

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE SAAD DAHLAB- BLIDA 1-

Faculté de technologie

Département des sciences de l'eau et environnement

MEMOIRE DE MASTER

Filière: **Hydraulique**

Spécialité: **Science de l'eau**

Thème :

Suivi de la réalisation d'un forage d'AEP à
Beni Tamou (Blida)

Présentée par :

MAMMAR Soumia

Devant le jury composé de :

Messaoud Nacer Abd Nacer	Maitre de conférences,U.de Blida	Président
GUENDOZ Abdelhamid	professeur,U.de Blida 1	Examineur
BESSENASSE Mohamed	professeur,U.de Blida 1	Examineur
BOUDJADJA Abdelaziz	professeur,U.de Blida 1	Promoteur

Promotion 2015/2016

SOMMAIRE

Résumés

Remerciement

Dédicace

Liste des abréviations

Liste ses figures

Liste des tableaux

Introduction générale 1

Chapitre I : Caractéristiques géographiques et géomorphologiques régionales

I. Situation régionale de la zone d'étude 2

II. Situation géographique de la zone d'étude 3

III. Situation géomorphologique de la région 3

Chapitre II : Contexte géologique et cadre hydrogéologique

I. La géologie sommaire de la région 5

II. Lithologie représentative de la région 5

III. Contexte climatique 6

III.1 Analyse des pluies 7

a) Les pluies moyennes inter annuelles 7

b) Les pluies moyennes inter annuelles 8

IV. Contexte hydrogéologique 9

V. Hydrodynamisme de l'aquifère 10

V-1 Interprétation de la carte piézométrique (2013) 11

Chapitre III : Critères de choix du site de forage

I. Analyse des coupes des forages existants aux alentours de la zone du forage 13

II. Géométrie de l'aquifère 13

III. Potentialité en eau souterraines	14
Chapitre IV : Déroulement des travaux de forage	
I. Méthode de fonçage choisie	15
I-1 Principe du mode rotary avec circulation de boue	16
I-2 Matériel utilisé pour le fonçage du forage	17
II. Préparation du chantier	18
II-1 Préparation des fosses à boue	20
II-2 Préparation de la boue de forage	20
II-3 Creusement	21
II-4 Forage de reconnaissance	21
II-5 Prélèvement des échantillons	22
III. Enregistrement des diagraphies	22
IV. Alésage et réalésage	23
V. L'équipement tubulaire	24
V-1 Plan de tubage	24
V-2 La résistance des tubes	24
V-3 Equipement de la colonne de captage	25
VI. Cimentation	26
VII. Massif filtrant	26
VIII. Développement	27
IX. Traitement à l'héxametaphosphate	30
Chapitre V : Les essais de pompage	
I. L'essai à blanc	32
II. Les essais par paliers	32
Chapitre VI : Vulnérabilité et aménagement de protection du forage	
I. Problèmes de pollution	36
II. La gestion de la ressource	36
II.1. Rôles de L'ANRH	36
II.2. Rôles des DHW	37
II.3. Rôles de l'ADE	37

III. Périmètres de protection	37
IV. Vulnérabilité des eaux souterraines	38
<i>Conclusion générale</i>	39
<i>Recommandation</i>	
<i>Annexes</i>	
<i>Références bibliographiques</i>	

LISTES DES FIGURES

Figure I.1 : Situation de la plaine de Mitidja	2
Figure I.2 : Localisation de la zone d'étude sur le fond topographique	3
Figure I.3 : Image satellitaire de la zone d'étude	4
Figure II.1 : La carte géologique de la plaine de Mitidja	6
Figure II.2 : Extrait de la carte pluviométrique de l'Algérie du Nord au 1/500.000è	8
Figure II.3 : Précipitations moyennes inter annuelles à la station de Soumaa (1990-2010)	9
Figure II.4 : Précipitation moyenne mensuelles à la station de Soumaa (2010)	9
Figure II.5 : Coupe hydrogéologique Nord-Sud interprétative de la plaine de la Mitidja	11
Figure II.6 : Carte piézométrique de la nappe de la Mitidja	12
Figure II.7 : Carte piézométrique dans le bassin du Mazafran (2013)	13
Figure III.1 : Coupe géo électrique « S »	14
Figure IV.1 : Appareil de fonçage « méthode rotary »	17
Figure IV.2 : Dispositif schématisé d'un atelier de forage rotary	18
Figure IV.3 : Stock de gravier	19
Figure IV.4 : Bassin de décantation	20
Figure IV.5 : Une série d'échantillons	23
Figure IV.6 : Appareil de diagraphie	24
Figure IV.7 : Tubes crépines et tubes pleines	27
Figure IV.8 : Massif de gravier et la mise en place	28
Figure IV.9 : Développement à forage ouvert	30
Figure V.1 : Courbe de rabattement en fonction de débit $\Delta=f(Q)$	33
Figure V.2 : Droit de rabattement en spécifique en fonction de débit	34
Figure V.3 : Schéma d'installation pour pompe de forage	35

LISTE DES TABLEAUX

Tableau IV.1 : Normaliser des outils d'alésage	25
Tableau V.1 : Essai de débit par palier	32
Tableau V.2 : Les résultats de l'essai de pompage	33

INTRODUCTION GENERALE

Les eaux souterraines sont captées par des forages. Elles assurent l'alimentation en eau potable, l'irrigation et l'alimentation de maintes unités industrielles, car elles sont moins exposées au phénomène de pollution que les eaux de surface.

Donc qu'est-ce qu'un forage ?

Le **forage** est l'exécution d'un trou dans le sol à l'aide d'un outil mécanique. Il a de nombreuses applications : la recherche et l'exploitation de matières utiles telles que le pétrole, le gaz naturel, l'eau ; la reconnaissance des sols dans le cadre d'études géologiques, géotechniques, hydrogéologiques et enfin, une application plus récente, la reconnaissance

« Environnementale » du sol dont l'objectif est d'évaluer un impact sur les sols d'une activité humaine (site industriel, décharge...).

En vue de renforcer l'alimentation en eau potable, le secteur des ressources en eau à Blida projette la réalisation de huit nouveaux forages, dont les besoins en eau sont estimés à 10.000 m³/j.

Parmi ces huit forages, je me suis intéressée à F22 qui est situé au champ de captage de Beni Tamou. L'implantation de ce forage a été effectuée sur la base de l'ancienne étude géophysique de la plaine de Mitidja.

Je tenterai de décrire une synthèse hydrogéologique, en compilant les connaissances géologiques, hydrogéologiques et géophysiques. Cela permettra de rassembler les critères favorables pour le choix du site d'implantation du forage.

Avec le suivi de chantier ou j'ai décrit la technique et le matériel utilisé pour le forage et toutes les étapes de réalisation du forage (description des cuttings, développement, les essais de pompage ...etc.).

Et les problèmes de pollution des eaux souterraines et les périmètres de protection.

I. Situation régionale de la zone d'étude :

La plaine de la Mitidja est une dépression allongée d'Ouest en Est, de Hadjout à Blida et s'incurve en direction WSW-ENE de Blida jusqu'à l'oued El Hamiz et la mer ; est une vaste plaine d'environ 90 Km de long et 15 Km de largeur. Cette plaine, limitée à l'Ouest par l'Oued Nador et à l'Est par l'Oued Boudouaou. Elle est bordée par deux zones élevées : le Sahel (260 m) au Nord et l'Atlas (1200 m) au Sud.

Elle est traversée par des oueds issues de l'Atlas qui se jettent dans la mer : soit dans la baie d'Alger (par oued el Harrach et oued Hamiz), soit par une vallée incisée dans le Sahel ouest constituant l'Oued Mazafran. Ce dernier, formé par la réunion des Oueds Djer, Bouroumi et Chiffa, constitue le fleuve côtier le plus important de la plaine.

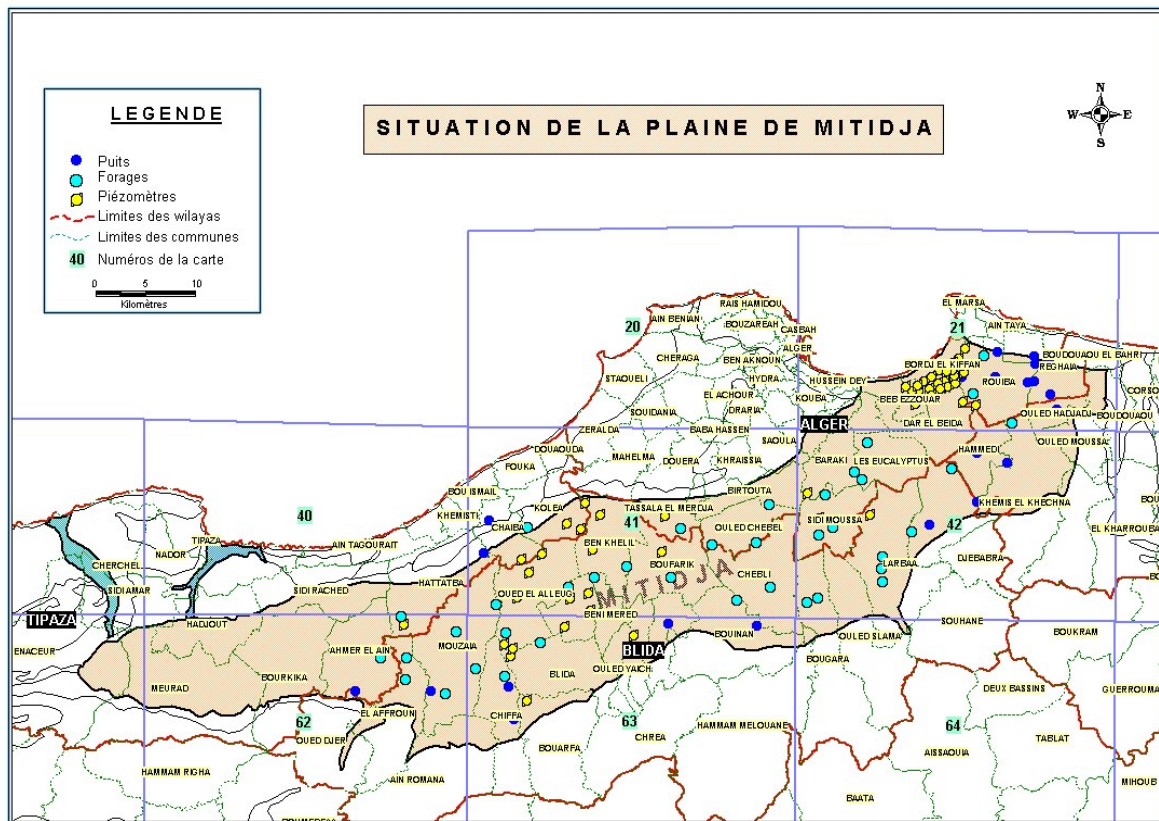


Figure I.1 : Situation de la plaine de Mitidja

II. Situation géographique de la zone d'étude :

La zone d'étude située dans le champ de captage d'ADE à 02 km au nord de la ville de Beni Tamou et à l'ouest de chef-lieu de l'APC de Beni Tamou Blida. Cette zone, fait partie de la plaine de la Mitidja occidentale à remplissage alluvionnaire (graviers-limoneux, sables et argiles...). Sur le plan hydrologique, la région de Beni Tamou est circonscrite dans le bassin hydrogéologique du Mazafran.

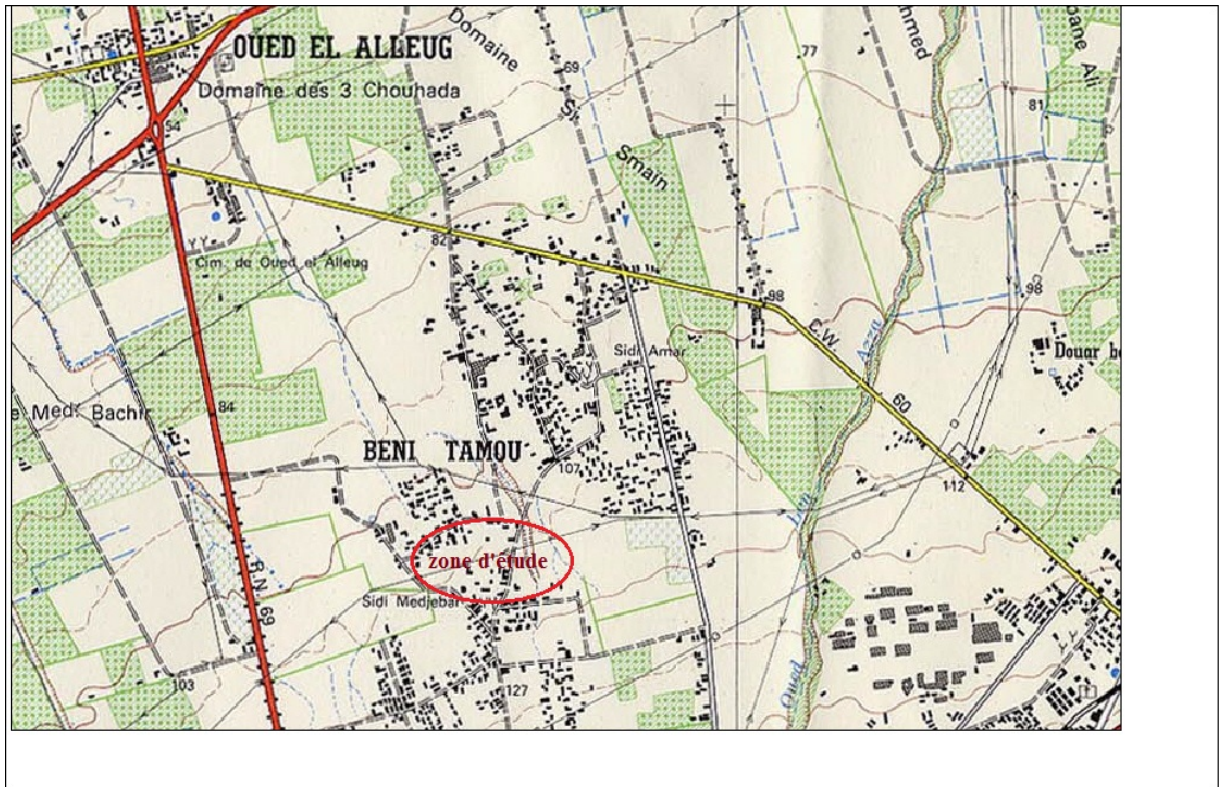


Figure I.2 : Localisation de la zone d'étude sur fond topographique

III. Situation géomorphologique de la région :

Blida se caractérise par deux types de relief :

- *La plaine de la Mitidja :*

La plaine de la Mitidja couvre une superficie de 1450 km² et est orientée WSW - ENE. Son altitude moyenne varie entre 50 et 100 m. La pente dans la plaine tend vers zéro ce qui favorise l'infiltration là où les conditions géologiques le permettent.

- *L'Atlas :*

La chaîne de l'Atlas forme sur 30 Km environ une barrière continue où l'altitude moyenne est de 1400 m, certains sommets peuvent atteindre 1600 m, les reliefs y sont escarpés et les oueds

très encaissés. La pente atteint par endroits 30 % ce qui favorise surtout l'écoulement superficiel.

Le site étudié est circonscrit dans la partie de la plaine de la wilaya de Blida à relief plat et d'altitude moyenne de 20 à 35 m.



Figure I.3 : Image satellitaire de la zone d'étude

La synthèse géologique que nous présentons ci-dessous est établie sur la base des travaux de Glangeand et Ayne (1964) et de Bennie and Partners (1983).

I. Contexte géologique :

La Mitidja est une vaste plaine de 1450Km² subsidence qui renferme deux niveaux aquifères : la formation de l'Astien et les alluvions du Soltano-Tensiftien qui reposent sur les marnes du plaisancien formant la limite imperméable de presque tout le bassin. Ces deux aquifères sont séparés par la formation semi-perméable du villafranchien appelé marnes d'El Harrach.[4]

II. Lithologie représentative de la région :

Le cadre géologique local est caractérisé par la série litho-stratigraphique suivante :

- Miocène et roches plus anciennes : ces roches sont présentes en profondeur et affleurent par endroits dans les piedmonts Nord de l'Atlas. Les types de roches les plus communément rencontrées sont les roches argileuses contenant des schistes argileux des argilites et des argiles.
- Le Plaisancien : formé essentiellement de marnes bleues avec localement des bancs de grès faiblement glauconieux. Cet étage peut atteindre une puissance considérable (>200 m).
- L'Astien : il est bien développé sur le versant sud du Sahel et apparait très peu sur la bordure sud de la Mitidja. Epaisse de 100 à 200 m, la formation de l'Astien se présente sous différents faciès (un faciès marno-sableux, un faciès calcaro-gréseux, un faciès gréseux et sableux).
- Le Calabrien-villafranchien(Formation d'El Harrach) : cette formation connue sous le nom de marnes d'El Harrach est une séquence relativement uniforme d'argiles plastiques jaunâtres ou grises se développant sur une puissance de 200 m.
- Formation de la Mitidja (Tensiftien- Soltanien) : elle est formée principalement de matériaux alluviaux grossiers : graviers, galets et limons ou argiles en quantités variables.

Cette formation recouvre la totalité du bassin oriental sur une épaisseur de 100 à 150 m et diminue vers les bordures de l'Atlas et la baie d'Alger. L'ensemble présente des variations de granulométrie considérables aussi bien dans le sens horizontal que le sens vertical.

- Dépôts récents (Rharbien-récent) : Ces dépôts intéressent une fraction peu importante du remplissage du bassin oriental de la Mitidja. Ils englobent les dépôts suivants :
- Dépôts de sables dunaires qui se localisent essentiellement dans la région de Réghaia et la baie d'Alger, sur 20 à 40 m d'épaisseur ;
- Dépôts des lits des Oueds actuels qui sont constitués de sables, de graviers et présentent une épaisseur de quelques mètres ;

Dépôts du piémont de l'Atlas qui sont des dépôts divers, d'éléments anguleux et de couches de graviers.[4]

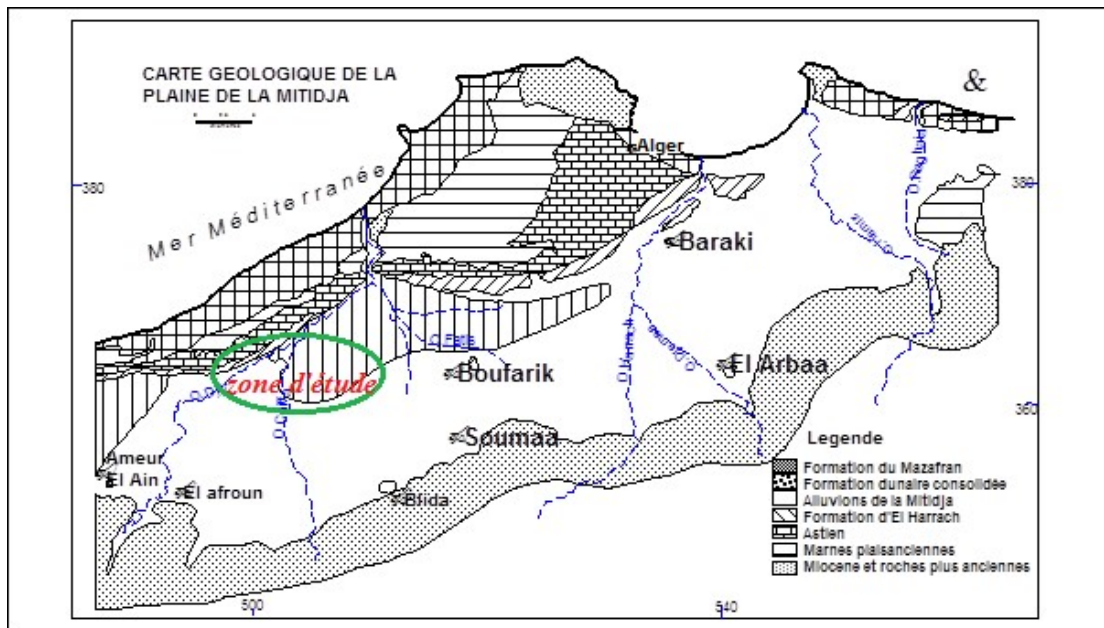


Figure II.1 : La carte géologique de la plaine de Mitidja

La description lithologique permet d'apprécier les caractéristiques hydrogéologiques des principales formations géologiques de la zone d'étude de la wilaya qui est constituée de deux ensembles physiques : La plaine de la Mitidja et l'Atlas Blidéen qui couvre la frange Sud de la wilaya et qui fait partie de l'Atlas Tellien ; on y distingue :

- des terrains à perméabilité très faible : pas de nappe souterraine (marnes, argiles).
- des terrains à perméabilité moyenne (schistes, sables, graviers..); les ressources en eau sont variables.
- des terrains à perméabilité élevée (calcaire, alluvions): les ressources en eau sont généralement importantes.[4]

III. Contexte pluviométrique :

La plaine de la Mitidja est soumise à un climat régional subhumide littoral caractérisant l'ensemble des plaines côtières. Au fur et à mesure que l'on s'éloigne du littoral, le climat devient de plus en plus continental et l'on enregistre une baisse sensible des températures.

L'étude des pluies annuelles issue de la carte pluviométrique établie par l'ANRH en 1993.

III.1 Les pluies moyennes inter annuelles :

La ville de Beni Tamou est soumise à un climat méditerranéen semi-aride caractérisant l'ensemble des plaines côtières. Au fur et à mesure que l'on s'éloigne du littoral, le climat devient de plus en plus continental et l'on enregistre une baisse sensible des températures.

Selon les données de la station de Soumaa qui établit par l'ANRH, la lame d'eau précipitée dans la zone d'étude varie dans une fourchette de 600 à 700 mm (Figure II.2)

Toutefois, les précipitations varient selon l'altitude de relief. Vers le Nord la pluviométrie est beaucoup plus importante lorsqu' en s'approche de la mer.

Par ailleurs, la carte pluviométrique de la région d'Alger dressée en 1971, a montré les mêmes valeurs de précipitations que celle de 1993. La lame d'eau moyenne annuelle précipitée à l'Ouest de la zone d'étude est entre 700 et 800mm tandis qu'à l'Est varie de 600 à 700mm.

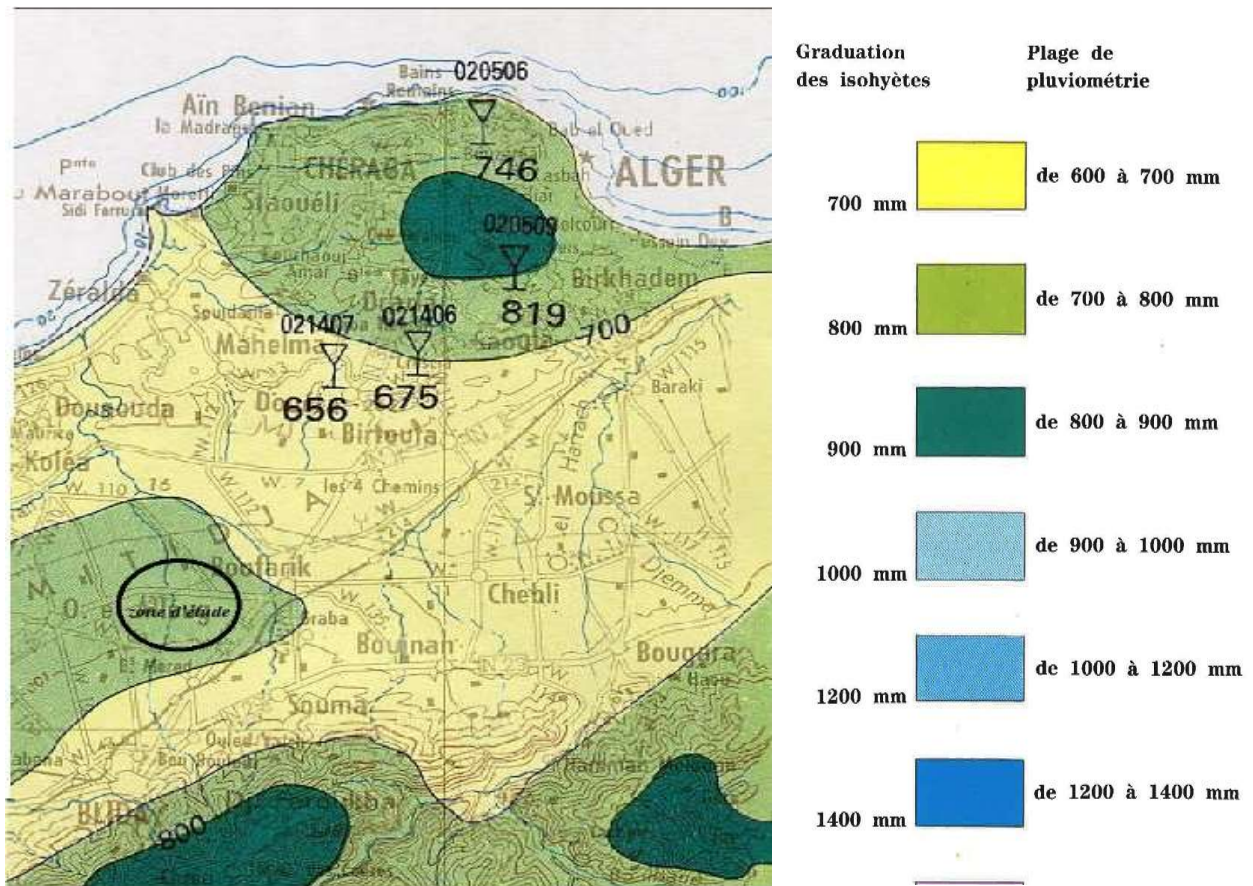


Figure II.2 : Extrait de la carte pluviométrique de l'Algérie du Nord au 1/500.000ème

Ainsi, l'examen des pluies enregistrées à la station de Soumaa entre la période 1990 et 2010 varie autour de 650 mm, ce qui montre qu'il y a une nette diminution des précipitations moyennes annuelles par rapport aux années 70, cela est dû au changement climatique qu'a connu l'Algérie depuis les années 80.(Figure II.3)

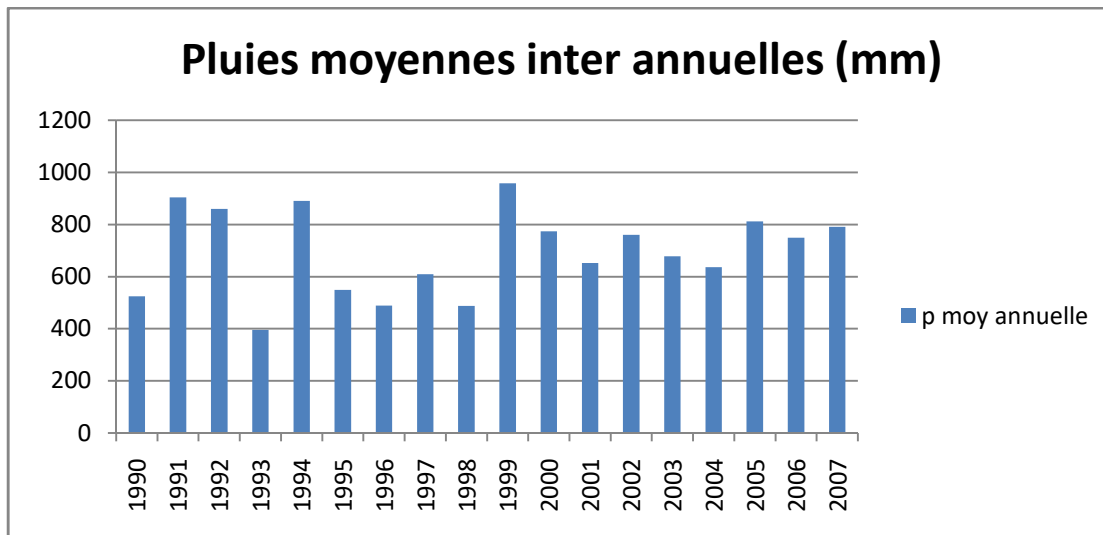


Figure II.3: Précipitations moyennes inter annuelles à la station de Soumaa (1990-2010)

III.2 Les pluies moyennes mensuelles :

L'étude des précipitations moyennes mensuelles, montrent l'existence de deux périodes annuelles bien distinctes :

- Une période froide et humide s'étalant de novembre en avril, caractérisée par des précipitations irrégulières ;
- Une saison sèche qui s'étale de mai en octobre.

Dans la même station, les pluies mensuelles atteignent le seuil maximum en février. (Figure II.4)

- Du mois de novembre au mois de février les précipitations mensuelles dépassent les 120 mm.

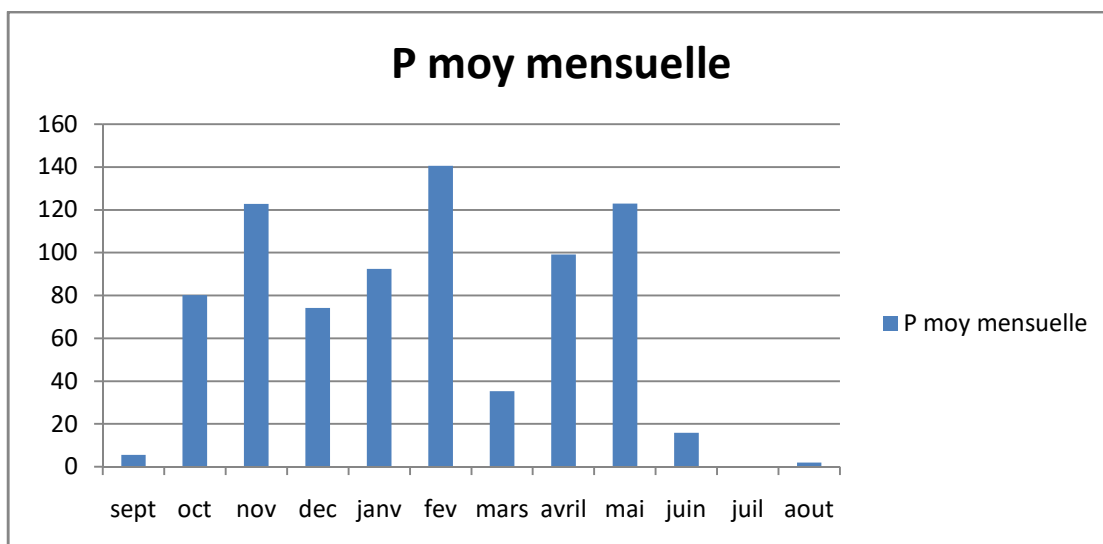


Figure II.4: Précipitations moyennes mensuelles à la station de Soumaa (2010)

IV. Contexte hydrogéologique :

La plaine de Mitidja s'étend au Sud d'Alger entre Hadjout à l'ouest et Réghaia à l'est. Elle est grossièrement orientée selon une direction Ouest-Sud –Ouest, Est-Nord- Est. Elle est bordée au Nord par les collines du Sahel et au Sud par l'Atlas tellien. Elle ouvre une superficie d'environ 90 Km de long et 15 Km de large.

La plaine de la Mitidja est constituée de deux aquifères superposés : la formation quaternaire de la Mitidja en surface et en sub surface qui représente la principale ressource en eau souterraine et la formation de l'Astien qui est l'aquifère le plus profond.[9]

Le réservoir alluvial du quaternaire est constitué par les terrains clastiques de la formation de la Mitidja (Soltano-Tensiftien). Il s'agit d'un ensemble de galets de sables alternant avec des limons et des argiles qui recouvrent toute l'étendue de la plaine. La limite inférieure est formée par les marnes de la formation d'El Harrach attribuée au Villafranchien-Callabrien et sa limite supérieure est libre sauf dans la zone du Mazafran où la nappe devient captive sous les limons du Rharbien.

L'épaisseur de cet aquifère varie de 100 à 200 m en moyenne et va en s'amincissant vers le Sud pour atteindre l'Atlas.

Les écoulements souterrains se font en général du Sud vers le Nord, mais les pompages excessifs s'effectuant au niveau des champs captant influencent considérablement les écoulements. Par ailleurs, sous l'influence conjuguée des alimentations hivernales et des pompages estivaux, la nappe présente des fluctuations saisonnières importantes.

Cet aquifère, aux caractéristiques hydrodynamiques excellentes est très exploité pour les besoins agricoles, industriels et pour l'alimentation en eau potable des agglomérations des Wilayas de Blida, d'Alger et de Tipasa.

Les principaux exutoires de la plaine sont l'oued Mazafran traversant le Sahel par une cluse et les trois oueds El Harrach, Hamiz et Réghaia, en bordure de mer. Trois principaux bassins piézométriques peuvent être distingués :

- Le bassin du Mazafran, drainé par différents oueds se jetant dans l'oued Mazafran et représentant la superficie la plus étendue des bassins cités (400 Km²) ;
- Le bassin d'El Harrach, de superficie moyenne, drainé par les affluents de l'oued Harrach ;
- Le bassin du Hamiz, à l'Est de la plaine, de superficie plus réduite, drainé par les oueds Hamiz et Réghaia.

La nappe de la Mitidja est très sollicitée.

L'exploitation des ressources en eau s'est intensifiée compte tenu du développement démographique et économique des dernières décennies.[8]

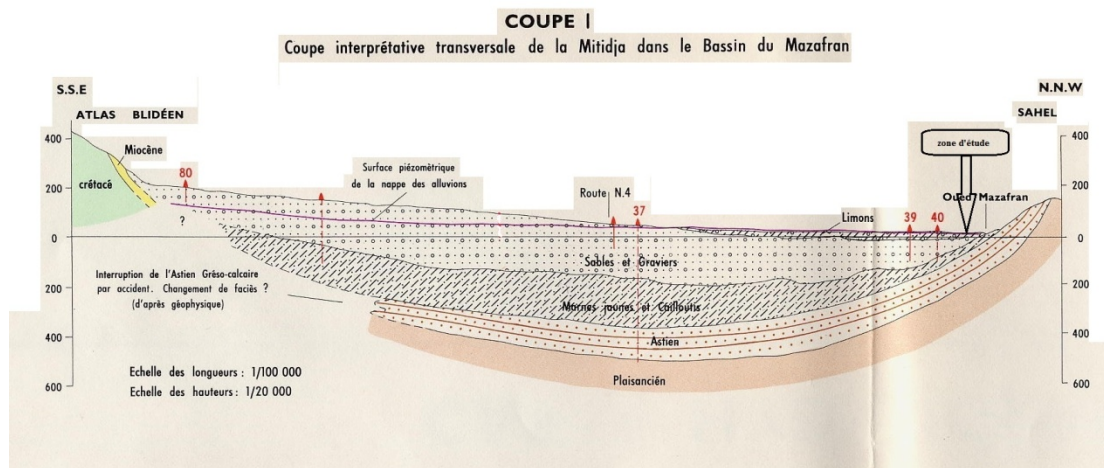


Figure II.5 : Coupe hydrogéologique Nord-Sud interprétative de la plaine de la Mitidja

V. Hydrodynamisme de l'aquifère :

Pour la connaissance de l'hydrodynamisme de la nappe alluviale de la dépression du Mitidja, on s'est basé essentiellement sur les relevés piézométriques relatifs aux périodes de 2013 effectués par l'ANRH de Blida.

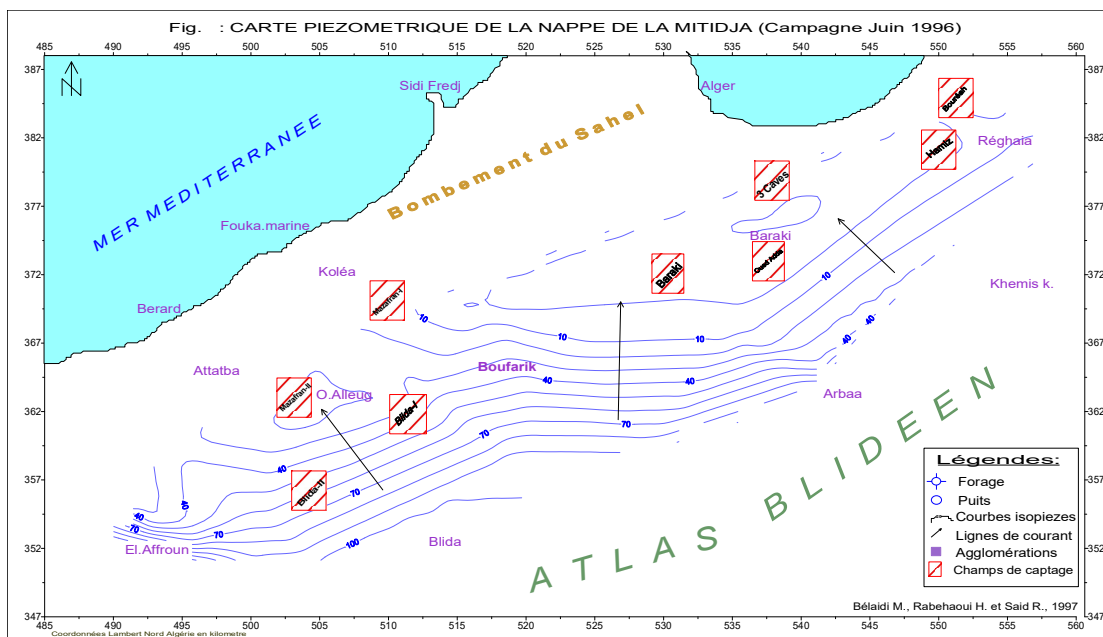


Figure II.6: Carte piézométrique de la nappe de la Mitidja

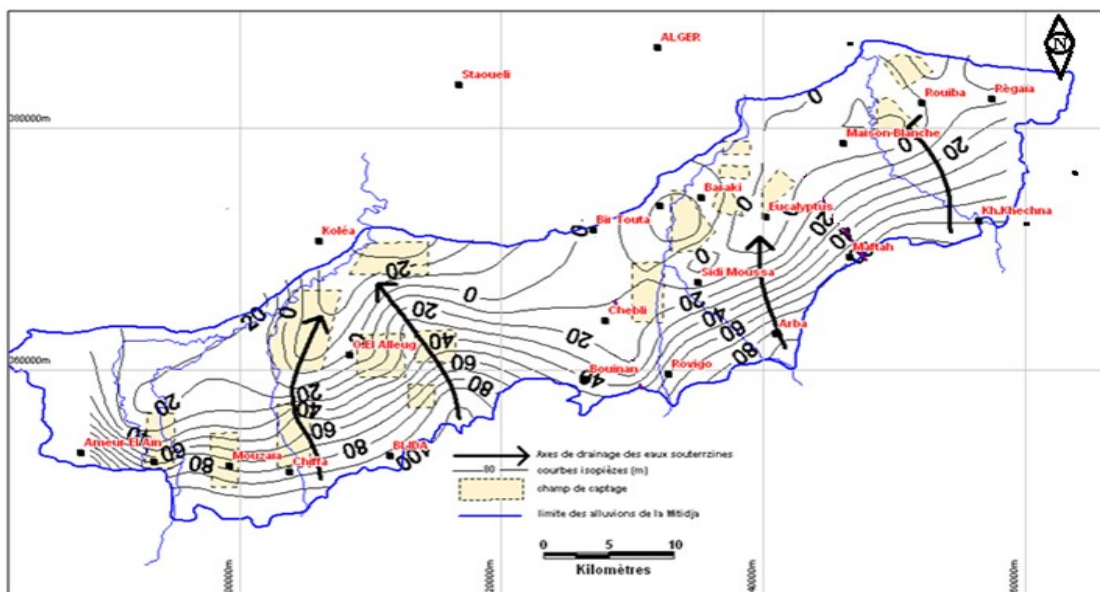
La piézométrie dont la forme est "modelée" par les hétérogénéités morphologiques et par l'existence de grandes stations de pompage (Blida I et II, Mazafran I et II, Baraki), présente des gradients hydrauliques décroissants d'amont vers l'aval ($I = 3\%$ en amont du piémont, $0,5\%$ en aval du piémont et $0,1\%$ dans la plaine). Les courbes isopièzes, parallèles à l'Atlas en amont, s'incurvent vers l'aval pour mettre en évidence la convergence des écoulements vers les principaux exutoires naturels (cluse du Mazafran) ou artificiels (champs de captage) où

s'effectue un pompage permanent. Sous l'influence conjuguée des alimentations hivernales et des pompages estivaux, la nappe présente des fluctuations saisonnières importantes.

V.1 Interprétation de la carte piézométrique (2013) :

La carte piézométrique de la période des basses eaux 2013, montre un écoulement général de la nappe alluviale du Mitidja de Sud vers le Nord, une alimentation dans la partie sud de la plaine, avec des axes de drainage principaux se superposent aux axes d'écoulement des cours d'eau : Oued Chiffa et Oued Bou Roumi.

La carte piézométrique montre aussi une convergence dans la zone Chebli, Bouinan et Ravigo. Montre aussi une divergence dans la zone Boufarik, Beni Mered et Oued El Alleug, peut-être la remontée du substratum.



Source : ANRH Blida

Figure II.7: Carte piézométrique dans le bassin du Mazafran (2013).

La carte montre aussi, que l'exutoire de la plaine alluvial est trouvé dans la zone Nord- Est (Réghaïa, Rouïba et Maison blanche) avec des valeurs isohypses nulles probablement due phénomène de biseau salée (phénomène apparu après une surexploitation de la nappe).

I. Analyse des coupes des forages existants aux alentours de la zone du forage :

Après la connaissance des différents terrains du sous-sol constituant la plaine de Mitidja à partir des forages existants, une coupe hydrogéologie a été établie, dans d'avoir une idée sur les terrains à traverser par notre future forage, en se basant sur le principe de la continuité géologique des formations.

II. Géométrie de l'aquifère :

La géométrie et la nature des horizons aquifères sont déterminées par interprétation des résultats de l'étude géophysique CGG.

La prospection géophysique de la plaine de la Mitidja était pour but de :

- Déterminer la profondeur du toit des argiles et marnes bleues du Plaisancien du pliocène inférieur ainsi que celle du toit des faciès grésion-calcaires du pliocène supérieur (Astien).
- Déterminer les zones de meilleure perméabilité dans les alluvions anciennes et récentes.
- Déceler éventuellement les variations latérales des alluvions anciennes et récentes, ainsi que du pliocène supérieur (calcaire gréseux de l'Astien).[2]

Les coupes géo électriques relèvent l'existence de deux niveaux aquifères :

- Premier niveau affleurant est formé d'alluvions perméables, caractérisé par une résistivité de 50 Ω .m.
- Deuxième niveau est constitué d'une conductivité de 10 Ω .m.

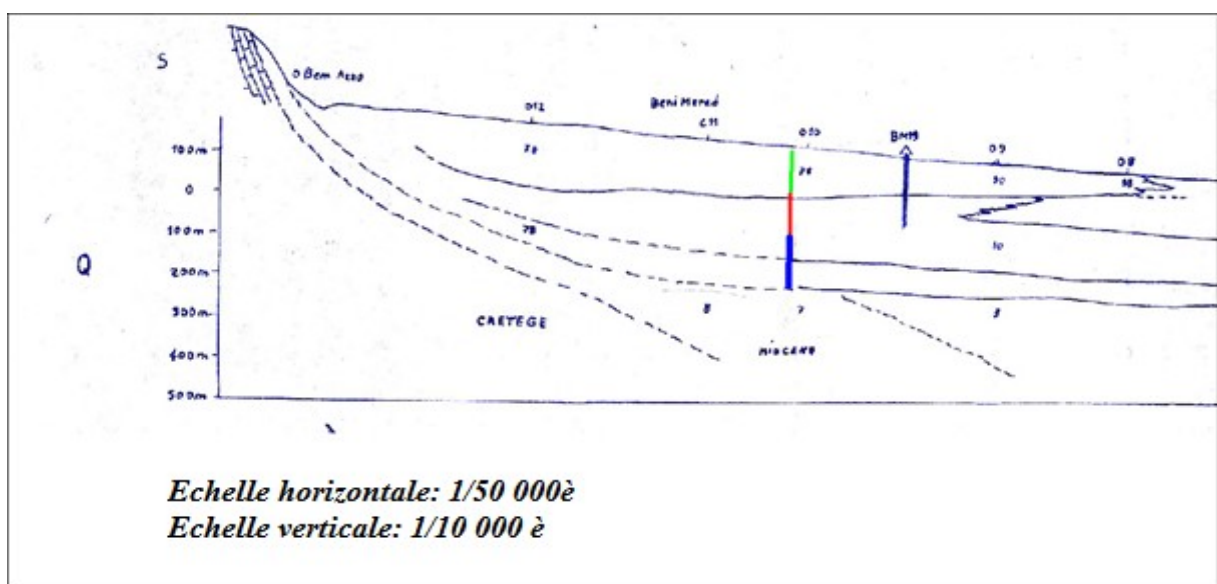


Figure III.1: Coupe géo électrique « S »

III. Potentialité en eau souterraines :

D'après la carte hydrogéologique de la région d'Alger(ANRH), la zone d'étude (sur l'axe Beni Tamou) montre un potentiel de débit d'exploitation variant de 13 à 27 l/s.[2]

En effet, les débits de la carte hydrogéologique de la région d'Alger ont été calculés en fonction des caractéristiques hydrodynamiques des alluvions quaternaires. Ces débits peuvent varier graduellement en fonction du rabattement de la nappe.

Cette partie occidentale de la plaine de la Mitidja est sollicitée par de nombreux forages d'alimentation en eau potable et agricole.

D'après notre enquête sur le terrain, les débits d'exploitation des forages agricoles indique un débit supérieur à 15 l/s.

L'hydrogéologue est le premier intervenant pour la réalisation d'un forage hydraulique.

Il implante le forage sur la base de :

- Carte géologique et hydrogéologique ;
- Enquête sur le terrain ;
- Prospection géophysique ;

La mise en œuvre du forage suit les étapes suivantes :

- a) La construction de la plateforme, des bacs à boue et rigole ;
- b) L'identification et la préparation de la boue ;
- c) L'installation du chantier ;
- d) Le creusement de l'avant puits ;
- e) L'élargissement ;
- f) Le tubage ;
- g) Lacimentation ;
- h) Le développement ;
- i) Les essais de pompages.

La durée de la mise en œuvre de forage est fonction de la structure de sol. Sur un sol argileux le chef chantier expérimenté que peuvent construire des forages facilement. Par contre sur le calcaire avec plus de fissuration ; la mise en œuvre devient un peu difficile et prend plus de temps.

I. Méthode de fonçage choisie :

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

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

Dans ce forage, on a utilisé la méthode rotation (rotary).



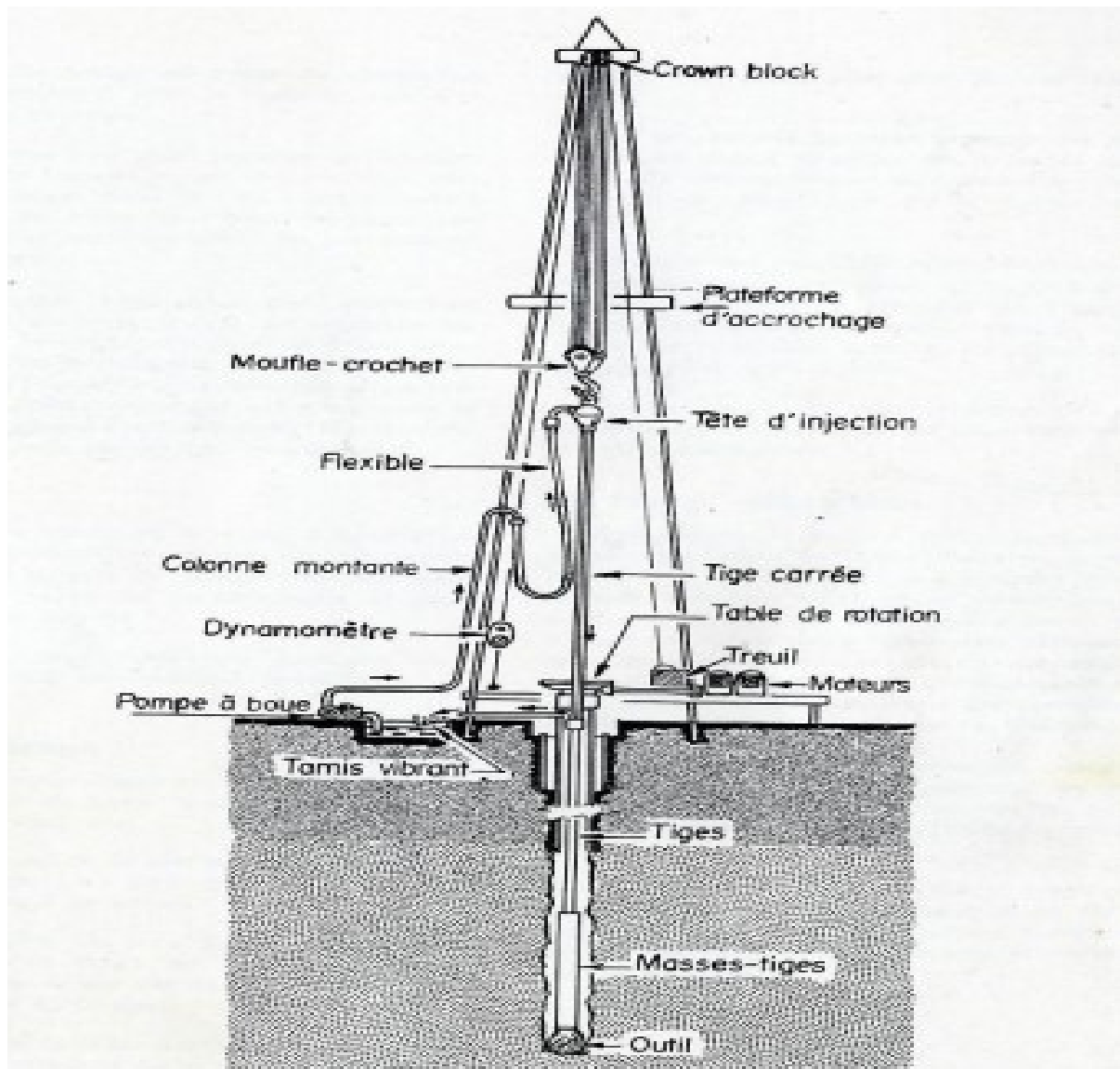
FigureIV.1: L'appareille de fonçage « méthode rotary »

I-1Principe du mode rotary avec circulation de boue :

La méthode de rotation rotary utilise un outil qui s'appelle « trépan » monté au bout de ligne de sonde, animé d'un mouvement de rotation de vitesse variable et d'un mouvement de translation verticale sous l'effet d'une partie du poids de la ligne de sonde ou d'une pression hydraulique. Le mouvement de rotation est imprimé 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 de forage. Les utiles utilisés en rotation sont des trépan de plusieurs types en fonctions de la dureté des terrains rencontrés (outils à lames, outils à pastilles, mollettes ou tricône, outils diamantés ou à carbures métalliques).

Au-dessus de 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 de 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 creuses de la ligne de sonde, 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).[7]

C'est une méthode plus rapide, plus efficace et plus économique que toute autre.



FigureIV.2 :Dispositif schématique d'un atelier de forage rotary

I-2Matériel utilisé pour le fonçage du forage :

➤ Les moyens humains :

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

➤ Les moyens matériels :

- 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 :**

Bentonite, Ciment, Gravier, Eau.



FigureIV.3 : Stock de gravier

II.Préparation du chantier :

Le foreur 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 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.



Figure IV.4 : Bassin de décantation

✓ Organisation de chantier :

L'organisation du chantier doit permettre au foreur d'en visualiser la totalité et donc d'intervenir rapidement en cas de problèmes.

- Les précautions pratiques à prendre sont les suivantes :

- Déterminer 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.
- Prévoir une zone de déblais (cuttings).
- 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.[7]

II-1 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 (20 à 30 mètres) dans des terrains non consolidés, les dimensions suivantes peuvent être utilisées.

Un premier canal, de 2 mètres de longueur et de 0.04 m^2 (0.20×0.20) 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.

- **La première fosse** (fosse de décantation) facilite la sédimentation amorcée dans le canal.

Son volume est de 0.20 m^3 ($0.60 \times 0.60 \times 0.60 \text{ m}$).

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 environ de 1 m^3 . Les fosses et canaux sont régulièrement curés et nettoyés des sédiments déposés en cours de forage.

II-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. L'eau se chargera, 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 (comme dans notre forage).

- ✓ Caractéristique de la boue utilisée :

C'est un mélange colloïdal et non pas une solution, le produit de base est une variété d'argile qu'il faut doser entre 15 et 30 kg/ 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 (aquifère, gravier, sable, silts) où les pertes de boue peuvent être importantes ainsi que les risques d'effondrement.

La boue a les fonctions suivantes :

- a) Consolider les parois du forage
- b) Faire remonter au jour les sédiments broyés.
- c) Lubrifier et refroidir les outils de forage.

- d) Faciliter et contrôler l'opération de mise en place de gravier additionnel et de cimentation.
 - e) Augmenter par le jet à la sortie de l'évent de l'outil, l'action abrasive de celui-ci sur le terrain en cours de forage.
 - f) Renseigner par l'observation de la variation de niveau dans les bacs ou les fosses à boue ou bien par celle pression au refoulement de la pompe sur la nature de terrain découvert par l'outil et sur son potentiel aquifère.[7]
- ✓ Rôles de la boue :
- a) Refoulement de la pompe à boue par flexibles jusqu'à la tête d'injection située au sommet de la sonde.
 - b) Circulation de haut en bas à l'intérieur de toute la ligne de sonde jusqu'à l'outil.
 - c) Aspiration dans les bacs ou les fosses par la pompe à boue qui la refoule sur la ligne de sonde.

II-3 Creusement :

➤ 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 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 Beni Tamou, le creusement de tube guide a été réalisé en diamètre de 12" sur une profondeur de 10 m, avec la pose d'un tube de 12".

La fixation de ce dernier a été effectuée par un béton dosé à 250 kg/m^3 , dans l'espace annulaire entre le tube et le trou sur une profondeur de 10 m.

II-4 Forage de reconnaissance :

Généralement, cette phase est réalisée par des outils de petits diamètres ($8''^{1/2}$ ou $12''^{1/4}$) 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 Beni Tamou, la reconnaissance a été réalisée par un outil de $12''^{1/4}$

Durant cette phase, l'entreprise de réalisation a effectué les étapes suivantes :

- Prélèvement des cuttings à chaque 1m ;
- Mesure et contrôle des 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-5 Prélèvement des échantillons :

La circulation de la boue permet de fournir des échantillons broyés à la surface.

Au moment de l'analyse, 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 mètres.

Après l'opération de prélèvement, l'échantillon final sera rincé et séché dans un four et puis on le place dans des sachets en plastique avec étiquettes avec mention de la côte de prélèvement.

La dernière étape est la remise des résultats obtenus au laboratoire pour analyse.



FigureIV.5 :Une série d'échantillons

III. Enregistrement des diagraphies :

Une diagraphie est un enregistrement continu des variations d'un paramètre physique en fonction de la profondeur ; les diagraphies sont enregistrées lors d'un arrêt ou en fin de forage.

Le principe de mesure repose sur l'ouverture de trois bras en fond de forage avec une acquisition des données à la remontée. La sonde mesure en continu l'ouverture de chaque bras et détermine ainsi un diamètre.

Les enregistrements effectués dans notre forage sont :

- Les résistivités électriques : PN 16" – GN 64".
- Polarité Spontanée PS.
- Diamètre (Caliper).
- Gamma Ray.



Photos IV.6 : L'appareille de diagraphie

IV. Alésage et réalésage :

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, cet élargissement du trou s'effectuera à l'aide :

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

Tableau IV.1 : Normaliser des outils d'alésage :

Diamètre Alésage	8"½	12"¼	15"	17" ½	20"	22"	24"
Diamètre approprié	6"	8"	9"⁵⁄⁸ ou 10"	12"	13"³⁄⁸	16"	18"

Pour le forage de Beni Tamou, et après l'interprétation de la diagraphie et l'analyse des cuttings, on a obtenu une profondeur de 180 m été alésée en diamètre de 20".

V.L'équipement tubulaire :

Le choix dès l'équipement de forage tel que 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 Plan de tubage :

Le plan de tubage nécessite un programme qui doit être établi par l'hydrogéologue dans le but est de forer un trou de diamètre constant dans lequel on place un tube ayant la même section d'un bout à l'autre lorsque la perforation d'un forage est terminée au diamètre prévu il est nécessaire de vérifier sa verticalité. Si ceux-ci sont acceptables le forage non encore équipé est prêt à recevoir les différentes colonnes de tubage.

Le diamètre intérieur du tubage doit être suffisamment dimensionné pour pouvoir permettre la pose d'une pompe et des colonnes montantes. L'espace nécessaire pour cette installation doit être de 1 pouce.

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 pour la mise en place du massif filtrant.

Pour ce forage, le diamètre de tubage utilisé est de 12".

V-2 La résistance des tubes :

La colonne de tubage est soumise aux efforts suivants :

- Résistance au colmatage.
- Résistance à la corrosion (chimique, électrolytique).
- Résistance aux chocs pendant le transport et la manipulation.
- Résistance mécanique (flambage, écrasement par pression extérieure, et d'éclatement par pression intérieure et efforts de flexion).[7]

Pour le choix de la colonne (diamètre, épaisseur), il faut permettre de connaître le caractère incrustant ou agressif des eaux par comparaison du pH d'équilibre avec le pH mesure.

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 316L ou en PVC qualité alimentaire. Si ce n'est pas le cas nous pouvons nous contenter de matériaux moins coûteux de type **TNRS**.

Dans le cas de ce forage, nous ne pouvons pas nous prononcer sur ce choix car nous ne disposons pas d'analyse chimique. Mais dans le programme prévisionnel (dans la plaine de la Mitidja), il est prévu du métal **TNRS**.

V-3 Equipement de la colonne de captage :

Les crépines : la crépine est l'élément principal de l'équipement d'un forage d'eau, c'est une pièce de précision et son usinage doit permettre d'obtenir des ouvertures calibrées au dixième de millimètre, est placée dans les parties ayant les meilleures caractéristiques hydrauliques.

La longueur de la crépine est en fonction de l'épaisseur de la formation à capter, du niveau de rabattement (niveau dynamique) et de la nature de stratification des couches.

- ✓ Ouverture des crépines : le choix de l'ouverture de crépine est lié aux dimensions des fentes de la crépine de telle sorte qu'elle ne laisse passer des grains fins.

La dimension des fentes sera donc définie par l'étude des courbes granulométriques établies d'après les échantillons recueillis pendant le forage, il rencontre un terrain graveleux alterné par des argiles.

La crépine est de type nervure repoussée « TNRS ». Ce forage est équipé d'un tube plein en TNRS de diamètre 12", d'épaisseur de 6 mm, puis d'une alternance des tubes pleins (de mêmes caractéristiques que les premières) et des tubes crépines en TNRS de diamètre 12" et d'épaisseur de 6 mm avec une ouverture des fentes entre 1 et 2 mm jusqu'à une profondeur de 180 m ; on signale que ce dispositif de captage se termine par un sabot de décantation.



FigureIV.7 : Tubes crépines et tubes pleines

VI.Cimentation :

La cimentation est utilisée pour colmater une cavité, une ou plusieurs grosses fissures occasionnant de fortes boues, dans le cas où la cavité et les fissures sont trop importantes 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). C'est faite pour une profondeur de 10 m avec installation de tubes de rajout de gravier ; ensuite il y'a eu réalisation d'une dalle en béton armé en surface et fermeture du forage par une plaque métallique soudée à la bouche du forage.

Le but de cet opération est de rendre étanche cet espace annulaire et d'empêcher la pollution par les eaux de surface, des nappes aquifères mises en production

VII. Massif filtrant :

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 sera 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 les forages, phénomène responsable du colmatage voir donc de la baisse de productivité des forages.

L'épaisseur du massif de gravier est $< 3'' = 75 \text{ mm}$



FigureIV.8 : Massif de gravier et la mise en place

VIII.Développement :

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, ainsi que l'amélioration de la productivité du forage (débit de forage) et protéger le matériel de pompage contre de grave endommagements.

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

- Méthode de développement par pompage alternée ;
- Méthode de développement par pistonnage ;
- Méthode de développement à l'air lift.

La méthode choisie est le développement à l'air lift ; cette méthode est certainement efficace si elle est bien conduite, elle présente l'avantage de n'entraîner aucune détérioration du matériel employé et elle permet de combiner l'action de flux et de reflux provoquée par de grands volumes d'air introduits dans l'ouvrage avec celle de mise en production par air lift.

Les caractéristiques de l'équipement air lift sont comme suit :

- Compresseur : 22 bars ;
- Pression minimal de service : 8 bars ;
- Volume d'air produit : $28.5 \text{ m}^3/\text{mn}$;
- Diamètre colonne d'air : 50 mm ;
- Diamètre colonne d'eau : 100 mm.

Le développement du forage s'est fait comme suit :

Descente de la colonne d'eau à un certain cote et tube d'air à une cote inférieure de celle avec gonflage et barbotage à chaque $\frac{1}{2}$ heure (on a répété l'opération jusqu'à l'eau est devenue claire à la fin).

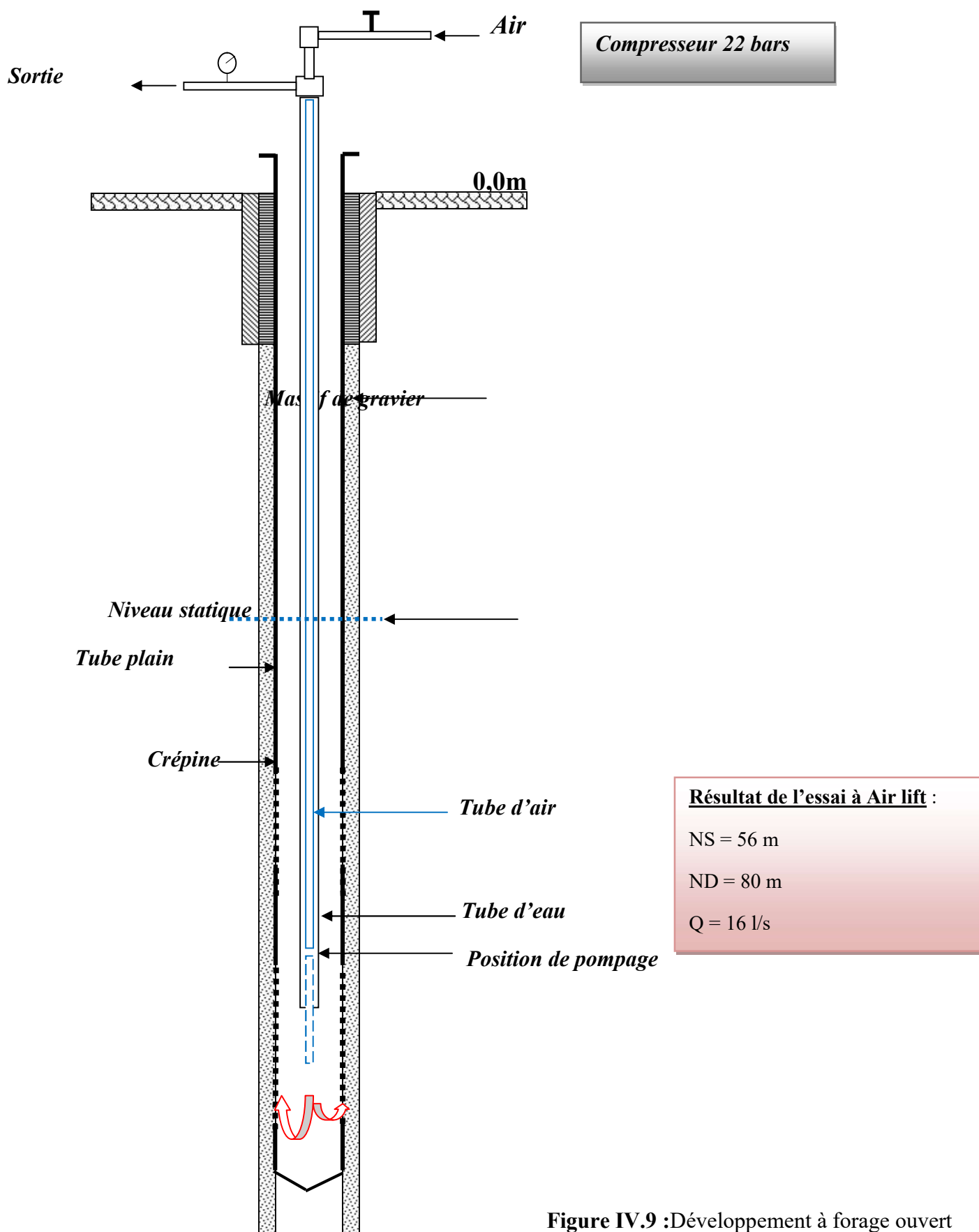


Figure IV.9 : Développement à forage ouvert

IX. Traitement à l'héxametaphosphate :

On opérant un développement et une attaque chimique à l'héxametaphosphate.

Avant la mise en service du forage, un traitement à l'héxametaphosphate sera opéré dans le but d'éliminer le cake formé par la bentonite. Cette opération qui se déroulera en trois phases se fera par injection de quantité d'héxametaphosphate, et d'un pompage à l'air lift après quelques heures de séjour du produit dans l'ouvrage.

Un traitement à l'héxametaphosphate sera effectué pour l'élimination complète du cake. L'héxametaphosphate est un polymère de Meta-phosphate, sa formule est $(PO_3 NA)_n$ en solution aqueuse à 4% par m^3 , la quantité qu'on utilise dans notre forage est 300kg.

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

La solution de l'héxametaphosphate est laissée au contact entre 24 et 48 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.[11]

Les pompages d'essai sont à la base de toute étude de nappe, dans la mesure du possible. Ils sont effectués au moyen d'une pompe immergée électrique, facile à mettre en œuvre et régulière.

Un pompage d'essai doit répondre à un double objectif :

- d'une part, la détermination des caractéristiques propres au forage, dit essai par paliers (ou essais de puits)
- d'autre part, la détermination des paramètres hydrodynamiques de la nappe : essai de nappe (longue durée). C'est un facteur très important pour la gestion de la ressource.
 - Caractéristique de la pompe utilisée

- Débit : 30 l/s.

- HMT : 100 m.

I. L'essai à blanc :

Dans cet essai, le pompage s'est déroulé pendant 12 heures avec des débits croissants de 10 l/s à 16 l/s.

II. Les essais par paliers :

Le pompage s'est déroulé sur deux différents débits avec une distance de rejet de 100m.

Ces essais pour but de l'évaluation des paramètres hydrauliques des ouvrages (pertes de charge, débit critique et le débit spécifique relatif).

Le pompage a été réalisé le 29/03/2016, il comporte 2 palier de 2 heures chacun. Les résultats de cette opération sont résumés dans le tableau ci-dessous.

Tableau V.1 : Essai de débit par paliers

Paliers	Niveau statique (m)	Niveau dynamique(m)	Rabattements (m)	Débits (l/s)	Débits Spécifiques (l/s/m)	Rabattements spécifiques (m/l/s)
01	56	70	14	10	0,71	1,4
02	56	80	24	16	0,67	1,5

Tableau V.2 : les résultats de l'essai de pompage

Paliers	Q (m ³ /h)	ND	Δ (m)	Q/Δ (m ³ /h)/m)	Δ/Q (m/ (m ³ /h))
01	36	70	14	2.57	0.39
02	57.6	80	24	2.4	0.42

- **Courbe caractéristique du forage F 22 :**

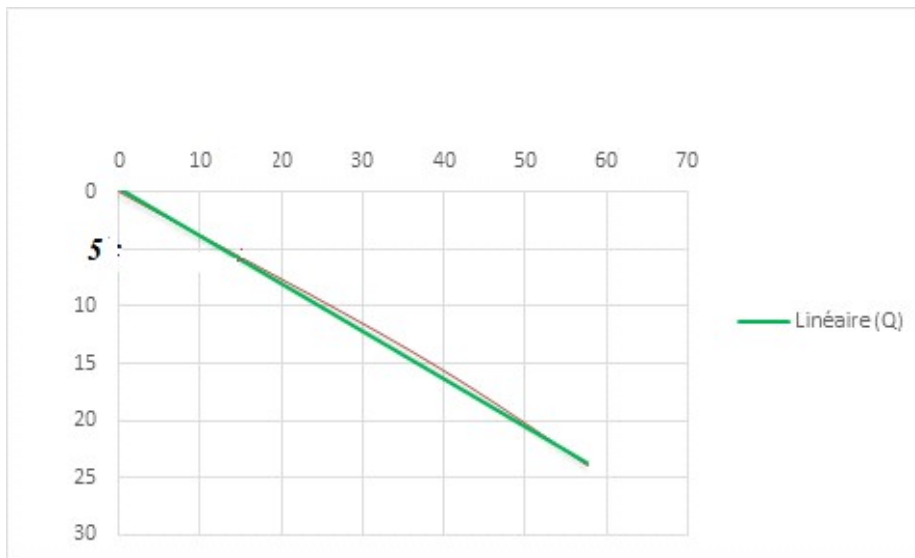


Figure V.1 : Courbe de rabattement en fonction de débit $\Delta=f(Q)$

Remarque :

Impossible de trouver (Q_c) ; il préfère un essai de pompage avec au moins 5 paliers (5 Q).

- **Droite de rabattement spécifique/ débit (pertes de charge)**

Le rabattement spécifique (Δ/Q) est le rabattement mesuré dans le puits rapporté au débit pompé dans des conditions d'essais de puits définies (paliers de débit). Il est exprimé en m/ (m³/h) (**Tableau V.2**).

La droite (Δ/Q) permet de déterminer les coefficients B et C de l'équation :

$$\Delta = BQ + CQ^2$$

$$\Delta/Q = B + CQ$$

$$B = 0.39$$

$$C = \operatorname{tg} \alpha = 0.42 - 0.39 / (58 - 37) = 0.0014$$

Le coefficient C représente les pertes de charge quadratiques. Les pertes de charge quadratiques générées par l'équipement du forage (crépine, massif de gravier) généralement sont faibles.

L'équation de la droite représentative est la forme :

$$\Delta = 0.39 Q + 1.4 \times 10^{-3} Q^2$$

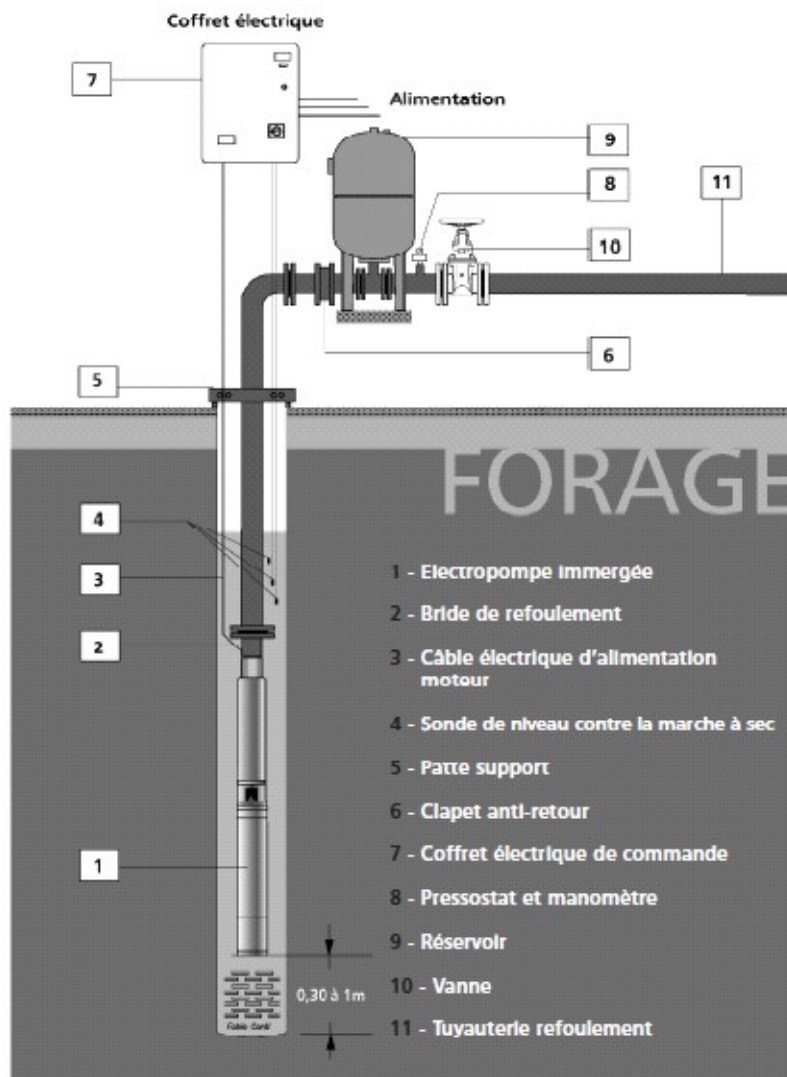


Figure V.4 : Schéma d'installation pour pompe de forage

I. Problèmes de pollution :

Le développement socio-économique rapide, de notre pays, a induit une pollution d'origine diverse dont l'acuité représente une menace permanente pour ces eaux souterraines qui sont donc comme les eaux de surface susceptibles d'être contaminées par les activités humaines ayant cours sur le territoire.

Durant ces deux dernières décennies, les eaux souterraines, de la nappe de la Mitidja, ont été affectées par 03 types de pollution, à savoir :

- Pollution par les métaux lourds (Fer, Manganèse, Cadmium etc.) ;
- Pollution accidentelle par les hydrocarbures.

Le principal risque de pollution de la nappe identifié sur la plaine de la Mitidja dont fait partie le champ de captage destiné pour l'alimentation de l'eau potable du la wilaya de Blida est la pollution de la nappe par les nitrates.

La présence de nitrates est produite par l'infiltration des eaux chargées en azote apporté en excès aux cultures

II. La gestion de la ressource :

II.1. Rôles de L'ANRH :

Pour assurer une bonne surveillance quantitative et qualitative de la ressource en eau souterraine de la nappe de la Mitidja, l'ANRH réalise les travaux suivants :

- Campagnes piézométriques en basses et hautes eaux ;
- Prélèvements d'eau du réseau de la qualité et édite des cartes de qualité des eaux superficielles (barrage et oueds), et souterraines ;
- Réalise des piézomètres (piézomètres pour étoffer le réseau d'observation de la nappe alluviale) ;
- Implante les forages pour l'Algérienne des eaux et les APC ;
- Emet des avis techniques sur la réalisation des forages agricoles et industriels ;
- Etudie les interférences entre les forages ;
- Etablie les périmètres de protection ;
- Assiste le ministère des ressources en eau par des conseils sur la gestion des eaux souterraines ;
- Recherche d'autres horizons pour alimenter la population.

II.2. Rôles des DHW :

- Réalise ou suit tous les ouvrages hydrauliques dans sa wilaya ;
- Assure l'autorité sur le domaine public hydraulique ;
- Assure le rôle de la police des eaux.

II.3. Rôles de l'ADE :

- Assure la distribution des eaux à la population ;
- Entretien les ouvrages hydrauliques sous son contrôle.

Les périmètres de protection d'un captage sont définis après une étude hydrogéologique et prescrits par une déclaration d'utilité publique. Ils visent à protéger les abords immédiats de l'ouvrage et son voisinage, ainsi qu'à interdire ou réglementer les activités qui pourraient nuire à la qualité des eaux captées.

Ils prennent la forme de trois zones dans lesquelles des contraintes plus ou moins fortes sont instituées pour éviter la dégradation de la ressource.

III. Périmètres de protection :

• Le périmètre de protection immédiate :

Il vise à éliminer tout risque de contamination directe de l'eau captée et correspond à la parcelle où est implanté l'ouvrage. Il est acquis par le propriétaire du captage et doit être clôturé, Toute activité y est interdite.

• Le périmètre de protection rapprochée :

Il a pour but de protéger le captage vis-à-vis des migrations souterraines de substances polluantes. Sa surface est déterminée par les caractéristiques de l'aquifère, Les activités pouvant nuire à la qualité des eaux sont interdites.

• Le périmètre de protection éloignée :

Ce dernier périmètre n'a pas de caractère obligatoire. Sa superficie est très variable et correspond à la zone d'alimentation du point d'eau. Les activités peuvent être réglementées compte tenu de la nature des terrains et de l'éloignement du point de prélèvement.

IV. Vulnérabilité des eaux souterraines :

L'estimation de la vulnérabilité d'un aquifère face à une pollution repose sur des concepts subjectifs non standardisée. Deux grandes catégories de la vulnérabilité émergent parmi toutes les définitions : la vulnérabilité intrinsèque et la vulnérabilité spécifique.

La vulnérabilité est distincte du risque de pollution. Le risque de pollution dépend non seulement de la vulnérabilité mais aussi de l'existence de charges de pollution dans les sols avoisinants. Il est possible d'avoir une vulnérabilité très élevée de l'aquifère mais pas de risque de pollution avoisinante ; ou d'avoir un fort risque de pollution malgré une vulnérabilité très faible, pour des charges polluantes exceptionnelles.

Il est important de bien dissocier la vulnérabilité du risque de pollution, car ce dernier est déterminé non seulement par les caractéristiques intrinsèques de l'aquifère qui sont relativement stables, mais aussi par l'existence de sources de pollution potentielle qui sont des facteurs dynamiques.

L'étude de vulnérabilité aux pollutions constitue une base d'information essentielle pour la gestion des ressources en eau et par conséquent la mise en place de mesures destinées à la prévention des pollutions accidentelles (périmètre de protection).

.

CONCLUSION GENERALE :

En vue de renforcer l'alimentation en eau potable, le secteur des ressources en eau projette la réalisation de 8 nouveaux forages dans la wilaya de Blida dont un a fait l'objet de cette étude.

La Mitidja est une vaste plaine de 1450 km² constituée par deux niveaux aquifères : la formation aquifère de l'Astien et les alluvions quaternaires. Elle est caractérisée par un climat régional subhumide littoral et des précipitations moyennes annuelles d'environ 600 mm

Les cartes piézométriques établies par l'ANRH montrent un écoulement souterrain se font en général du Sud (de l'Atlas) vers le Nord.

Ainsi que le choix du site de ce forage a été effectuée sur la base d'une coupe hydrogéologique prévisionnelle, cette coupe montre une résistivité variée entre 10 à 50 Ω .m.

Après, on a bien suivie les étapes de fonçage du forage 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 16 l/s.

Nous signalons aussi, qu'au niveau de la plaine de Mitidja, le principal risque de pollution est de la pollution par les nitrates ; et quelques rôles de certaines directions et agence (l'ANRH, DHW et ADE) pour la bonne gestion des ressources.

A la partie des résultats techniques obtenue et la réussite de notre étude et programme de forage comme :

- Le site d'implantation ;
- Débit satisfaisant ;
- Cout économique respecté.

RECOMMANDATION

En fin, pour une bonne gestion des ressources en eau souterraine de la Mitidja, nous recommandons :

- Exécuter des forages de reconnaissance atteignant le substratum.
- Réaliser des essais de pompage à différentes profondeurs ce qui permettra de mettre en évidence les caractéristiques hydrodynamiques des réservoirs.

✓ ***Contraintes techniques d'exploitation et propositions d'amélioration de commune de Blida (Grand Blida) :***

➤ ***Les contraintes***

- le non-respect du quota alloué à partir du transfert sp3 (20.000m³/j) ;
- Eau chargée du captage de Chiffa ;
- Vétusté des réseaux d'AEP pour les communes de Blida, OuledYaich ;
- La non-conformité du réseau de distribution en eau potable Blida et Ouled Yaich
- Empiètement du réseau d'AEP par le réseau d'assainissement, provoquant un risque MTH.

➤ ***Les propositions d'amélioration :***

- Réalisation de la station de traitement au niveau du captage d'Oued Chiffa (travaux en cours).
- Lancement de l'opération de réhabilitation du réseau d'AEP du Grand Blida (choix d'entreprises en cours).

ANNEXE

Données géographiques	-Carte de localisation de la zone d'étude sur fond topographique
Données pluviométriques	-Carte pluviométrique de l'Algérie du Nord au 1/500.000
Données géologiques	-Carte géologique de la plaine de Mitidja
Données hydrogéologiques	-Carte piézométrique dans le bassin du Mazafran (2013) -Carte piézométrique de la nappe de la Mitidja

DEVIS ESTIMATIF ET QUANTITATIF

Réalisation et équipement électromécanique d'un forage y compris conduites de refoulement et abris à travers la wilaya.

I- Réalisation de forage :

N°	Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix(HT) (DA)
01	Construction de la plateforme, bassins et rigoles.	U	1,00	70 000,00
02	Construction de l'avant puits foré en 24"et tubé en 22"et cimenté.	MI	10,00	20 000,00
03	Forage de reconnaissance en diamètre 12" ^{1/4} dans des conditions normales.	MI	2 700,00	5 000,00
04	Enregistrement des diagraphies électriques.	MI	180,00	1 600,00
05	Alésage de 12" ^{1/4} à 17" ^{1/2} .	MI	170,00	4 500,00
06	Alésage de 17" ^{1/2} à 20".	MI	170,00	4 300,00
07	Fourniture et pose tube plein en diamètre 12" en TNRS épaisseur 6 mm	MI	110,00	9 500,00
08	Fourniture et pose tube crépine en diamètre 12" en TNRS épaisseur 6 mm	MI	70,00	10 500,00
09	Fourniture et mise en place du massif gravier (bien roulée et siliceux) de diamètre 2 cm	m ³	25,00	20 000,00
10	Développement à air lift avec compresseur de 17 à 24 bars et toutes sujétions.	H	07,00	6 000,00
11	Traitement à l'héxametaphosphate.	Kg	250,00	500,00
12	Essai de débit et remontée de la nappe.	H	100,00	6 000,00
13	Cimentation de l'espace annulaire et tubes de rajout additionnel.	MI	10,00	8 000,00
14	Fermeture du forage.	U	1,00	6 000,00

Sous total I : 171 900,00 (HT) (DA)

II- Equipement électromécanique de forage :

N°	Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix(HT) (DA)
01	F/P d'un G.E.P immergé portant les caractéristiques suivantes : débit= 30 l/s et HMT= 100 m.	U	1,00	950 000,00
02	F/P de câble souple immergeable.	MI	147,00	2 200,00
03	F/P de fil de bougie et deux bougies.	MI	147,00	120,00
04	F/P colonne montante bridé DN 100 longueur = 3 ml par unité ép. 20 mm y compris les boulons et joints.	MI	133,00	3 000,00
05	F/P de tête de forage et coude de sortie DN 100.	U	1,00	18 000,00
06	F/P de robinet de vanne DN 100 PN 16.	U	1,00	15 000,00
07	F/P de manomètre (0-16) bars.	U	1,00	2 500,00
08	F/P de système de vidange DN 60 avec robinet vanne bridé.	U	1,00	25 000,00
09	F/P de ventouse DN 50.	U	1,00	7 500,00
10	F/P de clapet anti retour DN 100.	U	1,00	18 000,00
11	F/P de compteur.1	U	1,00	50 000,00
12	F/P armoire de commande (avec toutes les protections).	U	1,00	160 000,00
13	F/P de poste transformateur ACC 100 KVA y compris accessoire de poste (câble, porte fusible, chaise, mise à la terre).	ENS	1,00	650 000,00
14	F/P d'équipement complet de la niche y compris toutes sujétions (disjoncteur, batterie, condensateur, TC...).	ENS	1,00	95 000,00
15	Raccordement hydraulique avec la conduite de refoulement y compris toutes sujétion (coude, bride, cône, buté...).	ENS	10,00	10 000,00
16	Essais et la mise en service.	FFT	1,00	5 000,00

Sous total II : 1 063 820,00 (HT) (DA)

III- Réalisation des abris de forage en béton armé :

N°	Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix (HT) (DA)
01	Décapage de la terre végétale.	m ²	27,00	200,00
02	Déblai des fouilles en puits et en rigole.	m ³	13,00	100,00
03	Béton de propreté dosé à 150 Kg/m.	m ³	2,00	12 000,00
04	Remblai des terres.	m ³	4,00	1 000,00
05	Mise en œuvre du béton armé dosé à 350 Kg/m ³ pour : demi-poteaux, poteaux semelles et longrine.	m ³	10,00	19 500,00
06	Mise en œuvre du béton armé dosé à 350 Kg/m ³ pour : voile ép. 10 cm à double nappe d'armateur diamètre 10 mm espacement des barres 15 cm.	m ³	10,00	19 500,00
07	Mise en œuvre du béton armé dosé à 350 Kg/m ³ pour : dalle supérieur ép. 10 cm à double nappe diamètre 12 mm espacement des barres 15 cm.	m ³	4,00	19 500,00
08	Mise en œuvre du béton armé dosé à 350 Kg/m ³ pour : plateforme y compris treille à souder ép.10 cm.	m ³	4,00	19 500,00
09	F/P de TVO	m ³	4,00	500,00
10	Maçonnerie intérieur en brique creuse.	m ²	10,00	200,00
11	Badigeonnage à la chaux.	m ²	100,00	50,00
12	Enduit intérieur au mortier de ciment.	m ²	100,00	100,00
13	Enduit extérieur au mortier de ciment.	m ²	100,00	100,00
14	Peinture vinylique intérieur de deux couches.	m ²	100,00	100,00
15	Enduit extérieur à la tyrolienne teinté.	m ²	100,00	100,00
16	Fourniture et pose de graniteux y compris toutes sujétions.	m ²	20,00	400,00
17	F/P grille d'aération (0,3×0,5) m type sonelgaz ép.14 mm scellées dans le béton armé.	U	2,00	5 000,00
18	F/P porte métallique (2,2×1,2) m scellées avec deux serrures de haute résistance scellée dans le béton armé ép.14 mm	U	2,00	10 000,00
19	F/P pose capot métallique (1,2×1,2) m scellée dans le béton y compris serrure à l'intérieur.	U	1,00	5 000,00

20	Etanchéité en paxallumin.	m ²	20,00	500,00
21	F/P installations d'électricités intérieur et extérieur de la niche et de l'abri de forage y compris les lampes, interrupteurs boîte de branchement prises, fil d'électricité etc...	U	1,00	5 000,00

Sous total III : 118 250,00 (HT) (DA)

IV- Réalisation des conduites :

1- Terrassement :

N°	Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix(HT) (DA)
01	Terrassements en fouilles en tranchée de toutes profondeurs et toute nature du sol sauf terrain rocheux, y compris le dressage du fond de fouille et toutes sujétions d'exécution.	m ³	300,00	120,00
02	Démolition et réfection du revêtement de la chaussée et de l'accotement pour l'exécution des tranchées, y compris la mise en dépôt provisoire des gravats, utilisation des engins spéciaux de démolition, fourniture, transport et mise en place de matériaux pour une reconstruction identique de la chaussée et de l'accotement. Toutes sujétions de main d'œuvre et fourniture sont comprises	m ²	7,00	1 000,00
03	Fourniture et pose de lit de pose d'une épaisseur environ 10 cm en sable.	m ³	7,00	1 000,00
04	Remblai de la tranchée en terre épierrée et damée pour l'enrobage de la conduite jusqu'à 50 cm au-dessus de la génératrice supérieure puis par couches successives de 0,20 m d'épaisseur en procédant à l'arrosage et un compactage ordinaire ou à l'engin mécanique, y compris toutes sujétions.	m ³	167,00	80,00
05	Travaux d'évacuation des terres en excès à la décharge publique dans un rayon maximum de 5 Km ; y compris toutes sujétions d'exécution.	m ³	13,00	200,00
06		MI	400,00	40,00

2- Canalisations :

N°	Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix (HT) (DA)
01	Fourniture et pose de canalisation en PEHD PN 16, y compris toutes sujétions.			
	Ø 200	MI	133,00	3 000,00
	Ø 160	MI	133,00	2 000,00
	Ø 110	MI	133,00	1 000,00

3- Pièces spéciales :

N°	Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix (HT) (DA)
01	Fourniture et pose de coude en PEHD PN 16 électro soudable (1/4,1/8,1/16 et 1/32) y compris toutes sujétions.			
	Ø 200	U	0,13	8 000,00
	Ø 160	U	0,13	5 000,00
	Ø 110	U	0,13	3 000,00
02	Fourniture et pose de bride et collerette en PEHD PN 16 y compris toutes sujétions.			
	Ø 160	U	0.9	6 000,00
	Ø 110	U	0.6	4 000,00
03	Fourniture et pose de manchon électro soudable en PEHD PN 16 y compris toutes sujétions.			
	Ø 200	U	0,13	3 500,00
	Ø 160	U	0,13	3 000,00
	Ø 110	U	0,13	2 500,00

4- Divers :

N°	Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix (HT) (DA)
01	Traversée de route en excavation y compris gaine en acier de diamètre 250 EP 5 mm et toutes sujétions de bonne exécution.	MI	1,33	25 000,00

Sous total : 68 440,00(HT) (DA)

Total en HT : 1 422 410,00

TVA 17% : 241 810,00

Total en TTC : 1 664 220,00

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] **ADE, 2016.** Rapport présentative de la saison estivale (M.R.E 2016).
- [2] **ANRH, 2011.** Rapport hydrogéologique sur l'implantation des forages pour l'alimentation en eau du pole universitaire d'El Affroune dans la Mitidja occidentale wilaya de Blida.
- [3] **BEN ALI M, 1996.** Périmètre de protection du champ de captage du Mazafran.
- [4] **DRE, 2003.** Rapport présentative de la plaine de la Mitidja et ses nappes souterraines.
- [5] **DRE, 2010.** Technique de forage d'eau.
- [6] **DRE, 2011.** Rapport technique sur les forages.
- [7] **MABILLOT A, 1988.** Le forage d'eau (guide pratique).
- [8] **MARSILY.G, 2004.** Cours d'Hydrogéologie. Université de Paris VI. Mémoire D.E.U.A. Université de Blida.
- [9] **MOHAMED B, 2007.** Synthèse hydrogéologique pour l'implantation d'un forage dans la région d'El Houssainia, Mémoire D.E.U.A. Centre Universitaire de Khemis Miliana.
- [10] **PELLET, RAIMBAULT et FIESSSENGER, 2000.** Diagnostic de sites pollués (Forages et prélèvement) journal.
- [11] **Rapport fin des travaux, 2012.** Entreprise de Forage et Des Travaux Hydraulique ARBIA Ahmed –Blida-