



République algérienne démocratique et populaire
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique
UNIVERSITE KASDI MERBAH – OUARGLA
Faculté des sciences appliquées
Département de Gène Civil et Hydraulique



MEMOIRE
Pour obtenir le Diplôme de Master en Hydraulique
Option : Forage D'eau

Présenté par :

SEDDIKI Brahim

ANICHEL Imad Eddine

-THÈME-

**Étude de conception d'un forage d'Albien
(Cas de la nouvelle ville Ain Beida Ouargla)**

Devant le jury :

ATTAB RABEH	MAA	Président	UKM Ouargla
MEKHLOUFI NABIL	MAA	Examineur	UKM Ouargla
KATEB SAMIR	MCA	Encadreur	UKM Ouargla
SEDDIKI AMOR	MAB	CO-Encadreur	UKM Ouargla

Promotion : 2019-2020

Résumé:

Les populations les plus éloignées des eaux de surface, comme les rivières, les lacs, les sources, sont venues très vite à la solution qui consiste à puiser l'eau dans le sous-sol qui s'y trouve tout naturellement. Les ressources en eau de la zone d'étude (la nouvelle ville Ain Beida Ouargla) ne sont pas encore déterminées où ils dépendent sur les forages projetés avec un nombre totale de 15 forage et avec un débit programmé de 30 (l/s) pour chaque forage, répartis sur les trois secteurs pour couvrir tous les besoins de la zone. Il existe de nombreuses méthodes de foration dont la mise en œuvre dépend de paramètres

Mots-clés: les sources _ la zone _ forage _ méthodes

ملخص:

السكان الأبعد عن المياه السطحية، مثل الأنهار والبحيرات والينابيع، جاءوا بسرعة كبيرة إلى حل سحب المياه من باطن الأرض الموجودة هناك بشكل طبيعي. لم يتم تحديد الموارد المائية لمنطقة الدراسة (المدينة الجديدة عين بيدا ورقلة) حيث تعتمد على الآبار المخطط لها مع إجمالي عدد الآبار ويتدفق ميرمج 30 (لتر / ثانية) لكل بئر موزعة على القطاعات الثلاثة لتغطية جميع احتياجات المنطقة. هناك العديد من طرق الحفر التي يعتمد تنفيذها على المعايير الكلمات المفتاحية: مصادر _ منطقة _ حفر _ طرق

Summary:

Populations farthest from surface water, such as rivers, lakes, springs, quickly came to the solution of drawing water from the subsoil that is naturally there. The water resources of the study area (the new town of Ain Beida Ouargla) have not yet been determined where they depend on the planned boreholes with a total number of boreholes and with a programmed flow of 30 (l / s) for each borehole, distributed over the three sectors to cover all the needs of the area. There are many drilling methods, the implementation of which depends on parameters

Keywords: sources _ area _ drilling _ methods

Dédicaces

Je dédie ce mémoire de fin d'étude à :

A Ma très chère Mère.

A Mon très chère Père.

A tous mes frères et mes sœurs.

A tout la famille Seddiki, Sabi, Anichel, dahan

*A toute mes amis ; Imad, Sadik, Ahmed et ton frère
Mustapha, Abdullah. Abdou, youcef.*

Remerciements

En premier lieu, nous tenons à remercier notre ALLAH, notre Créateur pour nos donner la chance d'étudier et la force Pour accomplir ce travail.

Nous adressons nos vifs remerciements à notre professeur Consultant.

Nos promoteurs le Docteur Kateb Samir et Co-promoteur Seddiki Amor, pour Nous avoir diligent tout au long de ce travail, pour sa Compréhension, sa patience, sa compétence, et ces remarques Qui nous ont été précieuses.

Nos derniers remerciements ce ne sont pas les Moindres, vont à tous ceux qui ont contribué de près ou de Loin pour l'aboutissement de ce travail.

Sommaire

Résumé	I
Dédicaces	II
Remerciements	III
Liste Des Figures	VI
Liste Des Tableaux	VII
INTRODUCTION GÉNÉRALE	2
Chapitre I : Généralité Sur Les Techniques De Forage Hydraulique.	3
I. 1 INTRODUCTION	4
I. 2 LES METHODES DE FORAGE	5
I. 3 FORAGE AU MARTEAU FOND DE TROU (MFT)	5
I. 4 FORAGE AU MARTEAU FOND DE TROU AVEC TUBAGE A L'AVANCEMENT	8
I. 5 FORAGE ROTARY	8
I. 6 FORAGE ROTARY CIRCULATION DIRECTE	9
I. 7 FORAGE EN CIRCULATION INVERSE	11
I. 8 FORAGE CAROTTE	12
I. 9 FORAGE PAR BATTAGE	13
I. 10 FORAGE PAR HAVAGE	15
I. 11 GÉNÉRALITÉS SUR LE FORAGE ROTARY	16
CONCLUSION	22
CHAPITRE II : présentation de la zone d'étude.	23
INTRODUCTION	25
II. 1 Situation administrative et géographique	25
II. 2 Géologie et hydrogéologie	27
II. 3 Facteurs climatique	28
II. 4 Nombre d'habitant	33
II. 5 Qu'est-ce que le développement	33
II. 6 Aspect humain et activité	34
II. 7 Évaluation de la population	35
II. 8 Besoin en eau	37
CONCLUSION	38
CHAPITRE III : proposition d'un programme de forage.	39
III. 1 Introduction	40
III. 2 Implantations	40
III. 3 Constructions de la plateforme	40
III. 4 Constructions du forage	41
III. 5 Observation diverses	42
III. 6 Dispositif de tête de forage	42
III. 7 Coupe lithologique	42
III. 8 Fiche technique	45
III. 9 Equipement du forage	46

III. 10 Cimentation	48
III. 11 Déroulement des travaux	49
III. 12 Essais de débit	51
III. 13 Analyse chimique	52
III. 14 Classification de l'eau	52
III. 15 Comparaison de l'eau aux normes	53
CONCLUSION GÉNÉRALE	55
Références bibliographiques	57

LISTE DES FIGURES

Figure	Titre	Page
Figure 1-1 :	Forage Vertical Pour Trouver De L'eau	5
Figure 1-2 :	Schéma D'un Marteau Fond-De-Trou	6
Figure 1-3 :	Schéma Simplifié D'une Installation De Forage Fond De Trou (MFT)	7
Figure 1-4 :	Illustration De La Méthode Rotary	9
Figure 1-5 :	Schéma Explicatif De La Circulation Directe	10
Figure 1-6 :	Exemple De Carottes Rocheuses	13
Figure 1-7 :	Exemples D'outil De Forage Carottier	13
Figure 1-8 :	Principe De La Technique De Forage Au Battage	14
Figure 1-9 :	Plateforme De Forage Rotary	16
Figure 1-10 :	Équipements De Forage Rotary	17
Figure 1-11 :	Circulation De La Boue	20
Figure 1-12 :	Les Outils A Lames	21
Figure 1-13 :	L'outil A Molette	21
Figure 1-14 :	Records (Tool-Joint)	22
Figure 2-1 :	Situation Géographique De La Wilaya De Ouargla	24
Figure 2-2 :	Situation De La Zone D'étude	25
Figure 2-3 :	Carte Géologique Simplifié	26
Figure 2-4 :	L'évolution D'habitant A Travers Les Horizons	35
Figure 3-1 :	Carte D'implantation	43
Figure 3-2 :	Diagramme De Piper	52
Figure 3-3 :	Scheler Berkaloff	53

Liste Des Tableaux

Figure	Titre	Page
Tableau 2-1	Température Moyenne Mensuelle (2008-2013)	27
Tableau 2-2	Température Moyenne Mensuelle (2014-2017)	28
Tableau 2-3	Répartition Mensuelle Des Pluies	29
Tableau 2-4	Evaporation Mensuelle Moyenne	30
Tableau 2-5	Vitesse Des Vents Forts	31
Tableau 2-6	Découpage Des POS	33
Tableau 2-7	Découpage De La Zone D'activité	34
Tableau 2-8	Nombre D'habitant De La Zone D'étude	35
Tableau 2-9	L'évolution D'habitant A Travers Les Horizons	35
Tableau 2-10	Les Forages Existant A La Zone d'Ain Beida	37
Tableau 3-1	Coupe Lithologique	43
Tableau 3-2	Fiche Technique	45
Tableau 3-3	Le Programme De La Colonne Da Captage	47
Tableau 3-4	Déroulements Chronologiques Des Travaux	49
Tableau 3-5	Travaux Dans Les Conditions Anormales	49
Tableau 3-6	Essai Par Palier	50
Tableau 3-7	Résulta obtenus	51



Introduction général



Les populations les plus éloignées des eaux de surface, comme les rivières, les lacs, les sources, sont venues très vite à la solution qui consiste à puiser l'eau dans le sous-sol qui s'y trouve tout naturellement .

Très anciennement, les puits étaient exécutés par les moyens manuels, certaines de ces techniques ont survécu jusqu'à nos jours. Par leurs simples matériels, la perforation s'effectue manuellement ; au moins avec trois ouvriers ; aux terrains plus ou moins tendres où elle s'achève à la rencontre de la première venue d'eau .

La plupart de ces simples techniques, dont je vais mentionner quelques-unes ailleurs, ne dépassent pas une dizaine de mètre de profondeur .

Grâce à l'invention du moteur à vapeur qu'une machine de forage par battage mécanisé a vu le jour et a entamé avec curiosité la recherche d'eau pour qu'elle sera ensuite surprise par sa rencontre avec l'or noir, et c'est l'évolution. En gardant presque le même principe de forage, l'évolution de ces appareils s'est faite pour perforer plus vite, plus profondément et bien sûr moins chère .

Du forage par : Battage, Havage, Rotary à circulation inverse, Rotary à circulation directe, Marteau fond de trou, Marteau fond de trou avec tubage à l'avancement, Marteau hors du trou, Avancement ODEX et forage par Carotte, et autre toute une panoplie de méthode de forage que chacune d'eux a des avantages et des inconvénients .

Le développement technologique et la nécessité d'exploration et d'exploitation des richesses naturelles des sous-sol sont à l'origine du perfectionnement de ces techniques de forage principalement celle du marteau fond de trou et celles de rotary.



Chapitre I:
Technique De Forage



1 INTRODUCTION :

S'il existe différentes méthodes d'étude d'un gisement d'eau minérale, la réalisation d'un forage constitue la méthode la plus directe d'approche des caractéristiques du milieu souterrain en un point donné.

La réalisation d'un forage dans un gisement nécessite une programmation rigoureuse compte tenu des aspects suivants :

En agissant d'une action sur le sous-sol, elle constitue un risque pour le milieu souterrain et pour les différentes entités géologiques concernées par la foration. Ce risque peut concerner le transfert d'éléments indésirables vers certains niveaux producteurs (contamination chimique ou bactériologique). Il peut également se produire des phénomènes de mélanges entre différents niveaux pouvant induire des modifications de qualité voire de quantité (jusqu'à la perte d'une ressource)

En agissant d'une action ayant un objectif technique déterminé et représentant un coût en général non négligeable, l'ouvrage doit être conçu pour une acquisition optimale de données compte tenu des moyens pouvant être mobilisés.

Ainsi, toute action de foration entreprise sur un gisement d'eau minérale doit s'accompagner d'une réflexion préalable sur :

- *la mise en œuvre de la technique de foration la plus appropriée ;

- *la réalisation d'un suivi technique adapté ;

- *la mobilisation d'une entreprise de forage qualifiée pour le type de forage envisagé. Le forage : le forage est une technique ou un moyen pour traverser des terrains (roches) en les désagrégeant tout en évacuant les déblais, afin d'atteindre un but qui peut être du gaz, pétrole, eau ou un gisement minier. Le forage peut être vertical, forage dévié ou horizontal. Il est aussi la façon la plus sûre pour connaître la géologie réelle des terrains traversés. Il existe plusieurs méthodes de forage qui peuvent être classées en trois catégories :

 - Forage par mouvement alternatif (battage ou percussion).

 - Forage par combinaison des deux mouvements (rotation- percussion).

 - Forage par rotation (rotary).



Figure1-1 : Forage vertical pour trouver de l'eau

1.2 LES METHODES DE FORAGE :

Il existe de nombreuses méthodes de foration dont la mise en œuvre dépend de paramètres très divers. Le chapitre présente les méthodes de forages en tant que telles avec leurs Avantages et inconvénients relatifs. Le chapitre suivant précisera les modalités de sélection de ces méthodes selon les critères usuels pour le domaine de l'eau minérale.

1.3 FORAGE AU MARTEAU FOND DE TROU (MFT) :

Le marteau fond-de-trou (MFT), en anglais : down-the-Hoel drill (DTH), est un outil et une méthode de forage à percussion destiné aux sols durs et cassants comme le calcaire, le grès, le basalte. Il utilise comme fluide de forage de l'air comprimé à haute pression produit par un compresseur autonome et parfois l'eau qui permet de remonter les déblais de forage. Il réduit la roche en petits flocons de poussière. Le marteau pneumatique équipé d'un taillant est fixé à la base d'un train de tiges et animé en percussion par envoi d'air comprimé dans la ligne de sonde, d'où le nom de « marteau fond-de-trou ». Le marteau fond-de-trou est particulièrement efficace pour les forages de précision. En effet, comme la percussion se fait directement sur le trépan, les contraintes dans le mât de forage sont amoindries. De cette façon, le marteau de fond garde une trajectoire relativement stable comparativement à un forage avec un marteau de tête où la percussion au sommet du mât de forage peut occasionner de la vibration supplémentaire ou encore une flexion reprise par un moment de flexion dans le trépan.

1.3.1 Principe : Cette méthode de forage utilise la percussion assortie d'une poussée sur l'outil qui se trouve lui-même en rotation. L'énergie utilisée pour actionner cet outillage est l'air comprimé à haute pression (10-25 bars). C'est un procédé très intéressant en recherche hydrogéologique et principalement en terrains durs.

*Un marteau pneumatique équipé de taillants est fixé à la base d'un train de tiges et animé en percussion par envoi d'air comprimé dans la ligne de sonde, d'où le nom de "marteau fond de trou".

1.3.2 Avantage :

*Avancement rapide et profondeur d'investigations pouvant dépasser les 300 m de profondeur (fonction du diamètre et de la puissance du compresseur d'air) ;

*Bonne observation des cutines (coupe géologique) et des zones productrices (suivi foration)

*Fluide de forage (air) bien adapté au forage d'eau en général de par l'absence de produit de foration (pas d'interférence entre la ressource et des boues ou de l'eau).

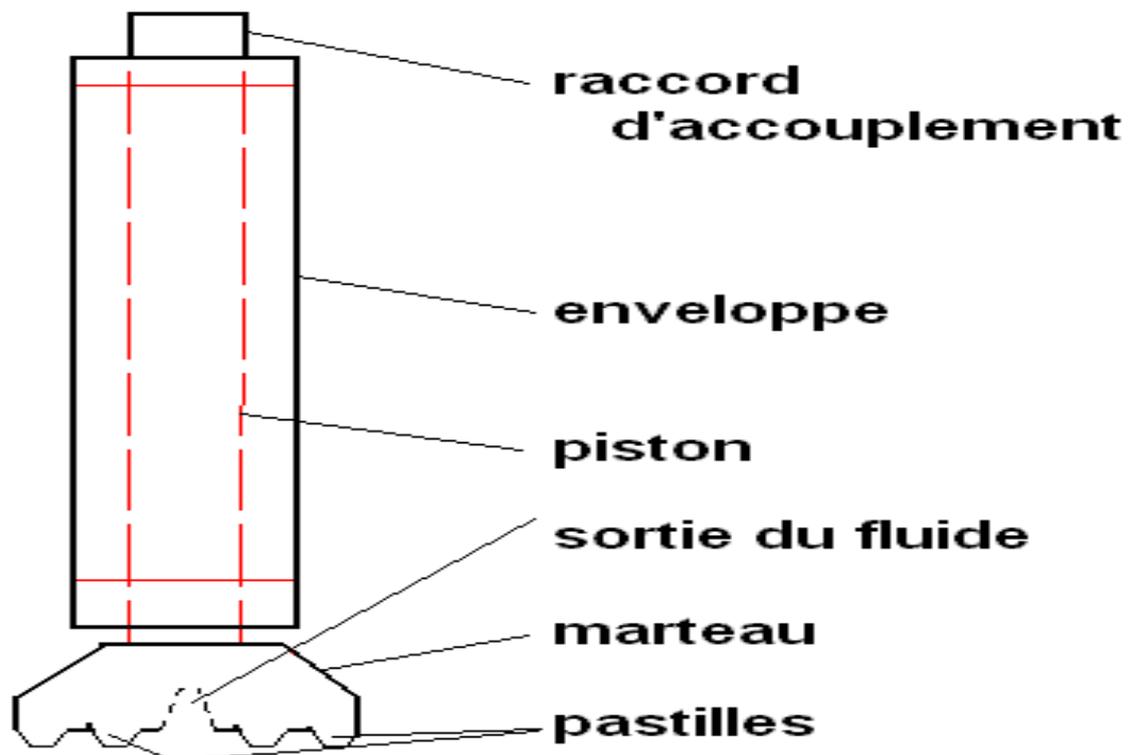


Figure 1-2 : Schéma d'un marteau fond-de-trou.

1.3.3 Inconvénients :

*le fluide "air" peut perturber en foration les observations relatives à la qualité du fluide d'un niveau producteur par oxydation d'éléments ou en occultant des venues de gaz. La confirmation de la qualité du fluide (eau et gaz) d'un niveau producteur doit fréquemment être réalisée par pompage associé.

*Interprétation délicate du niveau de production d'un horizon reconnu (débit) par mesure en soufflage (air lift) à l'aide de l'équipement de foration. Les données obtenues en foration MFT, quant aux débits des horizons traversés, doivent être prises en compte avec réserve.

*Il convient de considérer que les débits obtenus en fonction à l'air sont toujours

Optimistes Procédé peu adapté dans les terrains non consolidés ou plastiques
 *Risque de formation de bouchons de cutines, nécessitant de fréquents nettoyages du trou par soufflage. Ce phénomène n'existe pas lorsque l'ouvrage est totalement sec ou lorsque le débit des niveaux producteurs est suffisant pour permettre un bon nettoyage par circulation
 *Nécessité d'utilisation de compresseurs très puissants voire de surpresseurs en cas de foration sous des hauteurs d'eau importantes.*Mauvaise identification de chaque niveau producteur en cours de foration, le fluide recueilli en tête d'ouvrage intégrant l'ensemble des horizons traversés.*Il convient de noter que la foration MFT à l'air est parfois couplée à l'emploi de mousse de forage (injectée dans le circuit d'air) pour favoriser la tenue des parois et/ou la remontée des cutines. S'agissant d'un contexte "eau minérale", le choix d'une mousse "inerte" doit être une préoccupation pour l'opération.

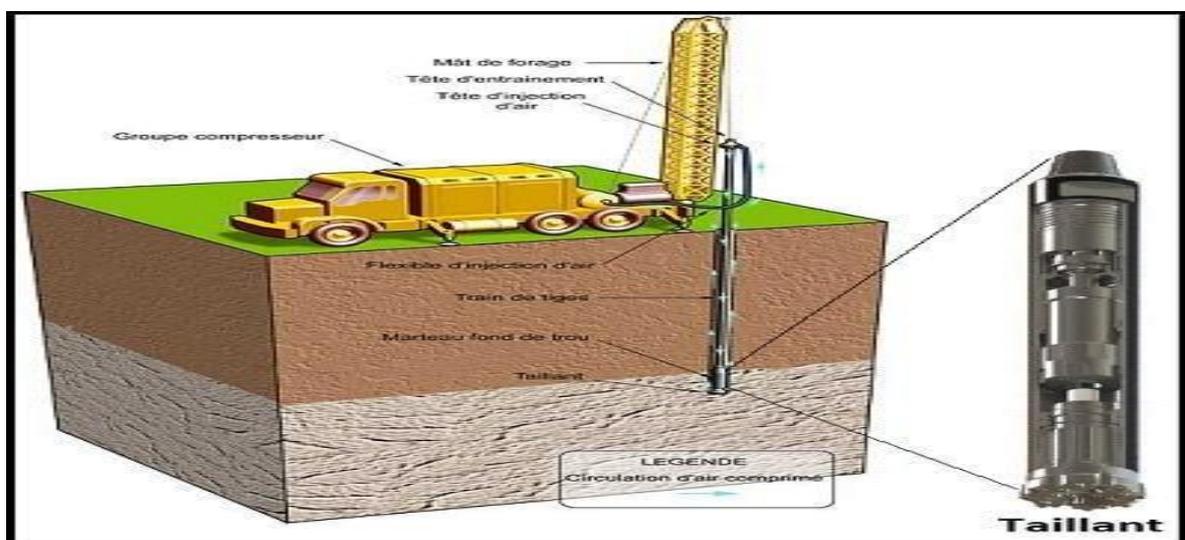


Figure 1-3 : schéma simplifié d'une installation de forage fond de trou (MFT)

1.4 FORAGE AU MARTEAU FOND DE TROU AVEC TUBAGE A

L'AVANCEMENT :

1.4.1 Principe :

Identique à la technique MFT "classique" exposée ci-avant, cette méthode concerne la mise en Place d'un tubage des parois du trou au fur et à mesure de sa foration.

Elle met en œuvre un taillant pilote avec aléreur excentrique qui permet de forer des trous d'un diamètre légèrement supérieur au diamètre extérieur des tubes. Le tubage est ainsi enfoncé progressivement à la suite de l'aléreur sous l'effet de son propre poids et de l'énergie de percussion du marteau. Les tubes sont solidarités entre eux soit par soudure, soit par filetage. Le taillant excentrique se déploie par rotation dans le sens des aiguilles d'une montre, une rotation en sens inverse en fin de foration permet son repli et la remontée de la garniture. Comme en foration au marteau fond de trou classique, l'évacuation des cutines est là aussi assurée par la remontée de l'air, ici entre tiges et tube.

1.4.2 Inconvénients :

Idem au MFT classique à l'exception de la foration dans les terrains non consolidés.

1.5 FORAGE ROTARY :

Cette méthode utilise un outil (trépan) monté au bout d'une ligne de sonde (tiges vissées les unes aux autres), 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.

La profondeur de forage peut être très importante, par ailleurs la foration n'est pas perturbée par les terrains peu stables ou plastiques (argiles).

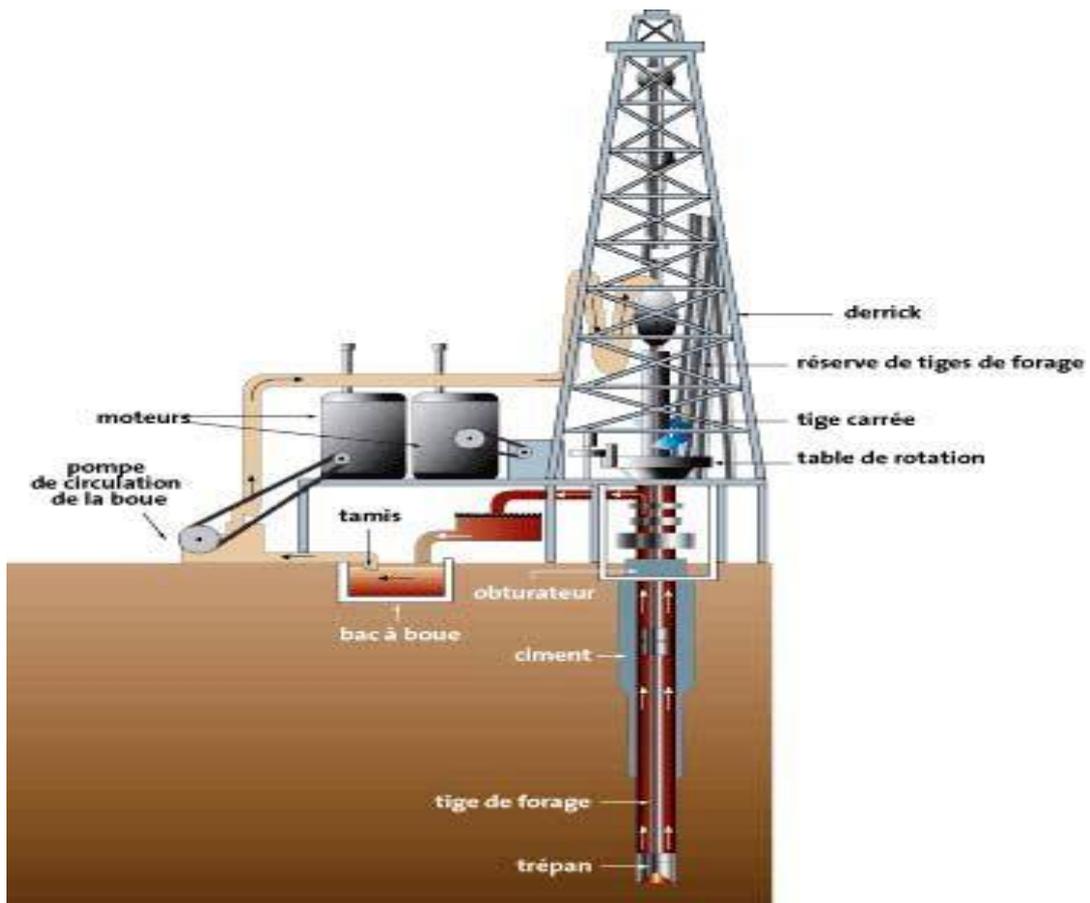


Figure 1-4 : Illustration de la méthode Rotary

1.6 FORAGE ROTARY CIRCULATION DIRECTE :

1.6.1 Principe :

La méthode de foration rotary utilise un outil (trépan) monté au bout d'une ligne de sonde (tiges vissées les unes aux autres), 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 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 creuses de la ligne de sonde, il sort par les événements de l'outils et remonte à la surface dans l'espace annulaire (entre les tiges et les parois du trou).

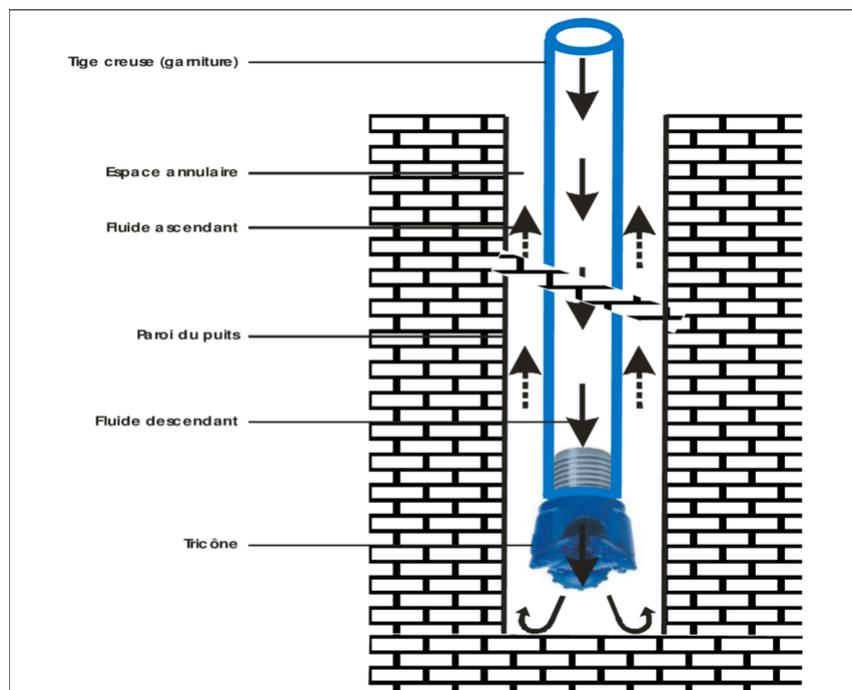


Figure 1-5 : Schéma explicatif de la circulation directe

1.6.2 Avantages :

La profondeur du forage peut être très importante, la foration n'est pas perturbée par les terrains peu stables ou plastiques, sous réserve de l'utilisation d'un fluide de forage adapté.

Ce système permet un bon contrôle des paramètres de forage (poids de l'outil, vitesse de rotation, qualité de la boue, débit d'injection de la boue) en fonction des terrains à traverser.

Le forage au rotary entraîne une consolidation des parois en terrains meubles par dépôt d'un cake.

1.6.3 Inconvénients :

Nécessité d'un fluide de forage qui ne permet pas d'observation directe de la qualité des eaux des formations traversées ;

Colmatage possible des formations aquifères par utilisation de certaines boues (bentonite) ;

Difficulté d'observation des cutines, la présence de tamis vibrants en circuit retour diminue sensiblement cet inconvénient.

1.7 FORAGE EN CIRCULATION INVERSE :

1.7.1 Principe :

Cette méthode de foration diffère des méthodes précédentes par une circulation du fluide (boue, eau ou air) dans l'espace annulaire (entre la formation et les tiges) avec remontée des cutines par l'intérieur du train de tiges. Il existe également des tiges à double parois qui assurent l'injection et la remontée du fluide par l'intermédiaire des seules tiges.

1.7.2 Avantages :

Information géologique plus précise et quasi instantanée. Les cutines recueillies en surface proviennent du seul fond du trou sans mélange avec des cutines provenant éventuellement de l'érosion du trou au cours de la remontée ;

Information géologique continue. La traversée de zones fissurées, fracturées ou cavernueuses, se traduit assez souvent par des pertes partielles (ou totales) de fluide de circulation (air, eau, boue) dans les techniques de foration à circulation directe.

La remontée des cutines par le train de tiges diminue fortement les risques de pertes de fluide et de cutines ainsi que les éventuels colmatages ou contamination des aquifères traversés ;

Meilleure individualisation des arrivées successives de fluide en cours de foration. Seul le niveau en cours de foration est testé au moment du passage de l'outil, les mélanges avec des niveaux supérieurs sont très réduits.

1.7.3 Inconvénients :

Présence d'un fluide de forage et de risque de colmatage (idem circulation directe). S'agissant d'une reconnaissance de niveaux producteurs au moment de sa foration, le suivi d'un chantier en circulation inverse nécessite un contrôle continu et des prises de décision adéquates pour caractériser les différents niveaux (arrêt de foration et circulation ou pompage dès observation particulière). Il existe un risque d'occulter des informations importantes sur un niveau producteur d'épaisseur réduite par passage trop rapide.

1.8 FORAGE CAROTTE :

Le carottage (en anglais Diamond drilling, ou core drilling) est un type de forage d'exploration, visant à prélever un échantillon du sous-sol terrestre ou marin obtenu à l'aide d'un tube appelé carottier que l'on fait pénétrer dans le sous-sol. L'échantillon ainsi obtenu s'appelle une carotte (par analogie avec la racine de la plante du même nom, la carotte). Celle-ci est qualifiée d'échantillon stratigraphiquement représentatif, donc non perturbé.

1.8.1 Principe :

Cette méthode consiste en la réalisation d'un ouvrage à l'aide d'un outil spécial, le carottier, destiné à récupérer la formation en place sans destruction.

1.8.2 Avantages :

Observations géologiques de qualité optimale. Couplé à un dispositif d'orientation de la carotte, l'échantillon recueilli en zones fracturées permet une analyse des directions de fracturation.

1.8.3 Inconvénients :

Coût élevé, Diamètre réduit, Pourcentage de récupération des formations fonction de la nature des terrains (faible en structure non consolidée).



Figure 1-6: Exemple de carottes rocheuses



Figure 1-7: Exemples d'outil de forage carotté

1.9 FORAGE PAR BATTAGE :

Le battage consiste à briser la roche en laissant régulièrement tomber un outil (le trépan). Ce procédé ancien est utilisé dans des formations « dures ». Un tubage de travail est utilisé pour protéger les parois du terrain.

1.9.1 Principe :

La méthode consiste à soulever un outil lourd (trépan) et à le laisser retomber sur le terrain à traverser. La hauteur et la fréquence de chute varient selon la dureté des formations.

On distingue deux types de battages : le battage au treuil et le battage au câble. Cette dernière méthode est la plus courante. Le trépan est suspendu à un câble qui est alternativement tendu et relâché. Les mouvements sont rapides et le travail de l'outil se fait plus par un effet de martèlement dû à l'énergie cinétique que par un effet de poids comme pour le battage au treuil.

Un émerillon permet au trépan de pivoter automatiquement sur lui-même à chaque coup. Le trou est nettoyé au fur et à mesure de l'avancement par descente d'une soupape permettant de remonter les débris (cutines). Ce procédé permet de réaliser des forages sans utilisation d'eau ou de boue.

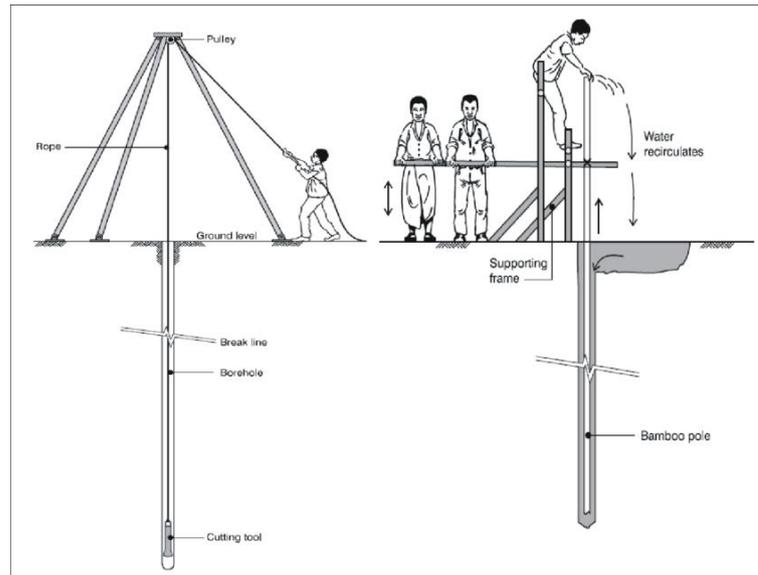


Figure 1-8 : Principe de la technique de forage au battage

1.9.2 Avantages :

C'est un procédé simple et relativement peu coûteux (investissement généralement plus faible que pour les autres procédés de foration).

Il n'y a pas de fluide de forage (boues) et pas de risques de pollution de la nappe.

Le trépan peut être rechargé, reforgé et affûté sur le chantier.

C'est une méthode bien adaptée pour les forages de moyenne profondeur.

Les résultats sont très bons dans les terrains fissurés (pas de pertes).

1.9.3 Inconvénients :

Vitesse d'avancement assez faible induisant un coût "suivi travaux" en proportion. Méthode peu adaptée dans les terrains plastiques ou bouillants dans lesquels le tubage à l'avancement est nécessaire.

Difficultés pour équilibrer des venues d'eau artésiennes jaillissantes.

Absence d'information sur les niveaux producteurs (qualité - production) sinon par mise en place de dispositif de pompage en parallèle à la foration.

1.10 FORAGE PAR HAVAGE :

Plus connue sous le nom de procédé Bento, dans ce type de forage par curage ou havage, les tubages pénètrent dans la formation sous l'effet de leur propre poids ou sous l'action de vérins hydrauliques. Une benne « preneuse » vide progressivement l'intérieur du tubage tant que celui-ci se trouve au-dessus du niveau statique. En-dessous du niveau statique, l'emploi d'une soupape est recommandé.

Méthode adaptée pour des ouvrages de gros diamètre en terrains alluvionnaires (formations meubles).

1.10.1 Principes :

Le forage par havage est plus connu sous le nom de procédé Bento : dans ce type de forage par curage ou havage, les tubages pénètrent dans la formation sous l'effet de leur propre poids ou sous l'action de vérins hydrauliques. Une benne preneuse "vide" progressivement l'intérieur du tubage tant que celui-ci se trouve au-dessus du niveau statique. Au-dessous du niveau statique, l'emploi d'une soupape est recommandé. En présence d'éléments grossiers ou de blocs, l'utilisation d'un trépan tombant en chute

Libre permet de briser l'obstacle. Il est également possible d'utiliser des vibreurs hydrauliques pour faciliter la descente ou l'arrachage des tubages.

1.10.2 Avantages :

Avancement rapide à faible profondeur dans des formations meubles, Notamment alluvionnaires (en l'absence d'éléments grossiers).

Réalisation d'ouvrages en gros diamètre (peu répandus en eau minérale).

1.10.3 Inconvénients :

Méthode inadaptée aux terrains durs.

Frottement du tubage mis en place à l'avancement, profondeur réduite Difficulté pour arracher les tubages de soutènement après la mise en place des crépines et du massif filtrant.

1.11 GÉNÉRALITÉS SUR LE FORAGE ROTARY :

1.11.1 Introduction :

Un processus de forage est un dispositif qui assure l'extraction de la matière pour réaliser un puits. Un grand nombre de puits modernes sont des puits forés, par percussion d'un outil dans le sol ex : le Battage-Havage, ou par l'action rotative d'un outil coupant tournant autour d'un axe vertical ex : Tarière, Rotary, ou bien une combinaison des deux actions ex : Marteau fond trou. Dans l'industrie pétrolière le système de forage le plus répandu se nomme : système de forage ROTARY.

Dans ce chapitre, on présente une description générale de ce système de forage rotary, ses principaux organes, ainsi que les différents types de vibrations pouvant se produire lors de la phase de forage, notamment les vibrations de torsion provoquées par le phénomène Stick-Slip.

1.11.2 Principe et description générale :

La méthode Rotary consiste à utiliser des trépan à dent type tricône ou des trépan monoblocs comme les outils diamant ou PDC (polycristallin diamond composite). Sur lesquels on applique une force procurée par un poids tout en les entraînant en rotation. L'avantage de cette technique est de pouvoir injecter en continu un fluide au niveau de l'outil destructif de la formation pour emporter les débris hors du trou grâce au courant ascensionnel de ce fluide vers la surface. Un système de forage Rotary est composé de deux parties : l'installation de forage et la garniture de forage.

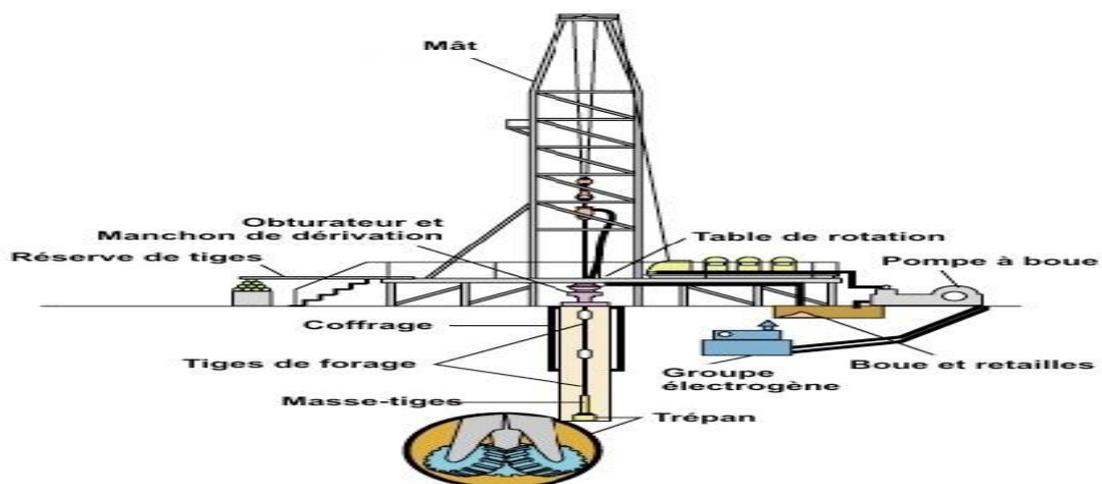


Figure 1-9 : Plateforme de forage Rotary

1.11.3 Installation de forage :

L'installation de forage est la partie située à la surface du sol, elle comprend plusieurs modules : le système hydraulique (pompe et bac à boue), le système d'alimentation (moteurs), les obturateurs (Blow-out préventeurs), la table de rotation, les réserves des tiges de forage ainsi que le système de suspension qui renferme le derrick. L'installation doit assurer les trois fonctions suivantes :

- un poids à l'outil ;
- une rotation de l'outil ;
- une injection du fluide de forage.

1.11.4 Équipements de Forage Rotary :

Les équipements de forage englobent les équipements de la surface (l'installation) et ceux de fond (la garniture) assurant les fonctions suivantes : Levage, Rotation, Pompage et circulation, le Contrôle et la Sécurité.

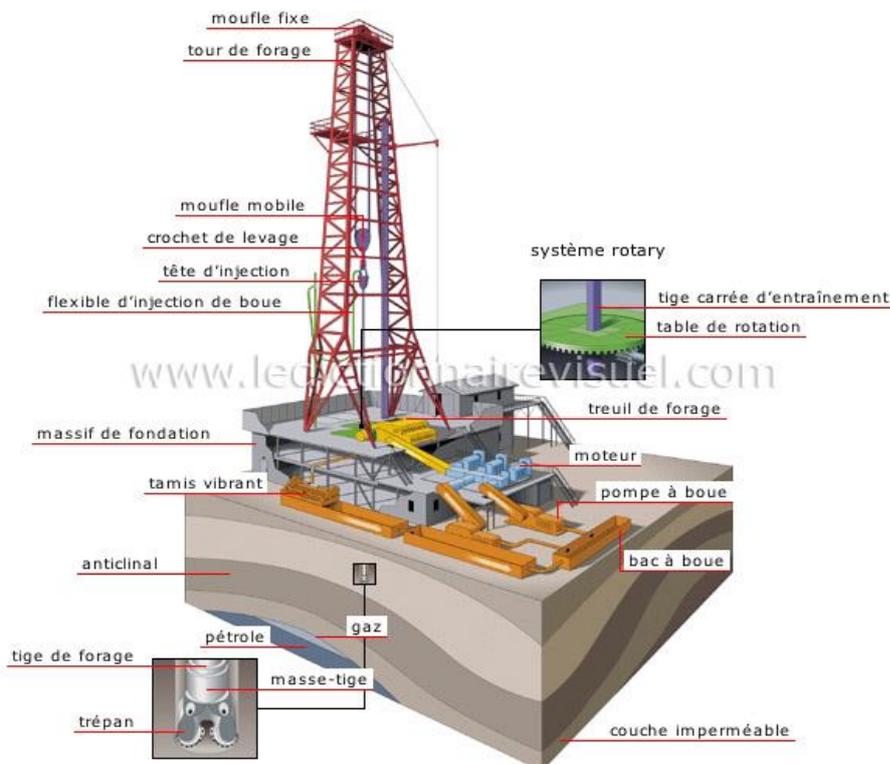


Figure 1-10 : Équipements de Forage Rotary

Équipement de levage :

Pour soulever la garniture de forage, il faut utiliser une grue de grande capacité, car la garniture de forage peut atteindre un poids supérieur à 150 tonnes. Cette grue est constituée : d'un mât, d'un treuil, d'un palan comprenant les moufles fixe et mobile et le câble.

a) Le mât :

C'est une structure en forme de A. Il a la particularité d'être articulé à sa base ce qui lui permet d'être assemblé ou démonté horizontalement puis relevé en position verticale en utilisant le treuil de forage et un câble de relevage spécial.

b) Le treuil (Draw-works):

Le treuil étant l'un des principaux équipements utilisés dans le forage des puits il est considéré comme le cœur d'un appareil de forage, puisque c'est la capacité du treuil qui caractérise la classe de profondeur des forages que l'on pourra effectuer. Il doit assurer :

- Le levage de la garniture de forage et du tubage,
- Sur certains appareils, il assure l'entraînement de la table de rotation par l'intermédiaire de cardans ou de chaînes de pignons,
- L'entraînement d'un arbre secondaire permettant de dévisser et visser les tiges et les tubages.

c) Le palan :

C'est un mécanisme de transmission du mouvement constitué de deux moufles, l'un fixe, l'autre mobile, contenant chacun un nombre arbitraire de poulies, et d'une corde qui les relie. Il sert à réduire l'effort nécessaire (ou démultiplier la force utilisée) pour rapprocher les deux groupes de poulies, il comprend :

- **Le moufle fixe (crown block)** : formé d'un certain nombre de poulies et placé au sommet du mât, il possède une poulie de plus que le moufle mobile,
- **Le moufle mobile (travelling block)** : formé également d'un certain nombre de poulies par lesquelles passe le câble de forage, il se déplace sur une certaine hauteur entre le plancher de travail et le moufle fixe. Il comporte à sa partie inférieure un crochet (Hook) qui sert à la suspension de la garniture pendant le forage,

- **Le câble** : il est constitué de plusieurs torons disposés en spirale autour d'une âme, chaque toron est lui-même constitué de plusieurs fils calibrés, également disposés en hélice sur plusieurs couches

Équipement de rotation :

Il est constitué d'une table de rotation, d'une tige d'entraînement à section carré (Kelly) ainsi que d'une tête d'injection qui peut être motorisée (Top Drive).

a) Tige d'entraînement (Kelly) :

De section carrée, hexagonale ou triangulaire, elle est entraînée en rotation par la table.

b) Table de rotation (Rotary table):

Pour faire tourner l'outil, on visse au sommet des tiges, de forme cylindrique, une autre tige de section carrée ou hexagonale, appelée tige d'entraînement (Kelly), et on l'introduit dans un moyeu appelé table de rotation, elle tourne à des vitesses 40 à 500 tr/min.

c) Tête d'injection motorisée (Top Drive, Direct Drive) :

Comme son nom l'indique, il s'agit d'une tête d'injection qui remplit les mêmes rôles que les têtes d'injection conventionnelles (assurer le passage de la boue de forage venant d'une conduite fixe des flexibles d'injection dans une conduite animée d'un mouvement de rotation), mais en plus, sert de transmission mécanique sur l'arbre rotatif. La motorisation peut être par moteur électrique ou bien par moteur hydraulique, cette dernière version moins traditionnelle nécessite l'installation d'une unité hydraulique spécifique. Ainsi, on n'a besoin ni de la tige d'entraînement ni de la table de rotation pour faire tourner la garniture, c'est le top drive qui s'en charge.

Équipement de pompage et de circulation :

Les équipements de pompage et de circulation assurent l'acheminement du fluide de forage (la boue) depuis l'aspiration de la pompe jusqu'au retour aux bassins. La boue est fabriquée dans des bassins de grande capacité, elle est ensuite aspirée par des pompes (pompes à boue) et refoulée dans les tiges creuses (au niveau de la tête d'injection), elle descend le long de la garniture de forage, sort par les orifices de l'outil, remonte dans l'espace annulaire entre la garniture de forage et le puits jusqu'en surface. Là, elle est recueillie dans un tube vertical (tube fontaine), puis acheminée par un autre horizontal (goulotte) vers des tamis vibrants, pour être débarrassée des déblais, avant d'être réinjectée dans le puits.

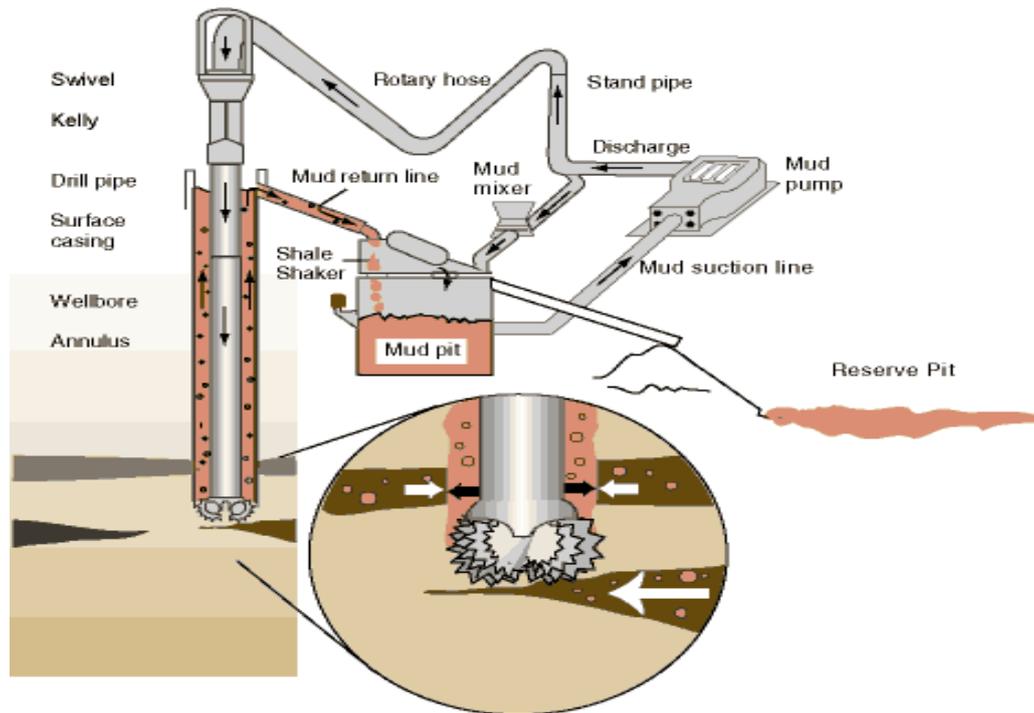


Figure 1-11 : Circulation de la boue

Système de sécurité (Blow Out Prévente) :

Les blocs obturateurs de puits, ou Blow Out Preventer (BOP), sont des valves de sécurité utilisées sur les appareils de forage de l'industrie pétrolière. Installés en surface, ils sont les derniers recours en cas d'éruption sur un puits. A l'aide des obturateurs de sécurité on peut prévenir rapidement le début de l'éruption et réaliser des opérations nécessaires dans le puits.

Les outils de forage :

Outils à lames :

Trois types :

*Queue de poisson (fishtail) – deux lames. (a)

*Trois ailes (three wings). (b)

*Pilote – plusieurs étages de diamètre différent. (c)

Ces outils travaillent, en rotation, comme une fraise dans un métal, ils des « copeaux » dans le terrain. Ils sont employés dans les formations sédimentaires compactes, à structure fine et de dureté peu élevée. Malgré les avancements intéressants qu'ils procurent, leur coût élevé, la possibilité de reforger et affûter les tranchants qu'ils sont les seuls à offrir, bien des foreurs n'aiment pas les employés. Sans doute est-ce parce que ces ne conviennent pas dans

tous les terrains, tandis que les outils à molettes sont universels, et qu'il vaut mieux en avoir, au bout de sa ligne de sonde, au moment, précisément, où se présente un changement de terrain. Une autre raison est qu'ils provoquent des vibrations importantes que se répercutent jusqu'à la machine.

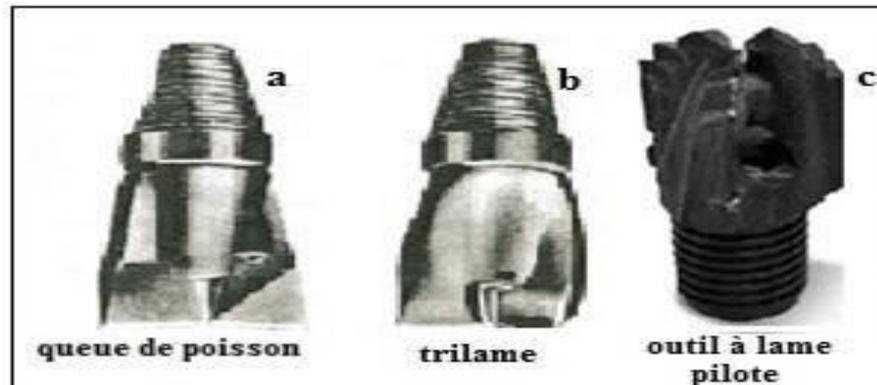


Figure 1-12 : Les outils à lames

Outil à molettes (rock bits) :

Tricônes ou quadricornes Trois ou quatre molettes à axe horizontal ou légèrement incliné, montée sur de solides roulements à billes ou à galets. Ces outils sont munis comme les outils à lames d'une partie fileté sur cône qui assure un montage très rapide et après blocage à la clef, un jointe rigoureusement étanche. La denture des molettes varie selon la nature du terrain. Les dents sont longues et écrêtées pour les terrains tendres, elles sont courtes, fines et rapprochées pour les terrains durs. Ces outils procèdent par écrasement et éclatement de la roche. Des événements calibrés (dusses) ajoutent à l'efficacité des molettes en désagrégeant le terrain sous de puissants jets. Les outils à molettes sont rapidement mis hors d'usage, rares sont les entrepreneurs qui rechargent les dents usées et, le plus souvent, ces outils périssent par leur roulement. Dès qu'ils ont pris un peu de jeu, il serait dangereux de les redescendre dans le trou, car ils ne tarderaient pas à laisser au fond leurs molettes et leurs roulements qu'on aurait bien du mal à « repêcher ».

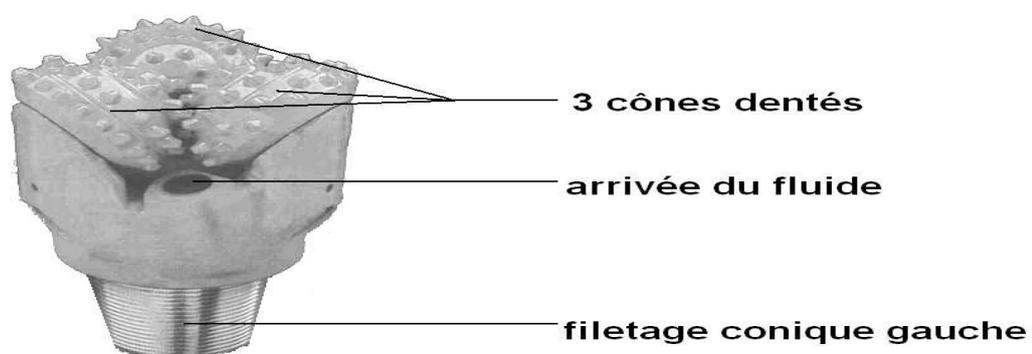


Figure 1-13 : L'outil à molette

Garniture de forage :**a) Masse tige (drill Colar) :**

Il s'agit d'une série de tubes massifs en acier dont le rôle est d'assurer une poussée suffisante sur l'outil. Par conséquent, pendant la phase de forage, le train de masses-tiges est en partie, voire en totalité, en état de compression.

b) Tige de forage (drill pipe) :

C'est la partie la plus longue de la garniture, elle est constituée d'une série importante de tubes minces d'acier qui s'étendent jusqu'à la surface et dont le rôle est de transmettre le couple vers l'outil et de soutenir plus ou moins le train de masses tiges. Chaque tige est munie à ses extrémités de renflements appelés tool-joint (TJ) servant pour le vissage des tiges entre elles et comme points d'appui du train de tiges sur la paroi de puits.

c) BHA (Bottom Hole Assembly) :

L'assemblage de fond ou BHA (Bottom Hole Assembly) est la partie inférieure de la garniture de forage, elle est principalement constituée de l'outil de forage, des masses tiges et des stabilisateurs. La BHA a un effet prépondérant sur le comportement directionnel du système de forage.

Les équipements auxiliaires :

Composés des stabilisateurs (incorporés à la garniture de forage au niveau des masses tiges afin de garder le contrôle sur la trajectoire de l'outil), des amortisseurs de choc, et des raccords divers.



Figure 1-14 : Raccords (Tool-joint)

CONCLUSION

Le forage constitue la méthode d'approche directe des caractéristiques d'un gisement que ce soit pour l'acquisition de données, où il s'agit alors de parfaire la connaissance d'un site ou

que ce soit pour l'exploitation d'un niveau identifié, quand il s'agit de préciser des conditions de production.



Chapitre II : Présentation de la région



Introduction :

Dans le cadre de l'urbanisation, développement et afin de répondre aux besoins futurs de la région, on étudie le système hydraulique de nouveau pôle de Ain Beida – Ouargla à l'horizon 2020 jusqu'à 2035

2. Présentation de la région :

2.1 Situation administrative et géographique :

Le périmètre de la présente étude « ville nouvelle Ain Beida » fait partie du territoire de la wilaya d'Ouargla, commune de Ain Beida, daïra de sidi Khouiled, situé à 6.5 km à l'Est du chef-lieu de la commune, limitée à l'Est par des périmètres agricoles et Terrain vacant, au Nord par des périmètres agricoles et la route nationale N0 49 (Ouargla -Hassi Massoud), au Sud par des pipes et à l'Ouest par la route d'évitement (Ouargla -Ghardaïa).

La wilaya de Ouargla, elle-même sise au Nord Est du Sahara algérien. Il est contenu sur la carte dans le quadrant allant de 04° 10' à 05° 25' Est et de 31° 50' à 32° 30' Nord. La wilaya de Ouargla est limitée par :

- La wilaya d'El Oued au Nord Est ;
- La wilaya de Ghardaïa à l'Ouest et un contact de quelques kilomètres avec les wilayas de Djelfa et de Biskra au Nord-Ouest ;
- Les wilayas d'Illizi et de Tamanrasset au Sud.
- La frontière Tunisienne à l'Est

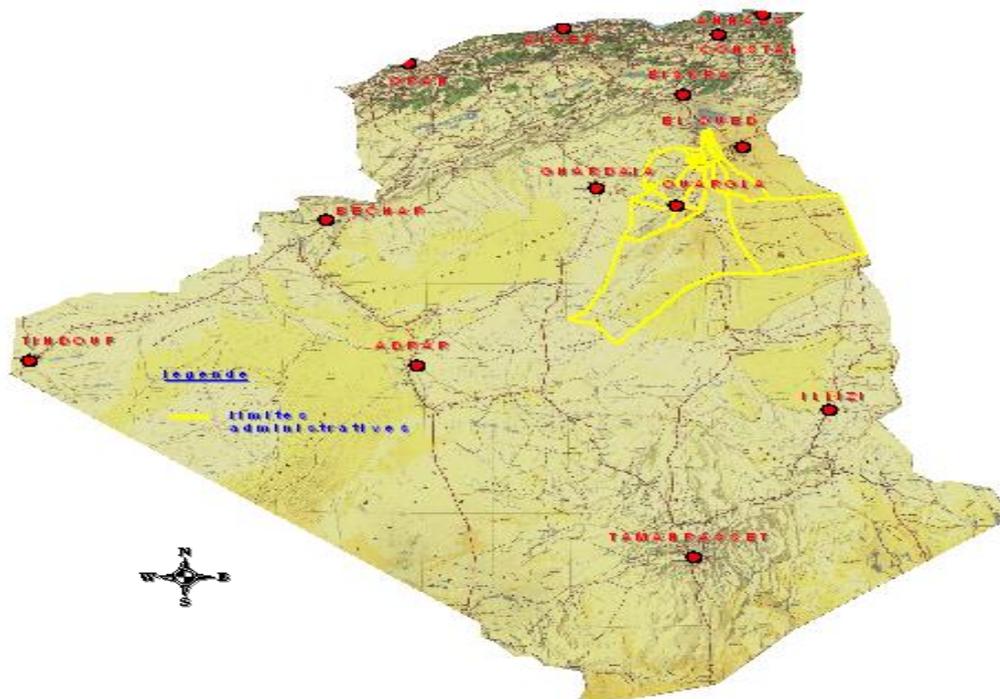


Figure 2-1 : Situation géographique de la wilaya de Ouargla

La commune de Ain Beida à une superficie de 1973 Km² et d'après le découpage administratif de 1984 les deux communes sont limitées par :

- Les communes de Hassi ben abdelah et Sidi Khouiledau Nord.
- Les communes de Ouargla et Rouissat au Ouest.
- La commune de Hassi Messaoud au Sud et à l'Est.

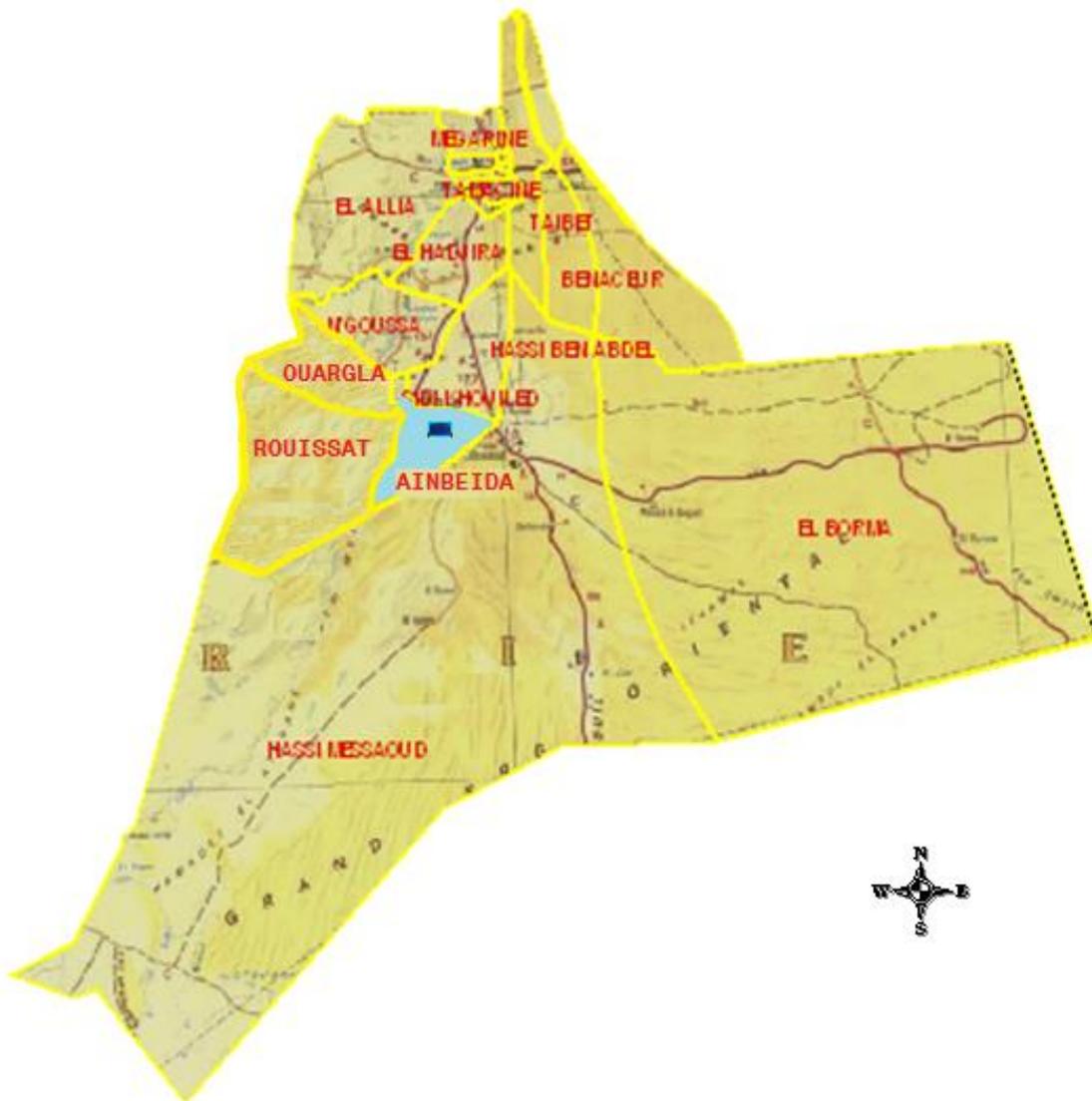


Figure 2-2 : Situation de la zone d'étude

2.2 Géologie et hydrogéologie :

Les formations géologiques du périmètre datent successivement des ères suivantes :

- Ere secondaire représentée par le Crétacé supérieur marin.
- Ere tertiaire caractérisée par des terres qui sont présentées par le Pliocène continental, le Pontien et l'Eocène.
- Ere quaternaire présentée par les alluvions actuelles, les dunes récentes et le quaternaire continental.

Quant à l'eau souterraine, il existe quatre niveaux plus au moins importants dans le sous-sol du périmètre.

- Les sables de surface avec la nappe phréatique.
- L'ensemble détritiques sableux de formation continentale du Pontien avec la nappe du Mio-Pliocène.
- Les calcaires du Sénonien ou Eocène.
- La nappe de l'Albien.

Les nappes du Mio-Pliocène et du Sénonien appartiennent au Complexe Terminal "CT" et la nappe de l'Albien appartient au Continental Intercalaire "CI". Pour tout usages confondus, la wilaya de Ouargla épuise presque tous ses besoins en eau, avec des proportions différentes de ces deux systèmes aquifères

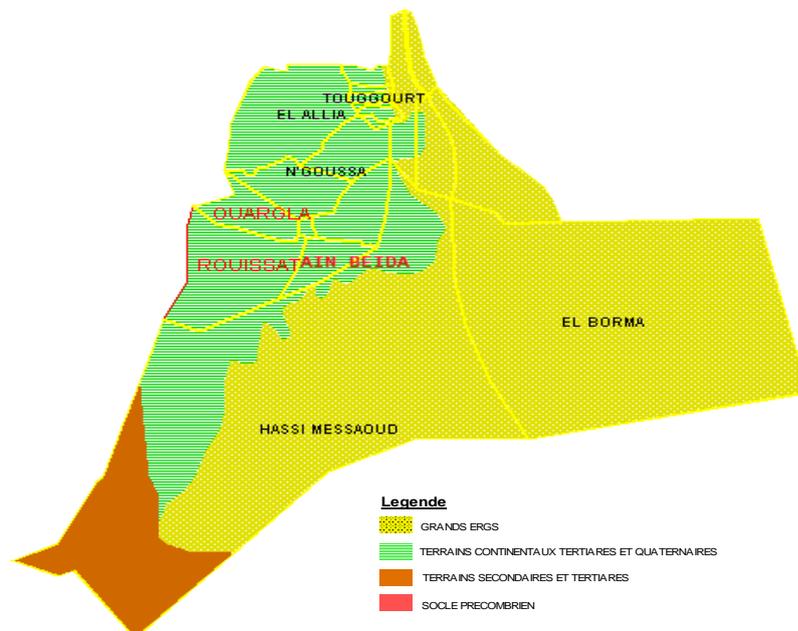


Figure 2-3 : Carte géologique simplifiée

2.3 Facteurs climatiques :

La zone d'étude est soumise à un climat continental de type désertique conditionné par une température élevée et une pluviométrie très faible.

Température :

Les températures sont caractéristiques du climat saharien avec des valeurs très élevées en été. La moyenne mensuelle du mois le plus chaud (Juillet) est de l'ordre de 35°C et du mois le plus froid (janvier) est de 11°C. La température peut atteindre les valeurs extrêmes

Années	2008		2009		2010		2011		2012		2013	
Température Mois	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min
	Janvier	18.3	5.5	17.8	<u>6.8</u>	21,60	<u>6,60</u>	20,50	<u>4,80</u>	18.0	3.50	20,2
Février	21.3	6.1	20.3	7.2	25,40	9,60	20,50	5,60	17.30	<u>3,40</u>	21,2	5,3
Mars	26.3	10.9	24.7	10.1	28,10	12,90	23,90	9,70	24.5	8.80	28,6	11,9
Avril	31.9	15.7	27.5	12.1	31,30	17,10	30,70	14,80	30.40	14.50	30,9	15,4
Mai	36.00	21.1	34.4	18.5	33,60	18,70	33,70	18,60	35.5	19.60	35,5	19,1
Juin	39.1	23.9	40.9	25.4	41,30	25,30	38,30	23,20	43.20	27.40	39,8	23,4
Juillet	44.9	29.0	<u>44.9</u>	28.5	<u>43,90</u>	28,40	<u>42,30</u>	26,30	<u>44.80</u>	28.60	<u>43,5</u>	27,8
Aout	<u>46.6</u>	28	43.0	27.2	43,60	28,20	40,30	25,10	43.10	27.00	40,7	26,1
Septembre	38.5	24.6	36.1	22	36,90	22,80	29,10	15,10	38.20	21.70	38,3	23,2
Octobre	30.1	18.7	30.8	15.7	30,70	16,20	24,30	10,20	33.40	18.20	35,8	19,5
Novembre	22.10	9.80	25.50	9.40	24,90	9,70	19,70	5,20	26.30	11.90	23,4	10,0
Décembre	18.6	<u>5.3</u>	22.9	7.7	21,30	<u>6,60</u>	1570	5,20	19.90	3.70	17,3	6,3

Tableau 2-1 : Température moyenne mensuelle (2008-2013)

Années	2014		2015		2016		2017	
Mois \ Température	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min
	Janvier	23,7	1,9	18,3	<u>4,0</u>	26,3	<u>-0,7</u>	20,3
Fevrier	29,7	3,6	28,8	6,9	29,0	2,4	30,7	1,6
Mars	33,8	4,2	24,6	10,1	34,9	4,2	33,0	6,5
Avril	39,7	8,8	32,1	16,3	41,1	7,6	39,9	9,0
Mai	43,5	14,0	37,0	20,7	46,2	10,5	44,5	17,4
Juin	46,8	17,0	39,8	24,7	<u>48,1</u>	19,3	<u>49,0</u>	20,3
Juillet	49,6	24,4	42,0	26,5	47,6	23,4	48,7	22,4
Aout	<u>50,4</u>	24,0	<u>42,8</u>	29,1	45,4	23,3	47,2	22,8
Septembre	45,2	21,1	37,9	23,9	44,5	17,3	46,8	16,3
Octobre	39,4	12,2	31,8	17,6	39,4	14,4	33,5	10,1
Novembre	29,4	8,5	24,3	10,6	31,5	5,3	30,8	5,6
Décembre	23,6	<u>0,5</u>	19,9	4,8	25,2	2,0	23,4	1,0

Tableau 2-2 : Température moyenne mensuelle (2014-2017)

La Pluviométrie:

Les précipitations proviennent essentiellement des perturbations orageuses, courtes et violentes. La plupart des précipitations dans la région d'Ouargla se produisent durant l'hiver, bien que certains hivers soient pratiquement secs.

Années	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Mois	P (mm)					
Janvier	16,20	3,6	0,0	0,0	Trace	0,3
Fevrier	5,50	0,0	0,0	23,8	Non Trace	0,0
Mars	1,00	0,2	0,4	4,7	2,0	20,7
Avril	3,50	6,3	0,0	0,0	1,0	0,8
Mai	0,00	0,0	14,1	0,0	Non Trace	Trace
Juin	0,00	0,0	2,0	0,0	Non Trace	0,2
Juillet	1,30	0,0	0,0	0,0	Non Trace	0,0
Aout	0,30	2,4	0,0	Trace	Non Trace	0,0
Septembre	4,60	Trace	0,0	Trace	4,6	12,8
Octobre	0,00	0,0	2,0	Trace	4,3	22,6
Novembre	0,00	4,6	6,8	0,0	0,7	14,6
Décembre	0,00	24,5	5,8	0,0	4,5	2,6
Total	32,4	41,6	31,10	28,5	17,1	74,60

Tableau 2-3 : Répartition mensuelle des pluies

L'évaporation :

L'évaporation maximale est enregistrée au mois de Juillet qui atteint 505,1 mm, par contre l'évaporation minimale est enregistrée au mois de Décembre qui atteint 55,9 mm.

Années	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Mois	Evaporation (mm)					
Janvier	61,6	100,9	87	93,0	135,8	110,7
Février	80,8	112,9	138,4	91,0	187,0	172,6
Mars	132,4	166,9	157,8	158,9	259,4	239,2
Avril	209,1	191,8	223,3	256,5	288,6	283,9
Mai	312,3	227,8	329,1	334,1	388,3	464,9
Juin	353,6	317,3	337,9	365,4	479,6	433,3
Juillet	382,3	414,4	488,9	346,7	486,1	505,1
Aout	367,6	319,1	397,1	366,6	473,1	439,3
Septembre	332,9	287,1	287,6	233,8	301,9	270,4
Octobre	278,3	276,7	213,2	158,5	278,9	187,2
Novembre	146,8	147,5	88,8	98,2	157,7	129,2
Décembre	90,6	55,9	85,0	75,2	85,3	80,3
moyen	229,0	218,2	236,1	214,8	293,5	276,3

Tableau 2-4 : Evaporation mensuelle moyenne

Les vents:

La vitesse des vents forts durant les années (2012-2013-2014-2015-2016-2017) est enregistrée dans le tableaux suivant .

Années	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Mois	Vitesse des vents forts (m/s)					
Janvier	20	25	14	21	14	15
Février	20	14	20	14	14	16
Mars	13	19	26	15	13	17
Avril	20	22	14	15	19	22
Mai	20	22	29	15	25	24
Juin	14	22	20	/	19	19
Juillet	32	16	15	12	13	16
Aout	15	18	16	23	22	16
Septembre	15	18	16	14	16	19
Octobre	12	11	14	16	23	13
Novembre	14	13	20	12	12	14
Décembre	12	14	20	08	14	15
moyen	17.25	17.83	14	14.83	14	15

Tableau 2-5 : Vitesse Des Vents Forts

2.4 Nombre d'habitant :

La population de la commune de Ain Beida représente 3.5 % de l'ensemble de population de la wilaya d'Ouargla.

Le taux d'accroissement annuel global est de 2.8% 8.

D'après le dernier recensement de 2008, le nombre d'habitant de la commune est de 19036 habitants.

Le nombre d'habitant de la commune à 2017 est estime de 244118 habitants.

2.5 Analyse des principaux indicateurs de développement :

2.5.1 Qu'es ce que le développement :

Littérairement parlant, le terme développement désigne une évolution d'un stade vers un stade plus avancé ; étendu à une ville, il s'agit de l'évolution des principaux facteurs inhérents au bien-être de la société et à son épanouissement.

Le développement résulte du métissage de plusieurs facteurs aussi bien humains, économiques qu'environnementaux.

C'est à la conférence de Stockholm en 1972 que sont adoptés, au niveau international, les principes de base du développement durable visant à assurer la pérennité du patrimoine naturel de la Terre. C'est dans ce cadre d'idées que nous allons adopter une approche sur le développement globale de la ville Ain Beida.

2.6 Aspect Humain et activité :

2.6.1Présentation des secteurs :

La commune de Ain Beida est composée de cinq (05) secteurs, selon le révision de Plan Directeur d'Aménagement Urbanisme (PDAU) :

- Ain Beida.
- Chott.
- Adjadja.
- Ain Guedima.
- ville nouvelle Ain Beida (El Bakrat)

la zone d'étude (ville nouvelle Ain Beida) est compose de dix (10) pos , quatre (04) pos étudiés et six (06) pos non étudiés avec une zone d'activité située au Sud-Ouest du centre urbain.

Horizons	POS	Surface (ha)
POS étudiés		
2020	POS 1	50
	POS 2	50
	POS 3 et 4	100
POS Non étudiés		
2025	POS 5	100
	POS 6	82
3030	POS 7	155
	POS 8	88
3035	POS 9	187
	POS 10	98
Totale		910

Tableau 2-6 : découpage des POS

Horizons	zone d'activité		Surface (ha)
2020	PARTIE 1	Commerces	6,49
		Marche de gros	19,79
		Services	9,60
		Artisanat	62,06
		Agro-alimentaire	66,68
		Industrie polluante	141,70
		voirie et espace verts	48,35
		Total	333,88
3035	EXTENSION		75
Total General			408,88

Tableau 2-7 : découpage de la zone d'activité

2.7 Evaluation de la population à l'horizon d'étude de nouvelle Pole :

L'évolution d'habitants de la zone d'étude et dépend sur le programme de réalisation des logements projetées dans les (POS) étudiés et non étudiés à travers les horizons

Horizons	POS	Surface (ha)	Logement	N° d'habitant
POS étudiés				
2020	POS 1	50	984	4920
	POS 2	50	1027	5135
	POS 3 et 4	100	3948	19740
POS Non étudiés				
2025	POS 5	100	2500	12500

	POS 6	82	2050	10250
3030	POS 7	155	3875	19375
	POS 8	88	2200	11000
3035	POS 9	187	4675	23375
	POS 10	98	2450	12250
Totale		910	23709	118545

Tableau 2-8 : Nombre d'habitant de la zone d'étude

Horizons	Logement	N°d'habitant
2020	5959	9795
2025	10509	52545
3030	16584	82920
2035	23709	118545

Tableau2-9 : l'évolution d'habitant à travers les horizons

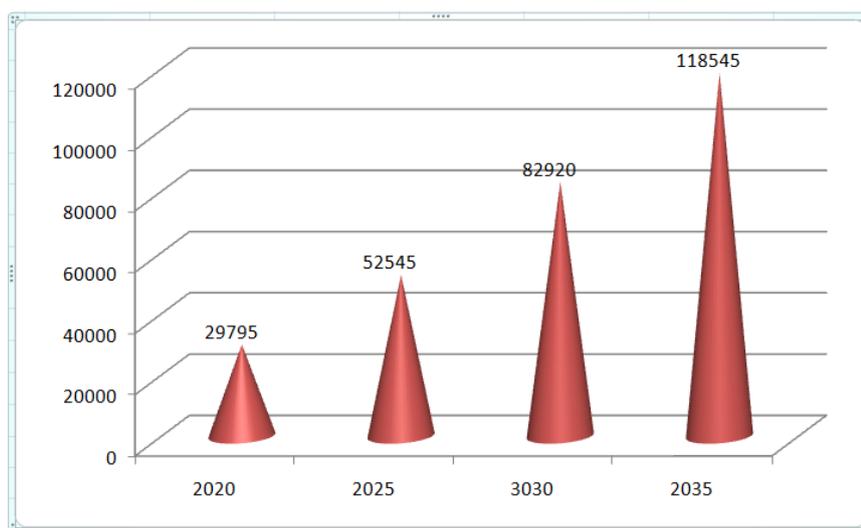


Figure 2-4 : l'évolution d'habitant à travers les horizons

2.8 Besoin en eau :

L'eau est un besoin fondamental et chaque être humain à droit à l'eau salubre, l'approvisionnement en eau potable et une bonne gestion des ressources en eau sont essentiels pour assurer la santé. Dans ce chapitre on étudie le réseau des eaux potable qui sera dans la zone d'étude

2.8.1 Identification des abonnés :

Les abonnés du réseau d'alimentation en eau potable sont :

- Les abonnés domestiques.
- Les abonnés du secteur administratif.
- Les abonnés du secteur de tourisme.
- Les abonnés du secteur socioculturel.
- Les abonnés du secteur industriel.
- Les abonnés du secteur commercial.
- Les abonnés du secteur sanitaire.
- Les abonnés du secteur éducatif.

2.8.2 Origine de l'eau et ressources (mobilisées) :

L'eau potable dans la zone d'étude est d'origine souterraine. Elle est captée par des forages et pompée soit vers des ouvrages de stockage soit directement dans le réseau. L'eau de surface est quasiment inexistante ; avec les conditions climatiques, géologiques et hydrogéologiques de la zone, et du Sahara d'une façon plus générale, on ne peut envisager un tel événement.

L'eau emmagasinée à des profondeurs variables dans le sol reste l'unique source pour l'alimentation des agglomérations.

Il existe, dans la zone d'étude, trois ensembles aquifères. A savoir :

- La nappe du Mio–Pliocène qui est contenue dans des sables grossiers. Son niveau varie de 30 à 45m. Au cours de ces dernières années, et suites au pompage excessif, le niveau de cette nappe a fortement baissé.
- La nappe artésienne du Sénonien. Elle se situe entre 140 et 240m de profondeur.
- La nappe artésienne de l'Albien qui, quant à elle, est contenue dans les sables et grès du continental intercalaire à des profondeurs situées entre 1100 et 14000m

2.8.3 Etat des infrastructures de production d'eau :

Au niveau de la zone de Ain Beida, on dénombre l'existence de plusieurs forages répartis comme suit :

Nom du forage	Débit (l/s)		Année de réalisation	Année de mise en Service	Situation
	Mobilisé	Exploité			
A.la base	20	10	1957	1958	-
A. Aérogare	30	20	1981	1982	-
Ceinture verte1	40	20	1988	1990	-
A. Beida A.E.P	35	-	1989	1990	Non exploité
Ain Beida AEP	15	-	2002	-	-
Chott AEP	40	-	2002	2005	-
A. Beida nafid	22	17	2007	2011	-
Chott AEP	35	28	2011	2011	-
Adjada AEP	30	28	2012	2012	-
Albien Ain Beida	164	-	2015	-	-
Total	431	73	-	-	-

Tableau 2-10 : Les forages existant à la zone de Ain Beida

NB : - la zone de Ain Beida est alimentée aussi à partir de forage El Hadeb

- un nouveau forage en cours de réalisation

Conclusion

Les conditions climatiques, géologiques et hydrogéologiques de la zone, et du Sahara d'une façon plus générale, on ne peut envisager un tel événement.



Chapitre III : Proposition d'un programme de forage



3.1 Introduction :

Le forage a été réalisé pour le renforcement et l'amélioration de L'AEP de la commune de Ain EL Beida et la Daïra de Sidi Khouiled. Il a été prévu pour cela la réalisation d'un forage albien de 1455 ml à Ain El Beida dans la Wilaya de Ouargla.

Ce programme a été confié à L'Enterprise SNC TASSILI.

3.2 Implantation :

Le forage d'eau a été implanté à environ 8 Km au Nord Est d'Ouargla dont les coordonnées d'implantation sont :

X :05° 24 35" E

Y :31° 56 47" N



Z :192 m

Figure 3-1 : Carte d'implantation

3.3 Construction de la plateforme :

La plateforme est construite avant les travaux du forage. la forme et les cotes dépendent de L'installation L'atelier.

3.4 Construction du forage :

L'exécution du forage a été faite suivant les phases suivantes :

Première phase :

- *forage en diamètre 36" à 30m
- *Installation d'un tube guide en diamètre 30" API en acier à 30m entièrement cimenté
- *forage en diamètre 17"1/2 jusqu' à la cote 300m
- *Elargissement en diamètre 26" jusqu' à la cote 300m
- *Alésage en diamètre 26" jusqu' à la cote 300m
- *pose d'une colonne technique de diamètre 18"5/8 API en acier K55 lb/ft 87.5 de 0 à 300m
- *Cimentation sous pression jusqu' la surface

Deuxième phase :

- *Reconnaissance en diamètre 12"1/4 de la cote 300 à 1175m.
- *Opération des diagraphies électriques.
- *Elargis sage en diamètre 17"1/2 de la cote 300m jusqu'au toit de la nappe à 1140m.
- *Alésage en 17"1/2 de la cote 300m jusqu'au toit de la nappe à 1140m.
- *Opération Diagraphie Caliper.
- *pose colonne de production de diamètre 133/8 API en acier N 80 lb/ft 68 de 0 à 1140m
- *Cimentation sous pression de toute la colonne.

Troisième phase :

- *Forage de reconnaissance du Continental Intercalaire en diamètre 12"1/4 jusqu' à la Base de I 'aquifère à 1455m.
- *Alésage en diamètre 12"1/4 jusqu' à 1450m.
- *Opération des diagraphies électriques.

*pose colonne de captage composé de tubes pleins Inox de crépine Johnson Inox de Diamètre 85/8 super WEL Slot 20, renforcé suivi d'un Packer avec DV et une colonne De production de diamètre 95/8 de 0 à 1122m.

*Cimentation sous pression de toute la colonne à double étage.

Quatrième phase :

*Dégorgement du forage avec de l'eau claire.

*Développement du forage (auto développement).

*Prélèvement d'un échantillon d'eau pour analyse.

3.5 Observation diverses :

-Toutes les cimentations sont effectuées par l'Entreprise SNC Tassili.

-un technicien de fluides de forage est chargé de la fabrication de la boue et du suivi de Toutes ses caractéristiques en fonction des terrains traversés.

-Pendant la première phase la densité de la boue benthonique a été conservée aux Alentours de 1,05 tan disque la viscosité elle est est de l'ordre de 45 à 60.

-Pendant la deuxième phase la densité de la boue a été salée et saturée en moyenne de 1,35.

-au cours de la troisième phase elle a été conditionnée et conservée à une valeur 1,40.

3.6 Dispositif de tête de forage :

Le dispositif de tête de forage est composé de :

*trois vannes maitresses de diamètre 12" ANSI 300 inox

*une croix de diamètre 12" ANSI 300 inox

*casing HEAD de diameter 13"3/8 x 12"-300

*Computer à chaud 130°

*Manomètre 25 bars.

3.7 Coupes lithologiques :

Durant la phase de perforation du forage, il a été procédé au prélèvement d'un échantillon Chaque mètre. L'échantillon pris est ensuite lavé et mis dans un sachet étiqueté. Par la Suite, analyse des échantillons ont permis de reconstituer la coupe lithologique suivante :

Profondeur (m)		Description
De	A	
00 m	10 m	Grés, beige, marron avec des grains moyens à grossier, arrondis, moyennement dure.
11 m	33 m	Grés, présenté par des grains moyens à fins, parfois grossiers, moyennement dure
34 m	40 m	Calcaire, gris Claire, beige, tender, microcristalline, avec des traces de Sables, gris.
41 m	47 m	Grés, beige, blanc, parfois marron, présenté avec des grains fins, sub anguleux à anguleux
48 m	52 m	Sable, beige, marron, présenté par des grains très fins.
53 m	87 m	Sable, marron Claire, présenté avec des grains moyennement fins.
88 m	93 m	Calcaire, blanc, beige, dure, avec des traces de sables beige.
94 m	107 m	Sable, marron Claire, présenté par des grains moyens à grossiers.
108 m	140 m	Calcaires, beige, blanc, microcristalline avec des passages de Grés, dure à très dures.
141 m	151 m	Sable, marron Claire, présenté par des grains moyens à grossiers
152 m	182 m	Calcaires, beige, blanc, microcristalline.
183 m	240 m	Calcaires, beige, sombre, microcristalline, avec un passage des Grés beige et blanc.
241 m	280 m	Grés, multicolore, avec des grains fins, moyennement dure à très dure, avec une présence de Calcaire, et des traces de Marnes.
281 m	320 m	Intercalation entre les Calcaires et les Marnes de couleur grise blanchâtre.
321 m	420 m	Calcaire dolomitique, de couleur grise, avec des Argiles rouges.
421 m	560 m	Marne, grise, moyennement dure, avec une présence des anhydrites, des calcaires, et des traces d'Argiles.
561 m	650 m	Argiles, verte, gris parfois marseuse blanchâtre.
651 m	710 m	Sels, parfois fibreux avec des passées d'anhydrite et des argiles.

711 m	714 m	Grés, beige, blanc, sombre, dure à très dure, avec présence des Argiles grises et marron
715 m	750 m	Sels, parfois fibreux avec des passées d'anhydrite et des argiles.
751 m	793 m	Argiles, gris, sombre, parfois marron, avec des traces des anhydrites
794 m	810 m	Anhydrite, avec présence de des Argiles, marron, gris, moyennement dure
811 m	870 m	Argile, avec des traces de Grés a ciment marneux.
871 m	930 m	Calcaire, gris clair, parfois beige, marneux
931 m	945 m	Argiles, grise, avec une présence de Calcaire et des traces de Marne.
946 m	1040 m	Alternance entre les Argiles plastique vertes et des Marnes de couleur grise à grise foncé
1041 m	1110 m	Argiles, marron, rouge brique, avec une présence de Marne verdâtre, friable et des traces de Calcaires.
1110 m	1119 m	Alternance entre les Marnes et les Argiles.
1120 m	1138 m	Marnes, grisâtre, verdâtre, avec des traces des Grés, beige à blanc.
1139 m	1150 m	Grés, marron, avec ciment argileux
1151 m	1178 m	Marne, grise, parfois verdâtre, avec des traces de Grés moyennement dure à très dure.
1179 m	1210 m	Marnes, gréseuses, de couleur grise, avec une présence des Grés beige, marron Sub-anguleux, moyennement dure à très dure.
1211 m	1358 m	Grés, beige, parfois blanc, avec une présence des Argiles, rouge brique, et des traces de Marnes verdâtre.
1359 m	1437 m	Grés, beige, blanc, parfois jaune clair, anguleux à Sub anguleux, avec des traces des Argiles, rouge brique, moyennement friables.
1438 m	1455 m	Grés, beige, parfois rougeâtre, moyennement dure.

Tableau 3-1 : coupe lithologique

3.8. Fiche Technique :

REPUBLICQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE MINISTERE DESRESSOURCES EN EAU REALISATION D'UN FORAGE ALBIEN DE 1455 ML DE PROFONDEUR - Commune AIN El Beida -			Coordonnées Géographiques: X : 05° 24' 35" E Y : 31° 56' 47" N Z : 139 m	Date début de forage : 01/03/2015 Date fin de sondage : 08/09/2015 Profondeur finale : 1455 m Entrepreneur : SNC TASSILI Appareil de forage : ZJ40T 255T	
Côte (m)	Etage	coupe	Lithologie	Complétion	Observations
33	Eocène		Grès, présenté par des grains moyens à fins, parfois grossiers, moyennement dure		1- Forage - De 0 à 30 m en 36" et pose d'un tube guide de 30" cimenté au jour - De 30 à 300 m en 26" - De 300 à 1140m en 17" ^{1/2} - De 1140 à 1450m en 12" ^{1/4} 2- Colonnes techniques - De 0 à 300m: Tubes pleins API 18" ^{1/2} K 55-87,5 lb/ft cimenté jusqu'en surface. - De 0 à 1140m: Tubes pleins API 13" ^{3/8} N80 lb/ft 68 cimenté au jour. 3- Colonne de production : 9"^{5/8} - De 0 à 1095,26m Tubes pleins API 9" ^{5/8} K 55-85,5 lb/ft cimenté au jour 4- Colonne de captage : 8"^{5/8} - De 1455 à 1446m: Tube de decantation et sabot - De 1446 à 1347m : Crépines Johnson slot 20 renforcé - De 1347 à 1338m : Tubes pleins - De 1338 à 1248m : Crépines - De 1248 à 1239m : Tubes pleins - De 1239 à 1185m : Crépines - De 1185 à 1176m : Tubes pleins - De 1176 à 1167m : Crépines - De 1167 à 1122m : Tubes pleins - De 1122 à 1118m : Packer - De 1118 à 1117m : Reduction - De 1117 à 1116m : Packer 5- Dégorgement et Développement du puits 6- Essais de débit P = 14,60 bar Q = 164 l/s T = 0,81 10 ⁻² m ³ /s t = 50,6 °C
320			Intercalation entre les Calcaires et les Marnes de couleur grise blanchâtre		
420			Marne, grise, moyennement dure, avec une présence des anhydrites, des calcaires, et des traces d'Argiles.		
560			Sels, parfois fibreux avec des passées d'anhydrite et des argiles.		
651	Sénonien inférieur		Grès, beige, blanc, sombre, dure à très dure, avec présence des Argiles grises		
710			Sels, parfois fibreux avec des passées d'anhydrite et des argiles.		
715	Sénonien supérieur		Grès, beige, blanc, sombre, dure à très dure, avec présence des Argiles grises		
750			Sels, parfois fibreux avec des passées d'anhydrite et des argiles.		
870	Turonien		Calcaire, gris clair, parfois beige, marneux		
930			Argiles, grise, avec une présence de Calcaire et des traces de Marne.		
946	Cénomanien		Argiles, grise, avec une présence de Calcaire et des traces de Marne.		
1041			Alternance entre les Argiles plastique vertes et des Marnes des couleur grise à grise foncé		
1010			Argiles, marron, rouge brique, avec une présence de Marne verdâtre, friable et des traces de Calcaires.		
1150			Grès, marron, avec ciment argileuse		
1178	Albien		Marne, grise, parfois verdâtre, avec des traces de Grès moyennement dur à très dure.		
1210			Marnes, gréseuses, de couleur gris, avec une présence des Grès beige, marron Sub-anguleux, moyennement dur à très dure.		
1438			Grès, beige, parfois blanc, avec une présence des Argiles, rouge brique, et des traces de Marnes verdâtre.		
1455			Grès, beige, parfois rougeâtre, moyennement dure.		

Tableau 3-2 : Fiche Technique

3.9. Equipement du forage Casing 9“5/8& captage 8“5/8 :

3.9.1 Equipement :

L'unité de diagraphie est de marque Gi vista composée de :

- Treuil de 2000m avec tete de câble
- sonde Gamma Ray
- sonde pour les Résistivités et la polarisation spontanée
- sonde dia mètreur
- sonde CBL/VDL

3.9.2 Opérations électriques :

Les diagraphies suivantes ont été enregistrées Gamma Ray, Résistivités et polarisation spontanée de 1140 à 1455m

La radioactivité naturelle ou rayonnement gamma indiqué sur le diagramme par NGM. D'une façon générale les marnes et les argiles sont plus radioactives que les sables aquifères.

Le potentiel spontané indiqué sur le diagramme par SP et mesure la différence de potentiel en MV variable selon les terrains traversés par la sonde. En général il est interprété selon une ligne dite des argiles.

La résistivité mesurée en Ohm m est enregistrée simultanément en trois diagrammes indiqués par :

- 64“ : appelé la grande normale
- 16“ : appelé la petite normale

L'analyse des diagraphies est cutines a permis de déterminer la colonne de captage.

Le programme de la colonne da captage & de production est comme suit :

JOINT	LONGUEUR Partielle (m)	LONGUEUR Progressive (m)	PROFONDEUR Installation (m)		DESCRIPTION
			DE	A	
1	9,00	9,00	1455,00	1446,00	Sabot inox 8 ^{n5/8}
11	99,00	108,00	1 446,00	1347,00	Crépine Johnson inox 8 ^{n5/8} slot 20 renforcée
1	9,00	117,00	1 347,00	1338,00	Tube plein inox 8 ^{n5/8}
10	90,00	207,00	1 338,00	1248,00	Crépine Johnson inox 8 ^{n5/8} slot 20 renforcée
1	9,00	216,00	1 248,00	1239,00	Tube plein inox 8 ^{n5/8}
6	54,00	270,00	1 239,00	1185,00	Crépine Johnson inox 8 ^{n5/8} slot 20 renforcée
1	9,00	279,00	1 185,00	1176,00	Tube plein inox 8 ^{n5/8}
1	9,00	288,00	1 176,00	1167,00	Crépine Johnson inox 8 ^{n5/8} slot 20 renforcée
5	45,00	333,00	1 167,00	1122,00	Tube plein inox 8 ^{n5/8}
1	9,00	342,00	1 122,00	1118,00	Packer layner
X	1,40	343,40	1118,00	1117,00	Reduction
XX	0,20	343,60	1117,00	1116,00	Packer

Tableau 3-3 : Le Programme De La Colonne Da Captage

3.10. Cimentation :

Cette opération consiste à remplir par un mélange à base de ciment tous ou une partie de la hauteur de l'espace annulaire entre un tubage et les parois du trou foré.

Le but à atteindre est de rendre étanche cette espace annulaire et d'empêcher la pollution par les eaux de surface des nappes aquifères mise en production.

-Elle est réalisée par injection sous pression par les bas, durant l'exécution du forage.

3.10.1 Volume du laitier de ciment :

$$V_L = (V_T - V_E) \cdot H \cdot K + V_S$$

V_L = volume de laitier

V_T = volume du trou et volume intérieur de l'avant dernier tubage

H = Hauteur d'espace annulaire à cimenter

V_S = Volume de sécurité = volume intérieur tubes entre sabot et anneau

K = coefficient variant de 1,05 à 1,30 et plus pour majorer le volume de l'espace annulaire.

3.10.2 Cimentation Casing 18" 5/8

Malaxage et injection d'un volume de 47 tonnes du laitier de ciment (ciment HTS de classe G) à une densité de 1.85 -1.90 de 0 à 300 m

3.10.3 Cimentation Casing 13" 3/8

Malaxage et injection d'un volume de 92 tonnes du laitier de ciment (ciment HTS de classe G) à une densité de 1.85-1.90 de 0 à 1140 m

3.10.4 Cimentation Casing 9" 5/8

Malaxage et injection d'un volume de 40 tonnes du laitier de ciment (ciment HTS de classe G) à une densité de 1.85-1.90 de 0 à 1095.26 m.

3.11. Déroulement des travaux :**3.11.1 Déroulements Chronologiques Des Travaux :**

Du	Au	Description
01/03/2015	05/03/2015	Forage en Ø 36" jusqu'à 30m
	06/03/2015	Exécution d'un tube guide Ø 30" de 0 à 30m et cimentation de toute la colonne
07/03/2015	09/03/2015	Attente prise de ciment
10/03/2015	19/03/2015	Forage en Ø 17 ^{n1/2} jusqu'à 300m
20/03/2015	23/03/2015	Elargissage en Ø 26" jusqu'à 300m
24/03/2015	27/03/2015	Alésage en Ø 26" jusqu'à 300m
	28/03/2015	Descente tubage 18 ^{n5/8} de 0 à 300m
	29/03/2015	Cimentation de la colonne casing Ø 18 ^{n5/8}
30/03/2015	01/04/2015	Attente prise de ciment
07/06/2015	14/06/2015	Reconnaissance en Ø 12 ^{n1/4} de la côte 300 à 1175m
	15/06/2015	Enregistrement des Diagraphies Electriques
16/06/2015	30/06/2015	Elargissage en Ø 17 ^{n1/2} de 300 à 1140m
01/07/2015	07/07/2015	Alésage en Ø 17 ^{n1/2} de 300 à 1140m
	08/07/2015	Opération Diagraphie Caliper
	09/07/2015	Descente colonne de production Ø 13 ^{n3/8} de 0 à 1140m
10/07/2015	13/07/2015	Attente prise de ciment
14/07/2015	09/08/2015	Forage en Ø 12 ^{n1/4} de 1140 à 1455m
10/08/2015	12/08/2015	Alésage en Ø 12 ^{n1/4} de 1140 à 1450m
	13/08/2015	Enregistrement des Diagraphies Electriques
16/08/2015	17/08/2015	Descente colonne mixte composé de tube plein API Ø

		9 ^{n5/8} et colonne de captage en Ø 8 ^{n5/8} avec équipement auxiliaires
	18/08/2015	Cimentation casing casing 13 ^{n3/8} x 9 ^{n5/8}
19/08/2015	23/08/2015	Attente prise de ciment
	24/08/2015	Opération Diagraphie CBL, VDL
	25/08/2015	Dégorgement du puits
26/08/2015	02/09/2015	Développement du puits
03/09/2015	08/09/2015	Essai de débit
09/09/2015	15/09/2015	Démontage atelier de forage
	16/09/2015	Réception provisoire

Tableau 3-4 : Déroulements Chronologiques Des Travaux

Du	Au	Description
01/04/2015	07/06/2015	Arrêt des travaux
10/03/2015	14/03/2015	Terrain dur
20/06/2015	24/06/2015	Terrain dur
14/07/2015	21/07/2015	Terrain dur

Tableau 3-5 : Travaux Dans Les Conditions Anormales

3.12. Essais De Débit :

3.12.1 Essai par Paliers :

Un essai à blanc trois (03) palier enchaines de huit (08) heures suivies à la fin d'une observation de remontée de douze (12) heures. Les résultats obtenus sont résumés sur le tableau n°1.

Les mesures effectuées se trouvent sur les fiches de pompage de l'essai de débit par paliers.

- D'après ces mesures nous avons tracé les courbes suivantes :
- Courbe du rabattement en fonction du temps
- Diagramme pour la détermination des coefficients B et C de l'équation de jacob
- Courbe caractéristique du forage : $s=BQ+CQ^2$
- Perte de charge linéaire : $B=0.11\text{m/l/s}$
- Perte de charge quadratique : $C=0.0021 \cdot 10^{-2} \text{ ms}^2/\text{l}^2$

Observations	Débit Q		P - Pression Tête forage	Niveau eau sur p.d.r.	Rabattement s	Rabattement Spécifique s/Q	Temperature eau a la sortie
	l/s	m ³ /h	bar	m (H ₂ O)	m (H ₂ O)	m/m ³ /h	°C
Statique	---	---	11,70	119,42	0,00	---	---
1° Palier - 480 mn	30,81	110,91	9,70	99,01	-69,41	-0,626	53,0
2° Palier - 480 mn	61,91	222,87	6,00	61,24	-31,64	-0,142	53,0
3° Palier - 480 mn	88,89	320,00	2,90	29,60	0,00	0,000	53,0

Tableau 3-6 : Essai par palier

3.13. Analyse Chimique :

Avant la fin de l'essai, un échantillon d'eau a été prélevé pour analyse Physico-chimique. L'analyse chimique de l'eau a été effectuée au l'oratoire chimique des eau & sols de l'agence National des ressources Hydrique Direction Régionale sud de Ouargla en date du 17/09/2015.

3.13.1 Résultats obtenus :

Eléments	Teneurs
Ca ⁺⁺	146,3
Mg ⁺⁺	98,6
Na ⁺	255
K ⁺	30,5
Cl ⁻	403
SO ₄ ⁻	600
HCO ₃ ⁻	222,65
CO ₃ ⁻	00
NO ₃ ⁻	01

Tableau 3-7 : Résultats obtenus

3.14. Classification de l'eau :

L'eau du forage Ain El Beida est classée comme suit :

Schoeller Berkalooff : sulfatée sodique

Piper : chlorurée et sulfatée Calcique et Magnésienne

3.15. Comparaison de l'eau aux normes :

IONS	NORMES ALGERIENNE (mg/l)	NORMES O.M.S (mg/l)	ALBIEN AIN EL BEIDA (mg/l)
Ca ⁺⁺	200	200	146,3
Mg ⁺⁺	150	150	98,6
Na ⁺	200	-	255
K ⁺	20	-	30,5
Cl ⁻	500	600	403
SO ₄ ⁻	400	400	600
HCO ₃ ⁻	-	-	222,65
CO ₃ ⁻	-	-	00
NO ₃ ⁻	-	-	01

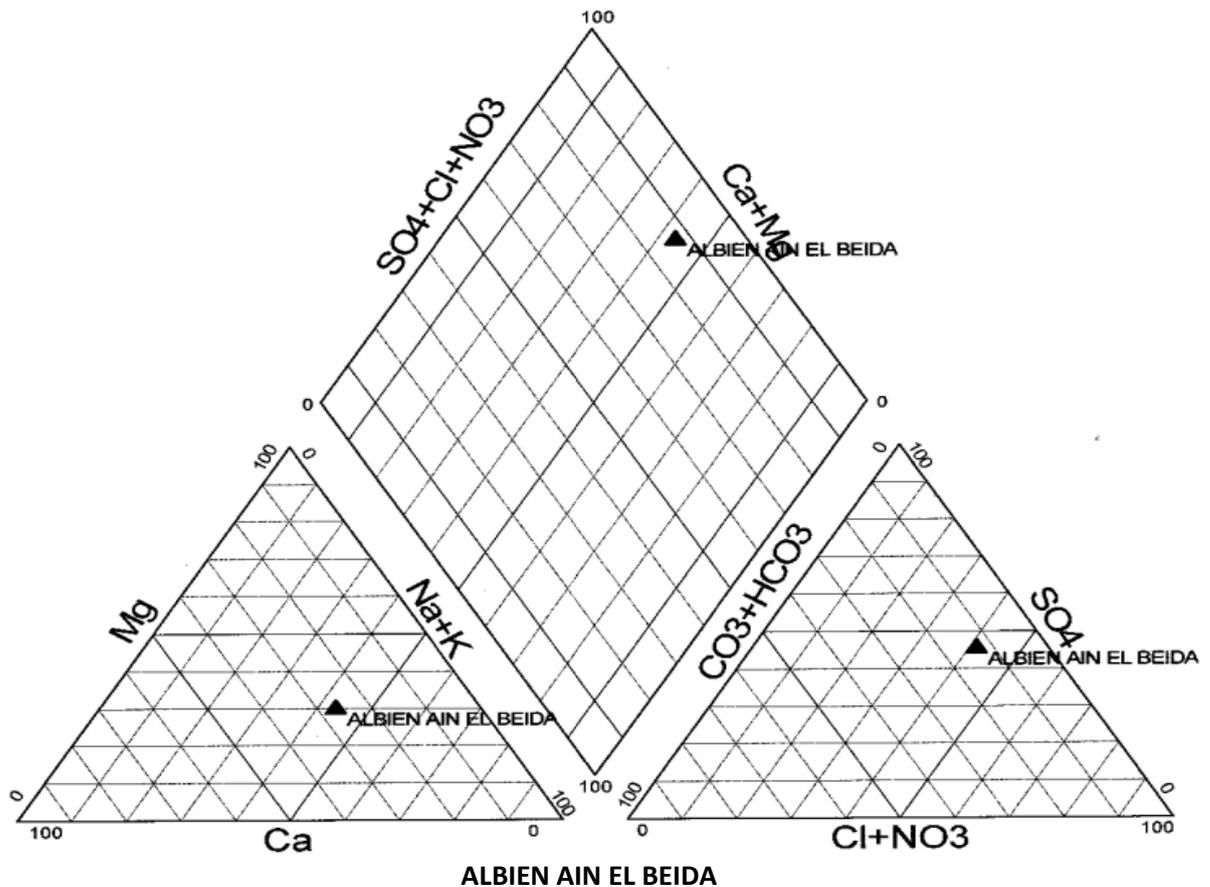


Figure 3-2 : Diagramme de Piper

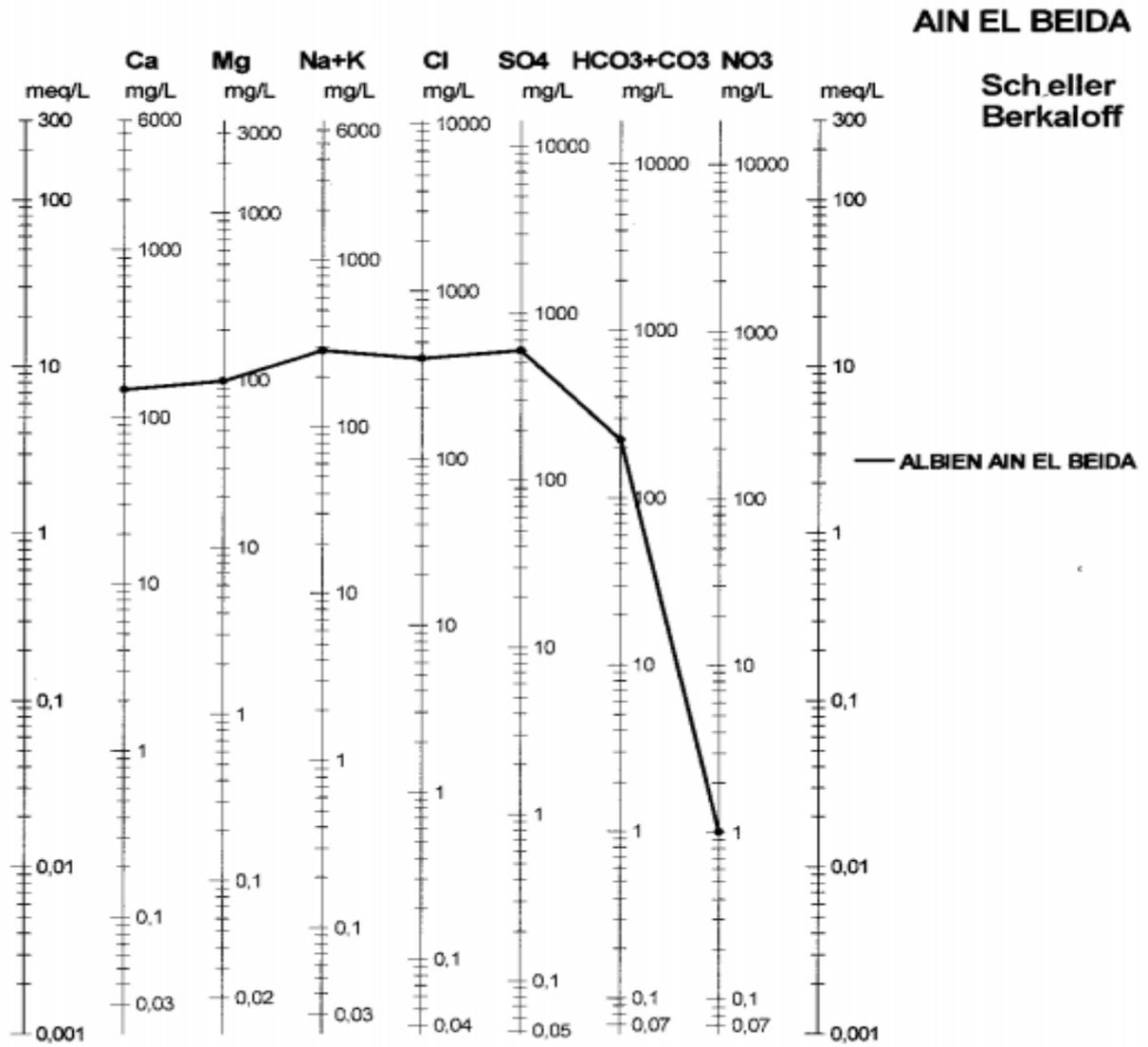


Figure 3-3 : Scheler berkaloﬀ



CONCLUSION GÉNÉRALE



CONCLUSION GÉNÉRALE

L'avant-mémoire détaillé concerne les projections des propositions retenues au cours de la phase précédente ainsi que les détails du programme prioritaire.

Ce rapport relate les différentes interventions échelonnées selon les horizons de l'étude. L'adoption de ces interventions améliorera progressivement l'état de l'alimentation en eau potable de la ville nouvelle Ain Beida et la zone d'activité.

C'est à partir de ces informations que peuvent être présentées les fiches techniques relatives aux programmes arrêtés, ainsi que l'estimation financière par horizon.

Références bibliographiques

- [1] : J.P.Bernhard. <<Cours de forage tomeI édition -historique et principe du Forage-standard.A.P.I.>> 1955.
- [2] : J.P.Bernhard <<Tour et mâts de forage rotary tomeI>>.1955. I.F.P.544.Rotary.
- [3] : Jean-paulnguyen. <<Techniques d'exploitation le forage>> .1993.
- [4] : Pratique du forage d'eau - R. LAUGA - Edition Sésame (1990).
- [5] : Formulaire du foreur - Edition Technip (1978).
- [6] : Le forage d'eau - A. MABILLOT - Edition Johnson filtration System (1988).