.E.U.A. Centre universitaire de Khemis Miliana, 62 pages.
- **Code de bonnes pratiques pour réalisation de forages, 2012**. Version française. 36 pages.
- **CASTANY G., 1982**. Principe et méthode de l'hydrogéologie. Dund, 236 pages.
- **Compagnie générale de géophysique, 1967** - Prospection géophysique dans la plaine de la Mitidja - Zone centrale (Oued Chiffa / Oued Mazafran). *Minist. Hydraulique et des forêts*. Etude Ag. Nale. Ress. Hydr.
- **DJOUJAR D.C. ET HELLAL D., 1993** - Approche du comportement hydrodynamique d'un système aquifère Zone : Oued el Harrach, Oued Hamiz (Mitidja). *Mem. Ing. Univ. Sc. Tech. Houari Boumediène*.
- **GLANGEAUD L., 1932** - Etude géologique de la région littorale de la province d'Alger. *Bull. Sc. Car. géo. Alg.* 60 Pages.
- **GLANGEAND L. ET Ayme A., 1952** - Histoire Géologique de la province d'Alger. *Of.Nat.Géol.*
- **GLANGEAUD L., 1952**. Histoire géologique de la province d'Alger. Office National Géologie.
- **INPE, 2013**. Forage d'eau (Réalisation, exploitation et réhabilitation), cours de formation continue à l'institut national de perfectionnement de l'équipement – Ksar el Boukhari, 106 pages.
- **KARA A. ET RAHIM S., 1992** - Contribution à l'étude de la qualité des eaux souterraines du sous bassins versant Chiffa- Djer-Bouroumi ( Mazafran). *Mem. Ing. Univ. Blida*.
- **LARBI A. 2012**. Utilisation d'un SIG et d'un modelé mathématique pour la gestion intégrée des ressources en eau à l'échelle du bassin côtier algérois, MAGISTER Université des Sciences et de la technologie « Houari Boumediene ». 42 pages.

- **MARSILY G., 2004.** Cours d'hydrogéologie. Université de Paris VI. 220 pages.
- **MABILLOT A., 1971.** Les forages d'eau, guide pratique, 273 pages.
- **SOGREAH, 2009 :** Lutte contre l'intrusion marine dans la Mitidja
- **SEDKATI L., 1996** - Implantation de périmètres de protection du champ de captage -Mazafran II (Mitidja Ouest). *Mem. Fin. d'études- Univ. BLIDA*
- **S.N.R.E.M., 1911** - Notice de la carte géologique de Koléa (N°41) au 1/5000<sup>ème</sup>. *Inst. Nat. Cartog.*

# **ANNEXES**

**SOCIETE DE GESTION DES PARTICIPATIONS DE L'ETAT**

**شركة تسيير المساهمات**

**ETUDES ET REALISATIONS DES GRANDS TRAVAUX HYDRAULIQUES (SGP/ERGTHY-Spa)**

**دراسات و إنجازات الأعمال الكبرى للري**

**ENTREPRISE PUBLIQUE  
DE REALISATION DE FORAGE  
HYDRAULIQUE ET DE TRAVAUX  
ELECTRO-MECANIQUE  
FOREMHYD – Spa**



Certifié ISO 9001 par

**LABEL QUALITÉ**  
SYSTÈME

**المؤسسة العمومية لإنجاز  
حفر آبار المياه والأشغال  
الاكترومكانيكية  
فورميد**

## **LOGGING**

**Maître d'ouvrage :** Direction des Ressources en Eau de la Wilaya de BLIDA

**Intitulé du marché :** Réalisation de six (06) forages

**Nom du forage :** **F.18 EL AFFROUN**

**Coordonnées :**

**Date de l'opération :** 12 .02.2017

**Service :** UNITE LOG 1

**Opérateur :** AMRANE KAMEL

**Hydrogéologue :** MOHAMED ALI BACHIR

**Nom du chef chantier :** BELMESK ISMAIL

**Type d'appareil :** F1500 ( 92194 302)

**Profondeur du forage :** **150 m**

**Diamètre du forage :** 12" ¼

**Diamètre du tube guide :** 22"

**Longueur du tube guide:** **10 m**

**Code analytique du forage :** **93 111817 16**

**Echelle de profondeur :** 1 / 100

**Société par Actions au Capital Social de 613.750.000 DA – R.C 99/B/080.2906**

**Siège Social :Rue du Génie B.P 144 Dar El Beïda (W.Alger)Tél : 213 (021) 75.30.70 / 75.30.75**

**Fax : 213 (021) 75.30.76 / e-mail : foremhyd @ wissal.dz**

93000. SP MV 39200.

0. NGAM CPS 40.

0.

16N OHMM

110.

0.

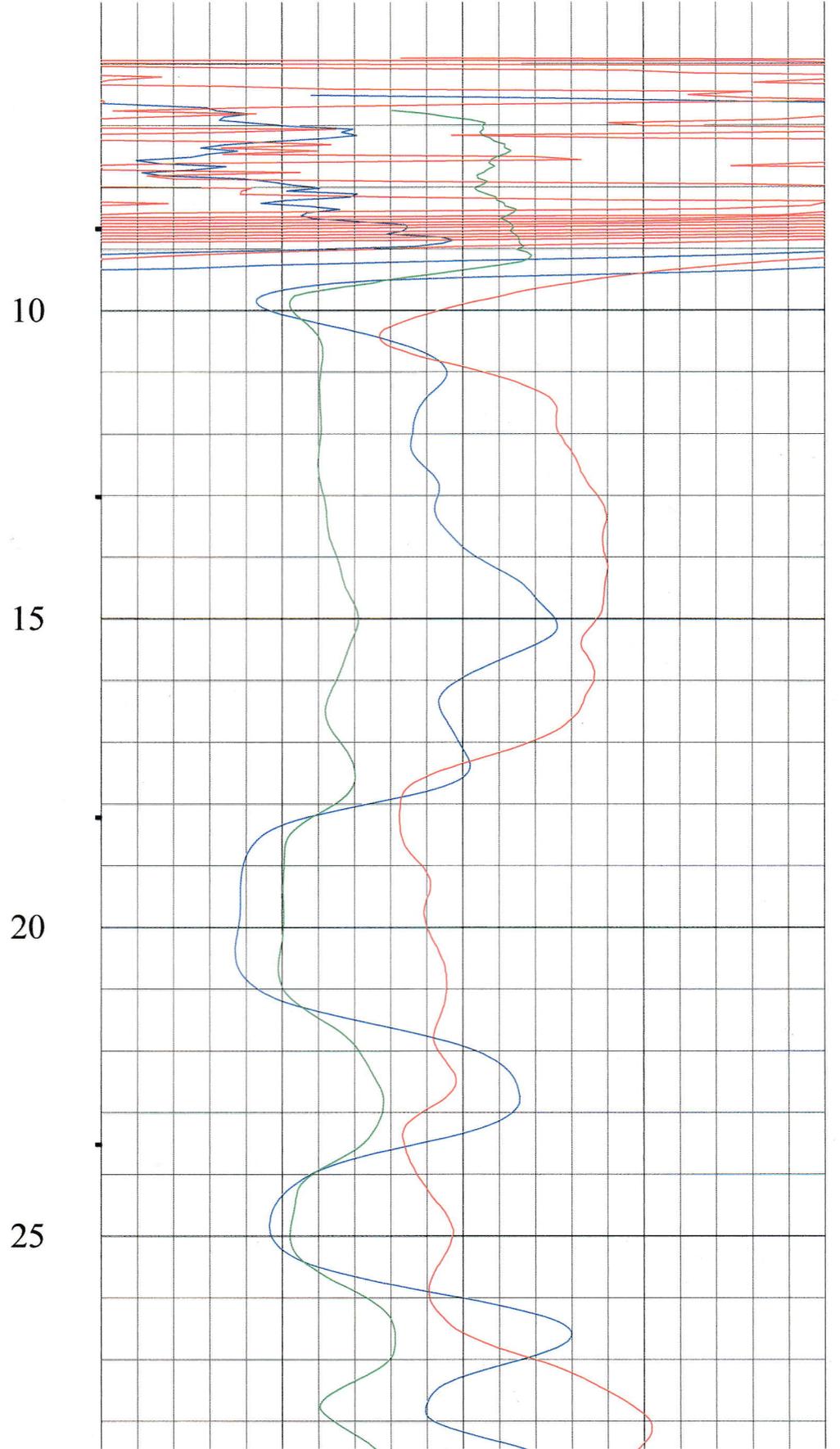
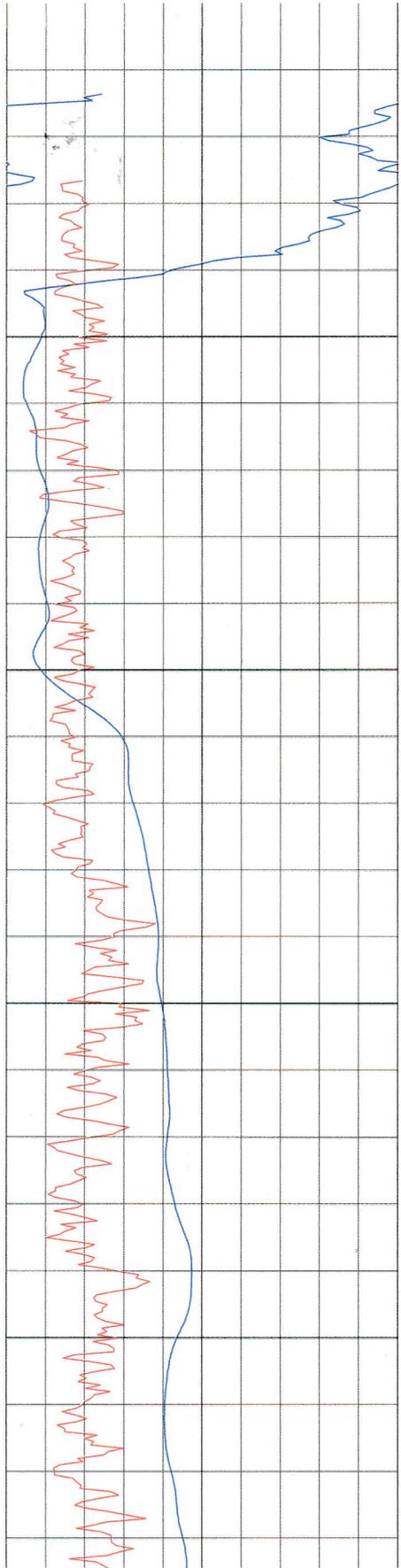
64N OHMM

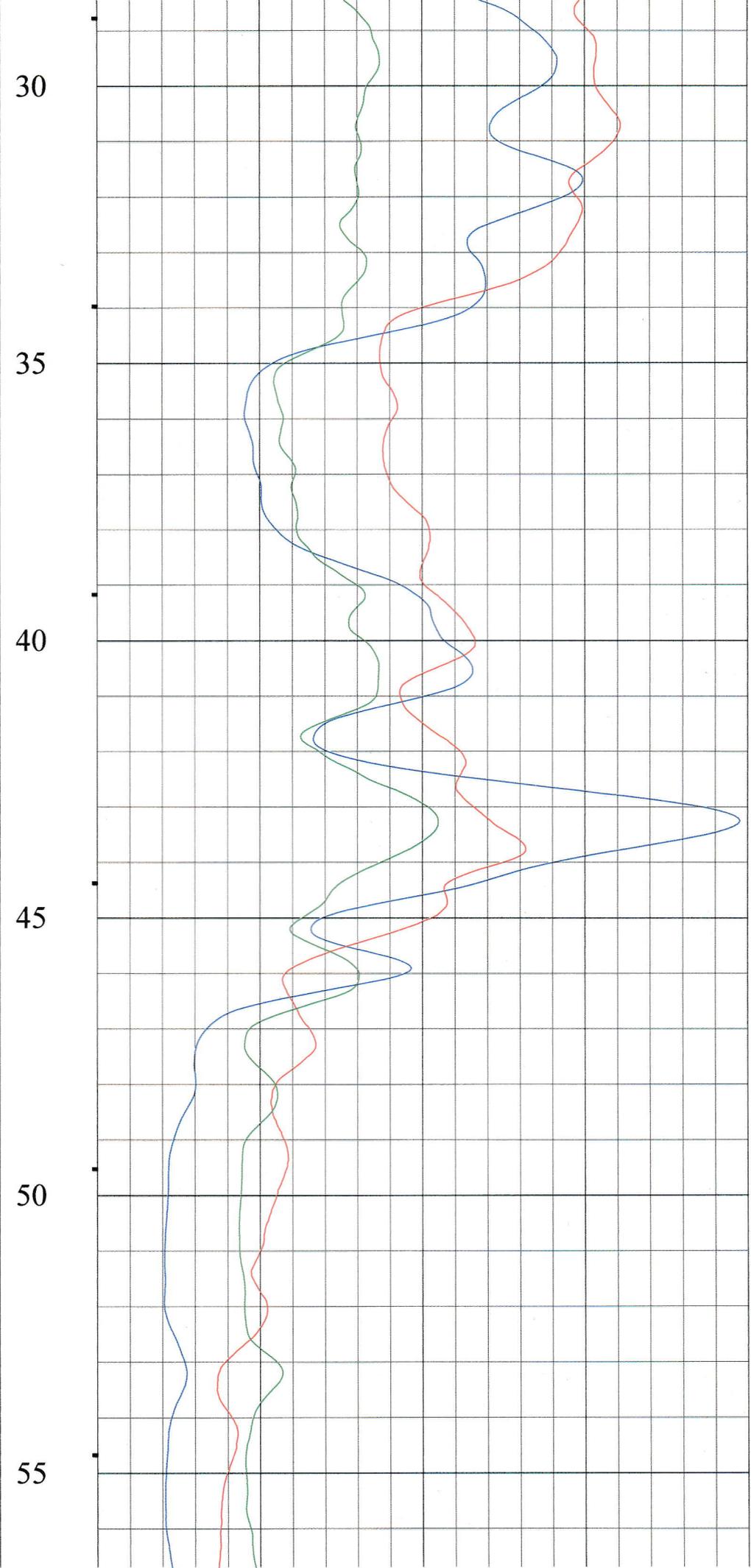
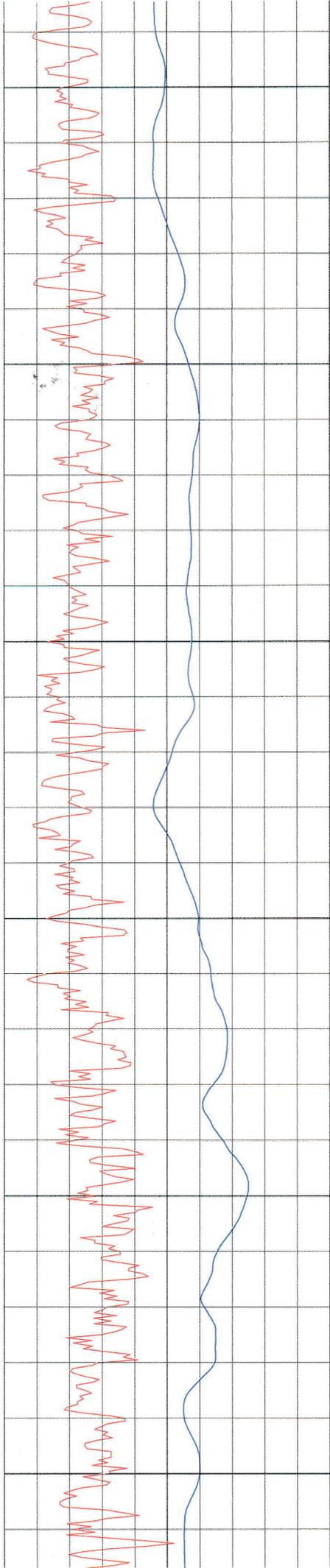
110.

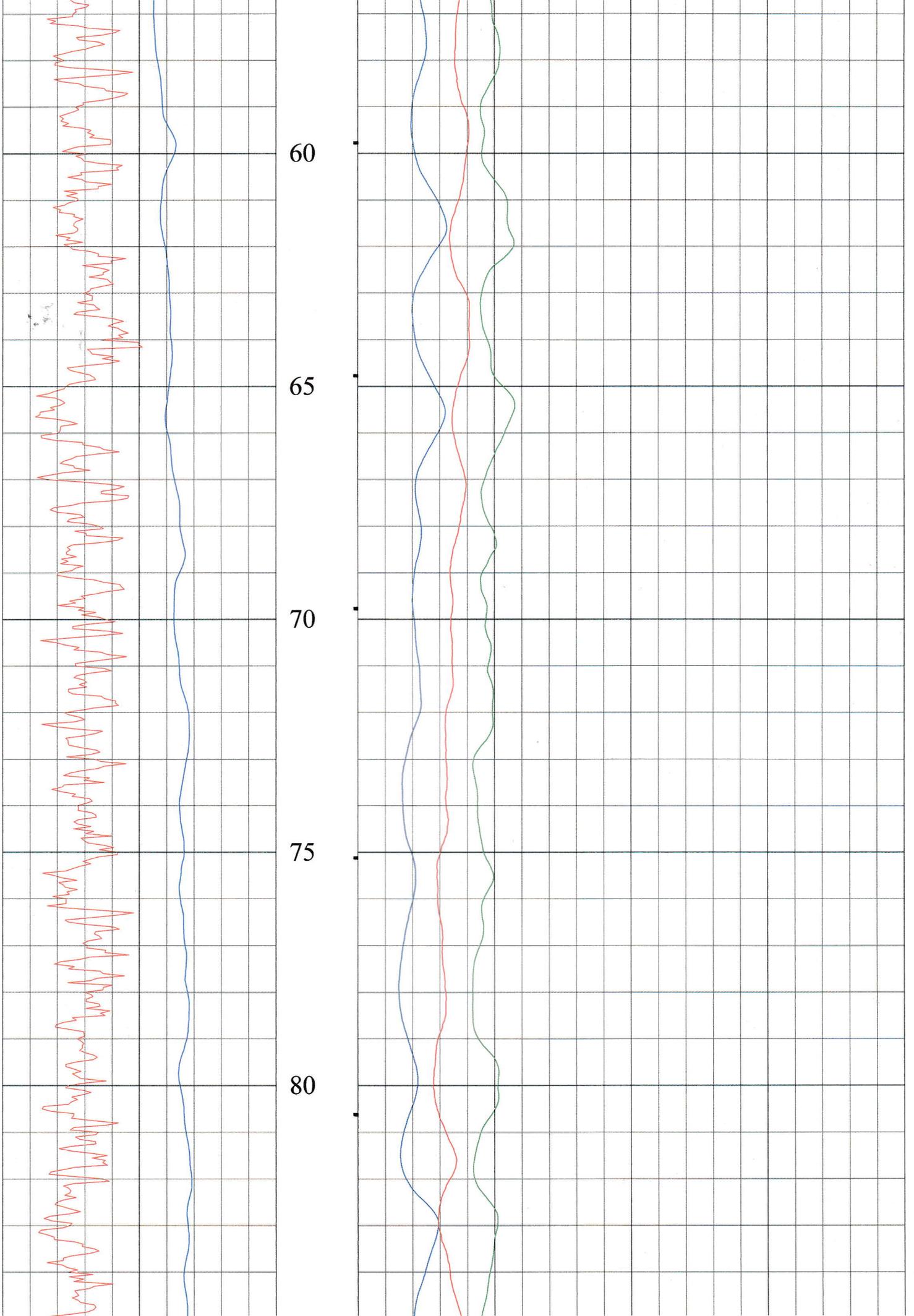
0.

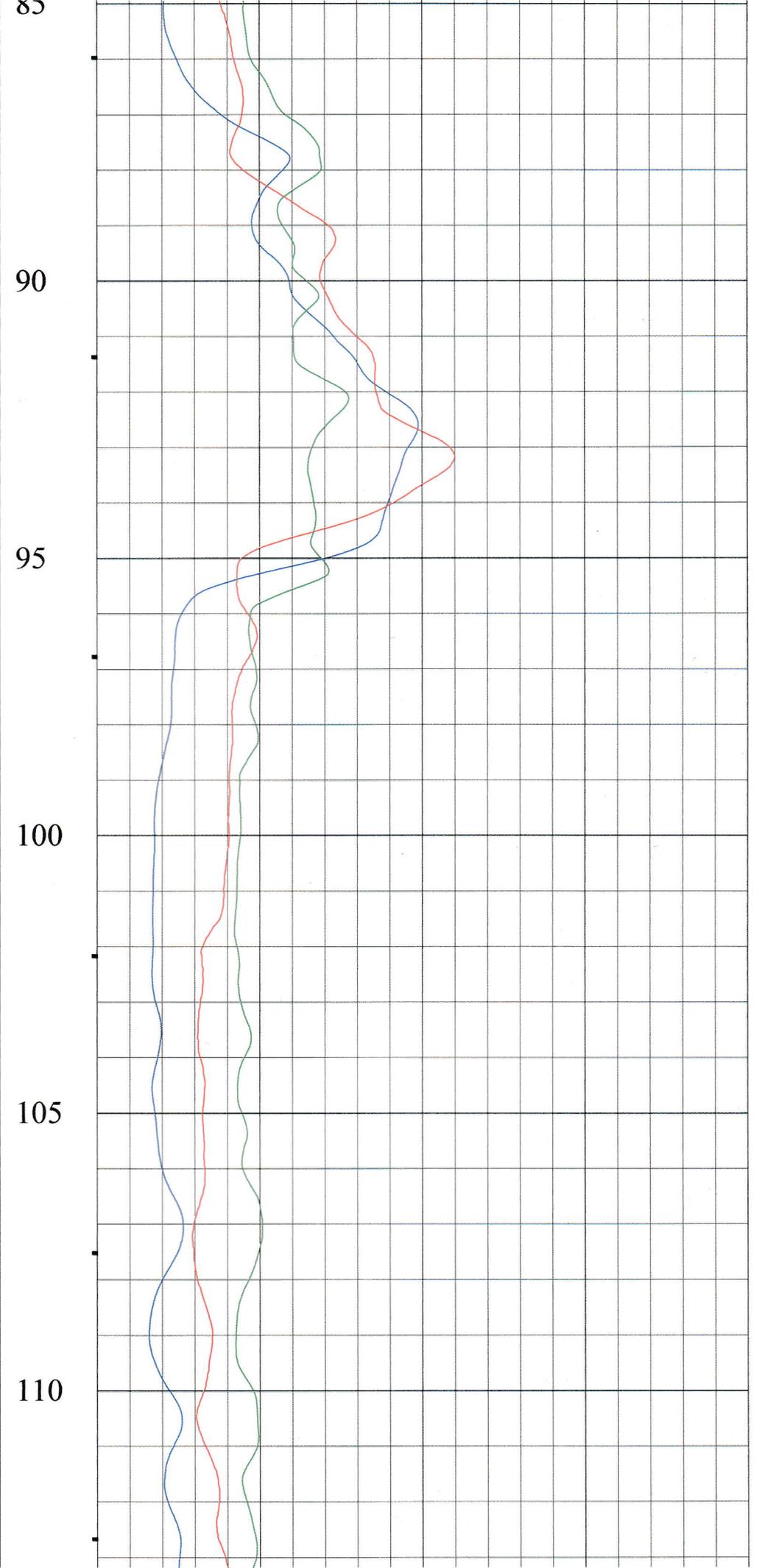
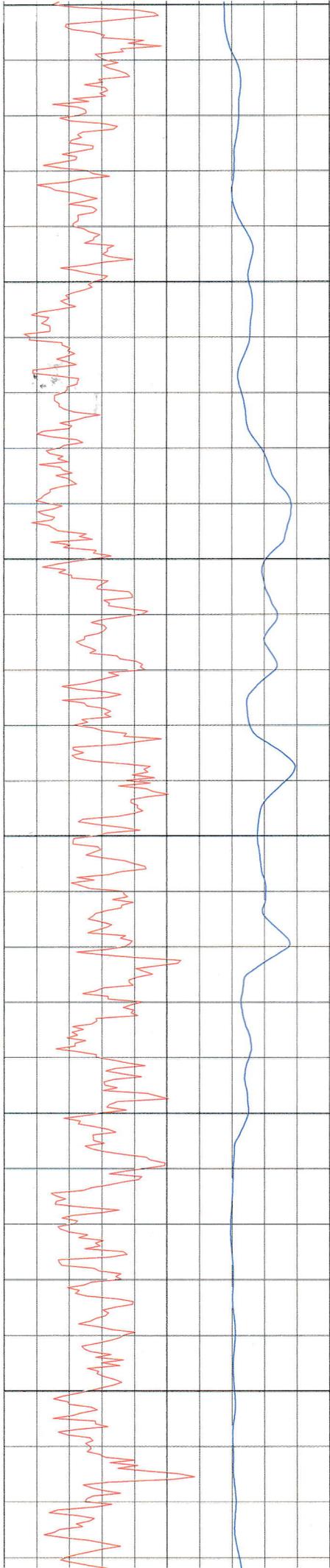
SPR OHM

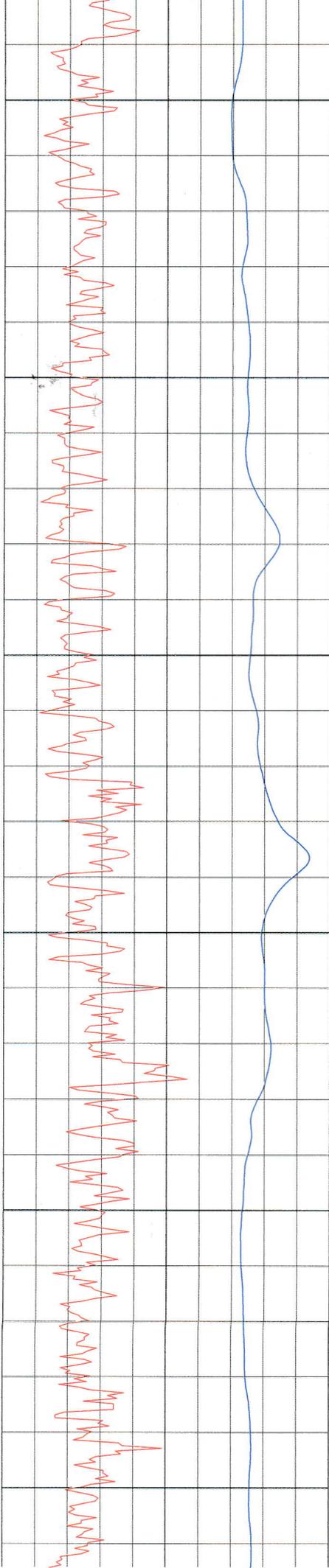
110.











115

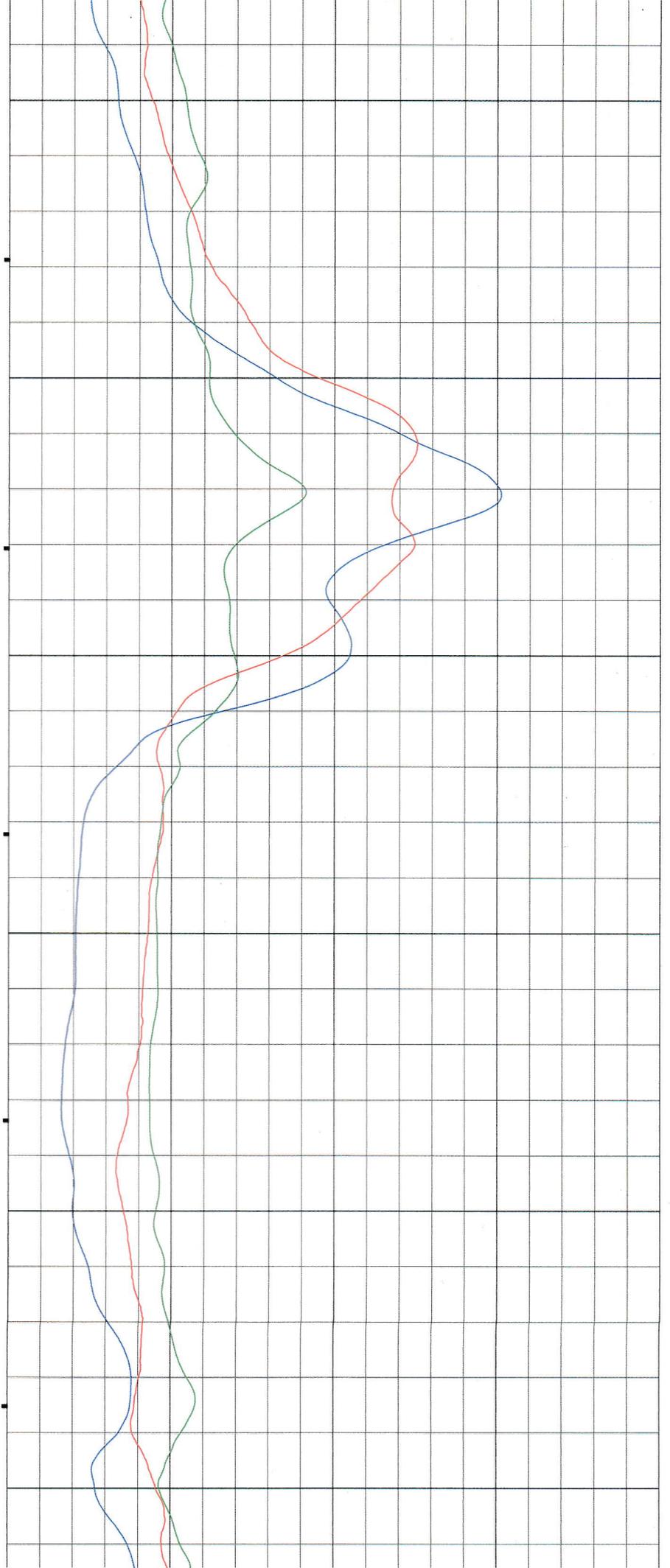
120

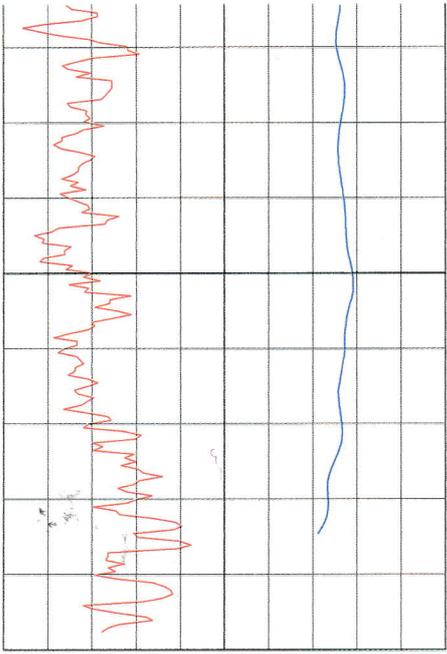
125

130

135

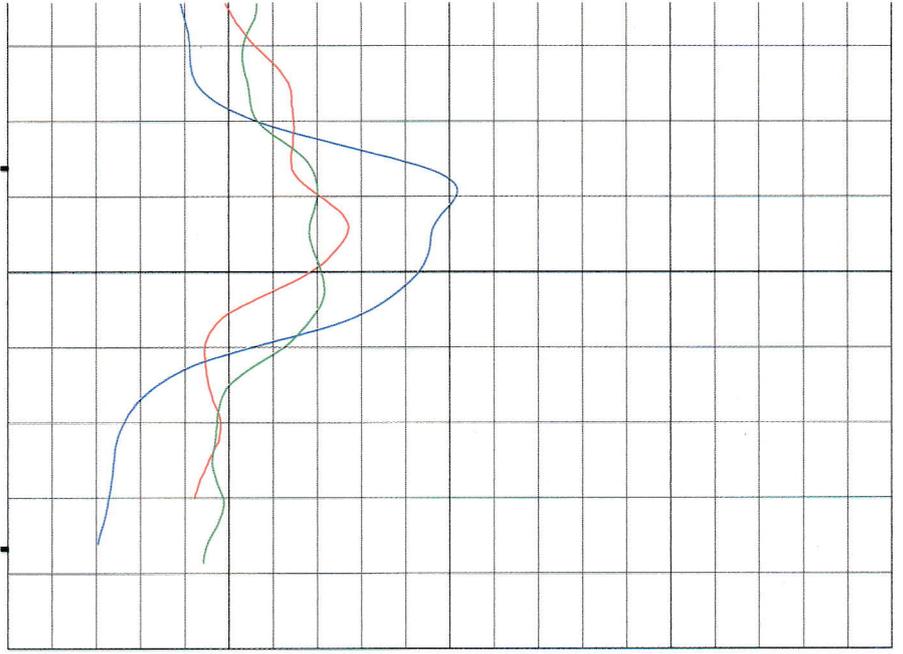
140





145

150



## Les essais des débits par palier

**première palier : Q = 10 l/s.**

palier	la date	temps (h)	temps (min)	Niveau dynamique (m)	Rabattement (m)	débit (l/s)
1 <sup>ere</sup> palier	21/05/2017	08:00	0	26	0	10
			5	27,3	1,3	
			10	28,1	2,1	
			15	29,75	3,75	
			30	30,35	4,35	
			45	30,95	4,95	
		09:00	0	31,45	5,45	
			15	32,1	6,1	
			30	33,15	7,15	
			45	34	8	
		10:00	0	34,4	8,4	
			30	34,95	8,95	
		11:00	0	35,25	9,25	
			30	35,75	9,75	
		12:00	0	36,15	10,15	
		13:00	0	36,35	10,35	
		14:00	0	36,55	10,55	
		15:00	0	36,85	10,85	
		16:00	0	37	11	
		17:00	0	37	11	
18:00	0	37	11			

**deuxième palier : Q = 15 l/s.**

palier	la date	temps (h)	temps (min)	Niveau dynamique (m)	Rabattement (m)	Débit (l/s)
2 <sup>eme</sup> palier	22/05/2017	08:00	0	26	0	15
			5	28,1	2,1	
			10	29,6	3,6	
			15	30,45	4,45	
			30	32,42	6,42	
			45	34,6	8,6	
		09:00	0	35,22	9,22	
			15	36,6	10,6	
			30	37,2	11,2	
			45	38,7	12,7	
		10:00	0	39,2	13,2	
			30	40,36	14,36	
		11:00	0	41,2	15,2	
			30	41,52	15,52	
		12:00	0	41,65	15,65	
		13:00	0	41,8	15,8	
		14:00	0	41,92	15,92	
		15:00	0	42	16	
		16:00	0	42	16	
		17:00	0	42	16	

**troisième palier : Q = 18 l/s.**

palier	la date	temps (h)	temps (min)	Niveau dynamique (m)	Rabattement (m)	débit (l/s)
3 <sup>eme</sup> palier	23/05/2017	08:00	0	26	0	18
			5	29,2	3,2	
			10	31,4	5,4	
			15	33,2	7,2	
			30	35,4	9,4	
			45	37,2	11,2	
		09:00	0	39,1	13,1	
			15	40,11	14,11	
			30	41,05	15,05	
			45	41,85	15,85	
		10:00	0	42,35	16,35	
			30	43,2	17,2	
		11:00	0	44,15	18,15	
			30	45,1	19,1	
		12:00	0	46	20	
		13:00	0	46,42	20,42	
		14:00	0	46,85	20,85	
		15:00	0	47	21	
		16:00	0	47	21	
		17:00	0	47	21	

**Les essais de pompages de longue durée : Q=18 l/s.**

**la descente**

la date	temps (h)	temps (min)	temps (s)	niveaux dynamique (m)	Rabattement(m)
24/05/2017	08:00	0	0	26	0
	5	5	300	28,5	2,5
	10	10	600	30,4	4,4
	15	15	900	32,6	6,6
	30	30	1800	33,15	7,15
	45	45	2700	35,75	9,75
	09:00	60	3600	37,5	11,5
	15	75	4500	38,1	12,1
	30	90	5400	39,25	13,25
	45	105	6300	40,11	14,11
	10:00	120	7200	41,35	15,35
	30	150	9000	42,22	16,22
	11:00	180	10800	43,05	17,05
	30	210	12600	43,6	17,6
	12:00	240	14400	44,22	18,22
	13:00	300	18000	45,24	19,24
	14:00	360	21600	45,65	19,65
	15:00	420	25200	46,01	20,01
	16:00	480	28800	46,15	20,15
	17:00	540	32400	46,25	20,25
	18:00	600	36000	46,35	20,35
	19:00	660	39600	46,5	20,5
	20:00	720	43200	46,75	20,75
	21:00	780	46800	46,83	20,83
22:00	840	50400	46,92	20,92	
23:00	900	54000	47	21	
24:00:00	960	57600	47	21	
25/05/2017	03:00	1140	68400	47	21
	08:00	1440	86400	47	21
	10:00	1560	93600	47	21
	12:00	1680	100800	47	21
	15:00	1800	108000	47	21
	20:00	2100	126000	47	21
	24:00:00	2340	140400	47	21
	02:00	2460	147600	47	21
	04:00	2580	154800	47	21
	06:00	2700	162000	47	21
	08:00	2820	169200	47	21

**la remontée**

la date	temps (h)	temps (min)	temps (s)	niveaux dynamique (m)	Rabattement (m)
25/05/2017	08:00	0	0	47	21
	5	5	300	42,36	16,36
	10	10	600	39,5	13,5
	30	30	1800	32,1	6,1
	09:00	60	3600	28,5	2,5
	30	90	5400	27,6	1,6
	45	105	6300	27,1	1,1
	10:00	120	7200	27	1

**Les données de l'analyse de Nitrates dans la région de Mouzaia.**

<b>X</b>	<b>y</b>	<b>Nitrates</b>
503 500	356 950	0,0
498 150	355 700	14,1
506 000	364 000	11,6
505 700	351 300	35,6
502 750	360 850	27,3
504 500	349 450	52,8
503 750	358 120	36,2
501 200	357 150	34,3
506 000	364 000	0,0
509 750	368 750	44,0
513 100	369 600	5,0
507 250	365 800	0,0