



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

Université d'Oran 2

.....

Faculté des Sciences de la Terre et de l'Univers
Département des Sciences de la Terre

Mémoire

Présenté pour l'obtention du diplôme de master en sciences de la terre

Option : Hydrogéologie

Spécialité : Eaux souterraines et environnement

Thème :

**Contribution à l'étude hydrogéologique de la région d'El Abiodh Sidi
Cheikh – Arbaouate. Wilaya d'El Bayadh (Atlas saharienne
occidentale)**

Présenté par : BELFEDAL FATIHA et RAIK ZANA KHANSA

Soutenuent le 27 juin 2018, devant le jury composé de :

- M^r.Safa.A. président
- M^r. Mansour.H. Rapporteur
- M^m.Ablaoui.H Examinatrice

Remerciement

Au terme de ce travail nous tenons à remercier :

En premier lieu le dieu miséricordieux qui nous à donner la force d'achever ce travail.

Un grand merci à notre encadreur Monsieur Foukrache .M. pour le temps qu'il nous accordé.

Nous tenons à présenter notre vif remerciement à tous les membres de jury qui nous ont fait l'honneur d'examiner ce travail.

Nous sincères remerciements vont également à tous les enseignants de notre faculté.

Finalement, nous remercions nos chers parents, familles et amis pour leur soutien inconditionnel.

DEDICACE

Je dédie ce modeste travail :

*A Mes Parents qui m'ont donné toute l'affection et
l'amour durant toute ma vie.*

À mes frères, et mes sœurs

À toute la famille, BELFEDAL

À ma Binôme

À mes amis

Et tous mes amis, chacun par son nom

Et Tous ceux qui ont partagé ma joie, ma peine

Et Toutes les promos 2018

*Ainsi que les personnes qui ont contribué de près ou
de loin qu'ils trouvent ici le témoignage de ma
gratitude.*

Merci à tous.

BELFEDAL FATIHA

DEDICACE

Je dédie ce modeste travail :

*A Mes Parents qui m'ont donné toute l'affection et
l'amour durant toute ma vie.*

*À mes frères (Mohamed-Samir-Hakim-hamza-
Younes) et ma sœur Fatima Zahra*

À toute la famille, Raik

À ma Binôme

À mes amis

Et tous mes amis, chacun par son nom

Et Tous ceux qui ont partagé ma joie, ma peine

Et Toutes les promos 2018

*Ainsi que les personnes qui ont contribué de près ou
de loin qu'ils trouvent ici le témoignage de ma
gratitude.*

Merci à tous.

Raik zana khansa

Liste des acronymes et abréviations

ACP : Analyse en Composantes Principales.

ANRH : Agence Nationale des Ressources Hydrauliques.

C.E.F : communauté économique européenne

Con. : Conductivité

C.G.G : anciennement compagnie générale de géophysique

D : dure

Dés : désertique

DHT : degré hydrométrique total

HA : hyperaride

O.M.S : organisation mondiale de la santé

pH : potentiel hydrogène

N.A : norme algérienne

RS : régime sec

RTS : régime très sec

SAR : rapport d'adsorption du sodium

Stp : steppique

Td : très dure

TH : titre hydrométrique

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE

CHAPITRE1 : CONSIDERATIONS GENERAL

INTRODUCTION

I- LOCALISATION DU SECTEUR D'ETUDE

1- cadre géographique générale.....2

2- cadre géographique locale.....3

II- CONTEXTE GEOLOGIQUE.....6

II-1-historiques des recherches.....6

II-2- Le cadre géologique du secteur d'étude.....6

II-2-1-géologie du synclinal d'El Abiodh sidi cheikh.....6

II-2-2-Le synclinal d'El khelwa Arbaouet.....14

CONCLUSION

CHAPITRE 2 : HYDROCLIMATOLOGIE ET HYDROGEOLOGIE

INTRODUCTION

I-APERÇU MORPHO METRIQUE.....20

II- HYDRO-CLIMATOLOGIE.....24

1- étude des précipitations.....24

2-étude des températures.....27

3-indice de continentalité de Kerner.....28

4-étude du climat.....29

5-les indices climatiques.....31

III- CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE.....33

▪ Les aquifères du synclinal d'El Kheluoar-Arbaouet.....33

▪ Les aquifère de synclinal El Abiodh sidi cheikh.....35

IV- CONSEQUENCE HYDROGEOLOGIQUE DE LA LITHOLOGIE ET DE LA STRUCTURE :.....39

▪ Des formations imperméables.....39

▪ Formations à perméabilité d'interstices.....40

▪ Formation à perméabilité de fissures.....40

▪ Formation à double perméabilité d'interstices et de fissures.....41

▪ La fissuration des grés.....41

CONCLUSION

CHAPITRE 3 : ETUDE HYDRO CHIMIQUE

INTRODUCTION

| | |
|--|----|
| I- CONTROLE DES ANALYSES PAR LA BALANCE IONIQUE..... | 46 |
|--|----|

| | |
|--|----|
| II- INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS DES ANALYSES..... | 47 |
|--|----|

| | |
|-----------------------------|----|
| ▪ paramètres physiques..... | 47 |
|-----------------------------|----|

| | |
|---------------------------------|----|
| ▪ Les paramètres chimiques..... | 49 |
|---------------------------------|----|

| | |
|---|--|
| III-CLASSIFICATION DES EAUX DE LA REGION D'EL ABIODH SIDI CHEIKH. | |
|---|--|

| | |
|---|----|
| ▪ Représentation graphiques des analyses d'eau..... | 50 |
|---|----|

| | |
|---------------------------------------|----|
| ▪ Digramme de Shoeller Berkaloff..... | 52 |
|---------------------------------------|----|

| | |
|---------------------------|----|
| ▪ Diagramme de Piper..... | 53 |
|---------------------------|----|

| | |
|-----------------------------------|----|
| IV-QUALITE CHIMIQUE DES EAUX..... | 54 |
|-----------------------------------|----|

| | |
|----------------------------|----|
| ▪ Norme de potabilité..... | 54 |
|----------------------------|----|

| | |
|------------------|----|
| ▪ La dureté..... | 56 |
|------------------|----|

| | |
|--------------------------------|----|
| ▪ Aptitude à l'irrigation..... | 56 |
|--------------------------------|----|

| | |
|---|----|
| ▪ Classification des eaux d'irrigation..... | 59 |
|---|----|

CONCLUSION

CONCLUSION GENERALE

| | |
|--------------------------------|----|
| REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE..... | 62 |
|--------------------------------|----|

| | |
|------------------------|----|
| LISTE DES FIGURES..... | 63 |
|------------------------|----|

| | |
|-------------------------|----|
| LISTE DES TABLEAUX..... | 65 |
|-------------------------|----|

INTRODUCTION GENERALE :

Le développement des ressources en eaux est l'un des problèmes les plus cruciaux à résoudre en zone aride et désertique. Ces zones qui recèlent, parfois d'immenses réservoirs, sont constituées d'une série d'aquifères d'âge et de nature lithologique différentes.

Le but de ce travail consiste à effectuer une contribution à l'étude hydrogéologique et hydrochimique des nappes de la région d'El Abiodh Sidi Cheikh qui permettra d'une part, d'identifier les principaux aquifères constituent les réserves en eau souterrain et d'autre part, d'étudier la qualité chimique des eaux de la région.

La méthode adaptée dans ce genre d'étude fait appel, aux études classiques à savoir :

- Une étude géologique qui va nous permettra de connaître les principales unités géologiques.
- Une étude climatique permettre de déterminer le type du climat régnant dans la zone
- Une étude hydrogéologique qui va nous permettra de déterminer les différentes formations dans la région.
- Une étude hydro chimique pour préciser les faciès chimiques des eaux en relation avec le contexte lithologique varié de la région et aussi, pour apprécier la qualité physico-chimique des eaux en rapport avec les normes algériennes (potabilité et irrigation).

Chapitre n 01 : considération générale.

CHAPITRE1 : considération générale

INTRODUCTION :

La région d'El Abiodh Sidi Cheikh est situer à l'extrémité Méridio-oriental des Monts des Ksour, et correspond à deux synclinaux : le synclinal d'El Abiodh Sidi Cheikh et le synclinale El Kheluo-Arbaouet chaque synclinal se caractérise par des formations géologiques.

I-Localisation du secteur d'étude :

1- Le Cadre géographique générale (fig. 01) :

L'Algérie du Nord est constituer de trois grands domaines géographiques, depuis la méditerranée : Le Tell ou l'Atlas tellien occupe la partie la plus septentrionale. Au Sud de celui-ci : les Hautes Plaines et les Haut Plateaux. Au Sud de ce domaine s'étale l'Atlas saharien qui limite le Sahara dans sa partie Nord.

L'Atlas Saharien situé à 450 Km au Sud d'Oran correspond à une chaine montagneuse allongée d'une longueur de 1000 Km orientée Sud Ouest-Nord Est.

Il est subdivisé d'après Ritter (1902) en trois (03) faisceaux atlasiques qui sont d'Est à l'Ouest:

- *La zone occidentale est occupée par les Monts des Ksour
- *La zone centrale dominée par le djebel Amour
- *La zone orientale formée par les Monts des Ouled Naïl.

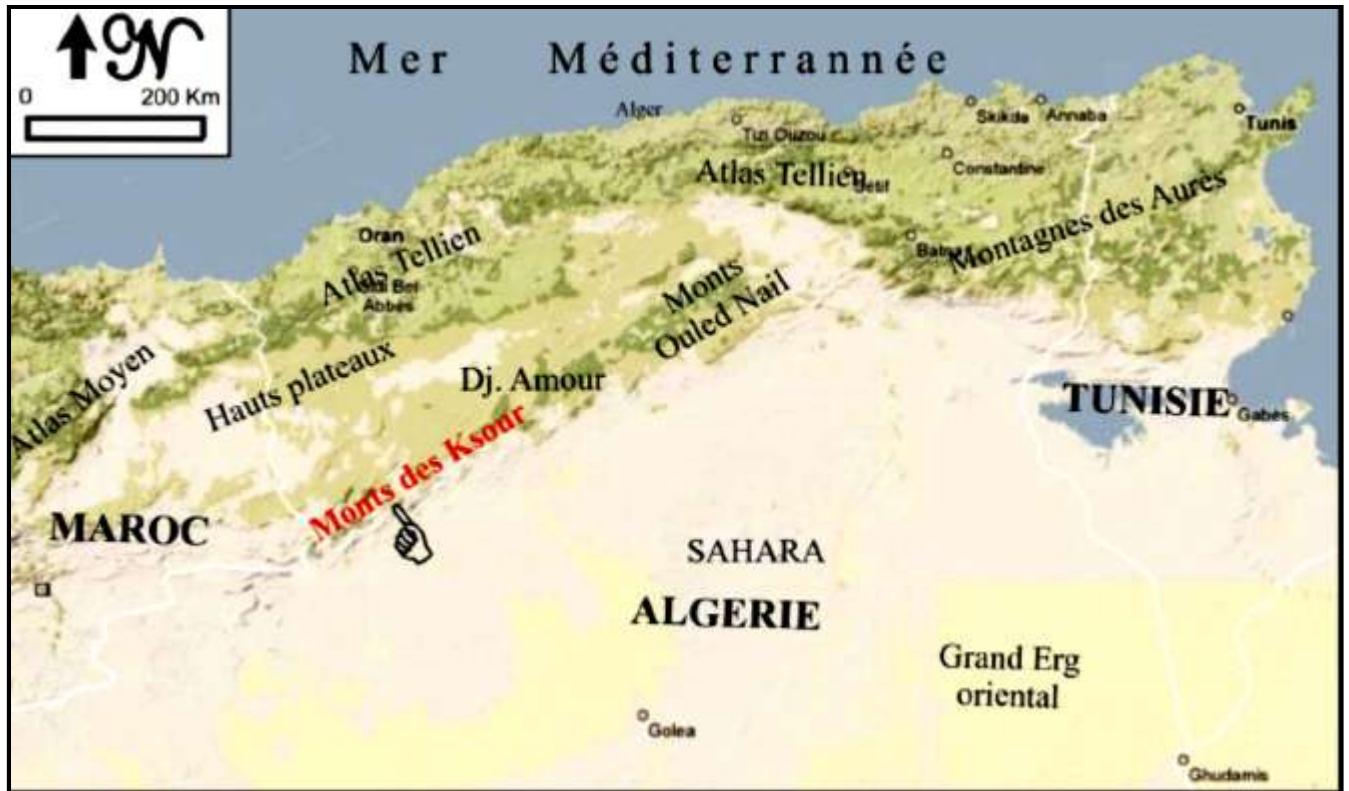


Fig. 01 : situation géographique des Monts des Ksour, dans l'Atlas saharien Occidentale in (Filai, mémoire de master)

2- Cadre géographique locale (fig.02 et fig.03) :

Le secteur d'étude appartient à la Wilaya d'El-Bayadh, Daïra d'El Abiodh Sidi Cheikh, il est distant de 120 Km au SSW du siège de la Wilaya qui est distant à son tour de 390 Km au SSE de la Wilaya d'Oran.

La région d'El Abiodh Sidi Cheikh faisant partie du domaine de l'Atlas Saharien. Elle se situe à l'extrémité Méridio-orientale des Monts des Ksour, elle est limitée :

- Au Nord par Djebel Chergui et Djebel Gharbi et Djebel Oustani et Nord Ouest par les formations montagneuses de Djebel Bou-Noukta (1738 m), Djbel Arada(1386 m), Djebel Es-Somm(1429 m) et Djbel Tameda (1989 m). Cet ensemble se développe d'Est en Ouest sur près de 90 Km.
- A l'Ouest par Djebel Mdaouer (1275 m) et Djebel Messitir.

- Au Sud -Sud- Ouest par Chebket Brézina.
- Au Sud et au Sud-Est par le plateau Hamadien de Guara El Hamra.
- A l'Est par Djebel Kherouiet et Djebel Harich (1002 m).

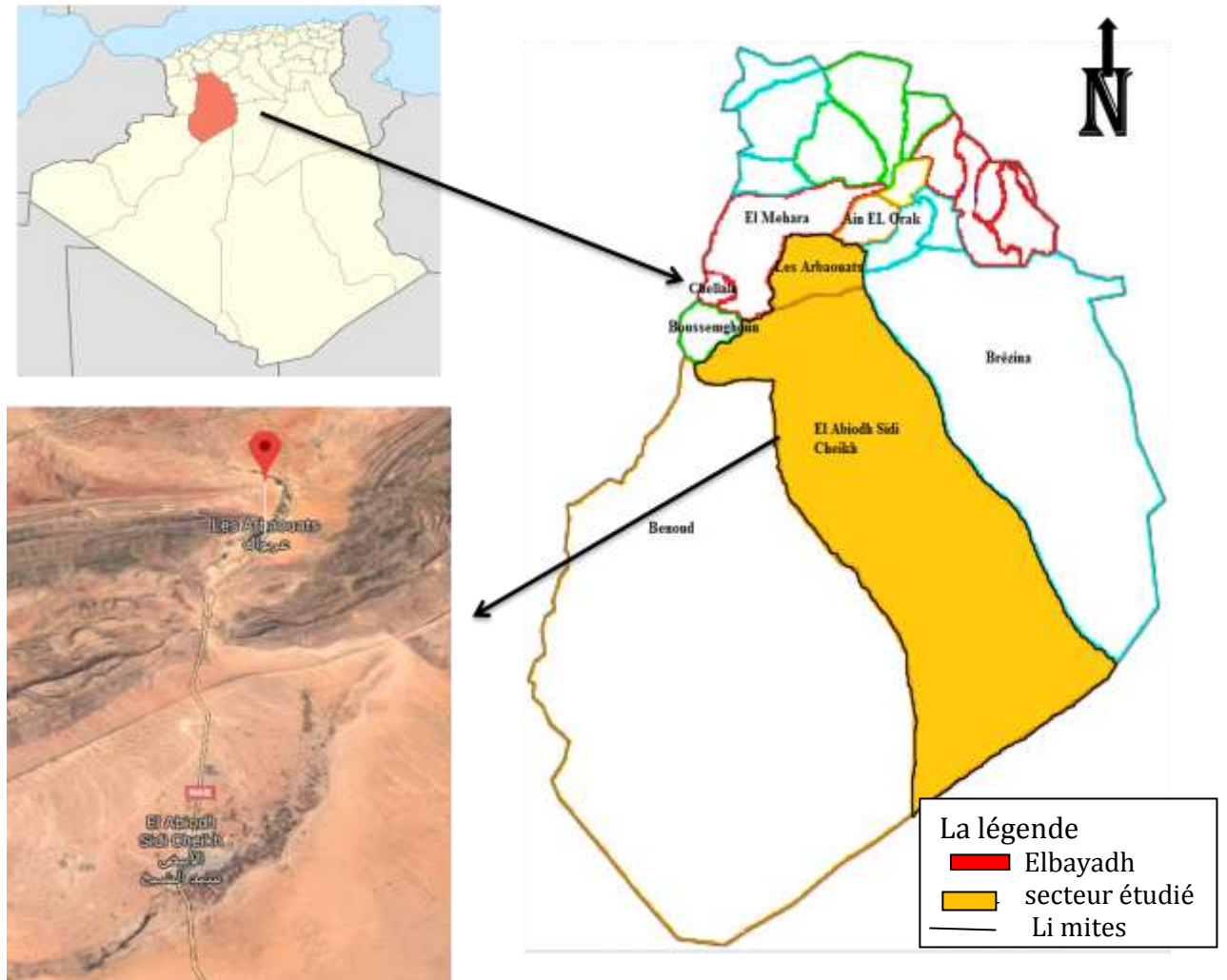


Fig.2 : situation géographique du secteur d'étude (Source : La cartothèque de l'Aménagement)

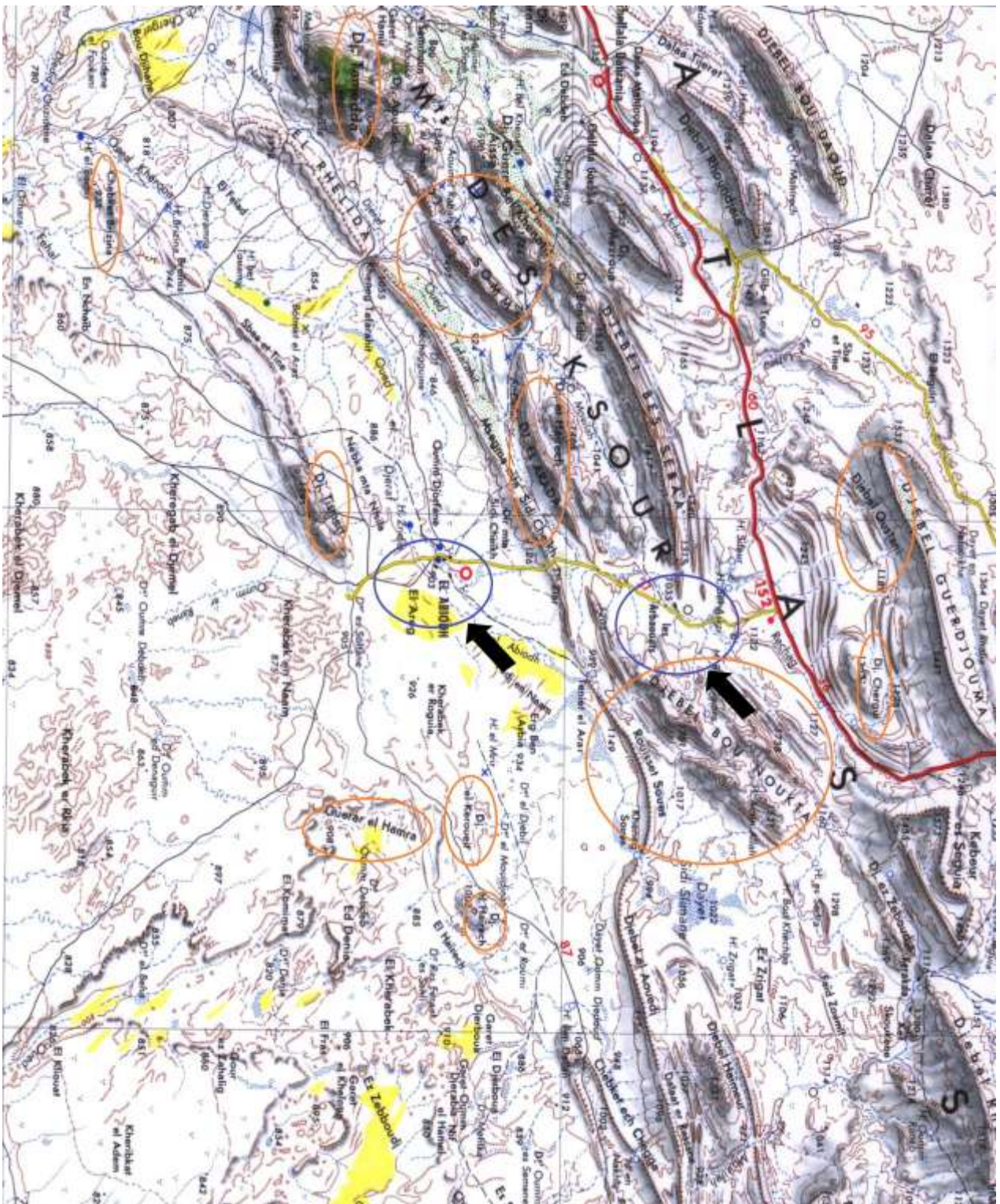


Fig.3 carte topographique de secteur d'étude (1 / 500. 000. (Source: la cartothèque de département d'Aménagement)

II- CONTEXTE GEOLOGIQUE DE LA REGION D'ETUDE (géologie) :

II-1- Historique des recherches :

-En 1911 G.B.N Flamand a présenté une Thèse sur la stratigraphie de l'Atlas saharien occidental et les Hautes Plaines oranaises.

- A cornet (1952) dans ces travaux a décrit globalement les formations allant du Jurassique supérieur au Quaternaire dans la région d'EL Abiodh Sidi Cheikh où il a daté à Tismert les formations du Crétacé supérieur.

- P.GALMIER (1972) dans le cadre d'une analyse photo géologique au 1/200.000 de l'ensemble des monts des ksour (avec 9 coupures au 1/100.000) dont la partie orientale a touché le synclinal d'EL Abiodh sidi Cheikh.

- la Strojexport (1972) dans le cadre d'une étude géophysique par profils de sondage électrique au niveau du synclinal d'EL Abiodh sidi cheikh.

-J.P Bassoullet (1973) dans une Thèse de Doctorat d'Etat a établi la stratigraphie détaillée des terrains jurassiques et crétacés ainsi qu'une étude sédimentologique et géodynamique de cette région.

-la Compagnie Générale de Géophysique (1974) a fait une prospection géophysique qui couvrant une superficie plus importante avec des profils de sondage électriques.

- M.Douihassi (1976) dans le cadre d'une Thèse de 3ème cycle l'auteur a présente une étude géologique (stratigraphie et tectonique) de la terminaison orientale des Monts des ksour.

- M.Mahboubi (1983) dans le cadre d'une Thèse de 3eme cycle en établissant la géologie et paléontologie des formations crétacées et tertiaires de la bordure méridionale du Djebel Amour.

II-2- Le cadre géologique du secteur d'étude :

Le secteur d'étude correspond à deux synclinaux : le synclinal d'El Abiodh Sidi Cheikh et le synclinal El Kheloua-Arbaouet.

II-2-1-Géologie du synclinal d'El Abiodh sidi cheikh (fig.04) et (fig.05) :

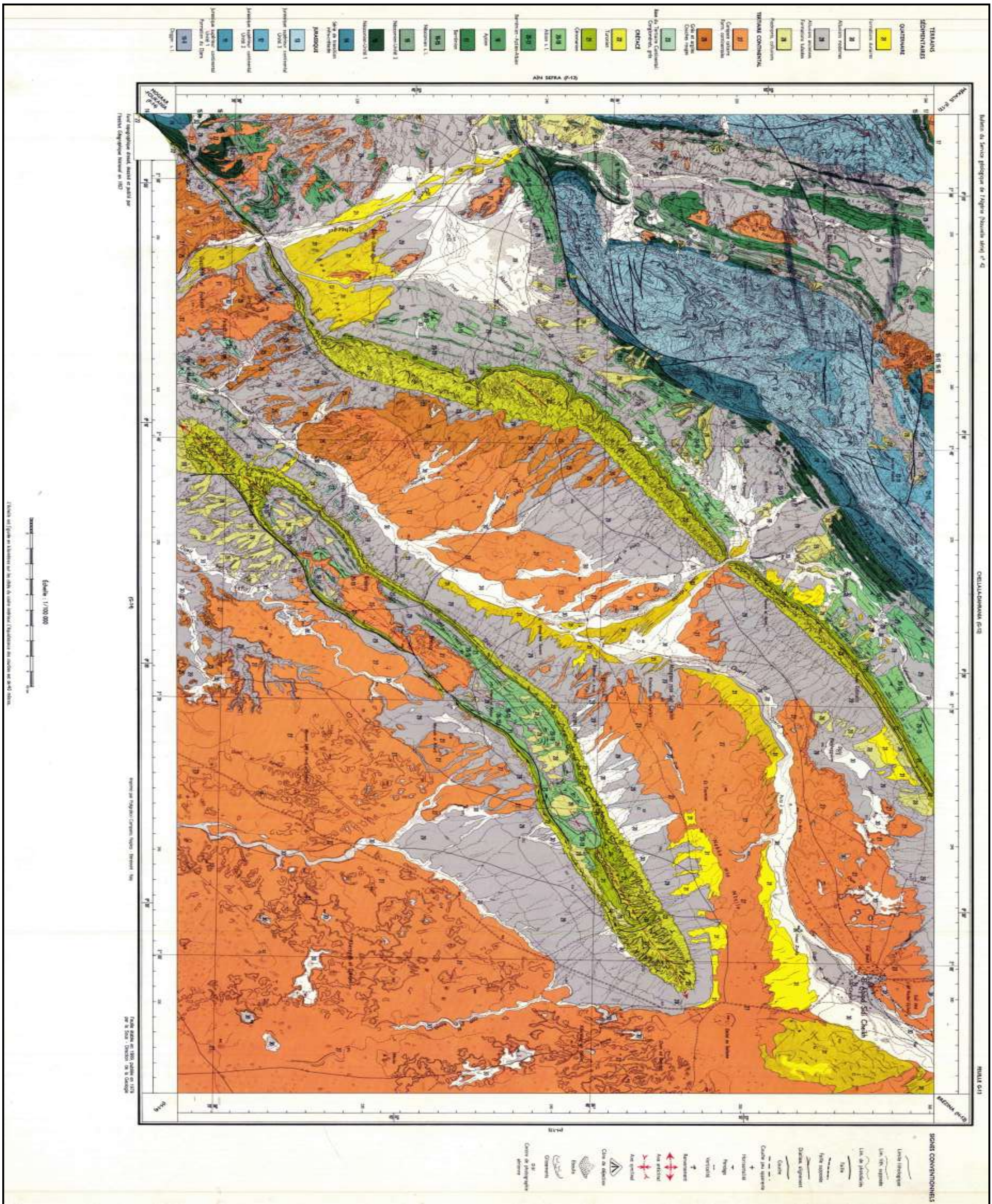


Fig.04 : Carte géologique d’El Abiodh Sidi Cheikh (échelle 1/100 000)



Fig.05 carte De réseau hydrographique du secteur d'étude

Il couvre la totalité de la feuille au 1/100.000 d'El Abiodh sidi cheikh il est limité au NW par Djebel rhelida et la mesgma mta sidi cheikh et aux SW par djebel tismert .Au Sud et aux Sud-Est le synclinal s'ouvre sur la plate forme saharienne.

Les terrains affleurants et constituants le sous sol de cette région correspondent à des sédimentations d'âge Crétacé supérieur à Quaternaire.

La chronologie de ces formations est la suivante :

-Le Quaternaire :

Le Quaternaire est constitué d'anciennes terrasses alluviales dont le faciès est représenté par des concrétions calcaires, de poudingues et de galets grossiers à figures de charges entrecroisées témoignant de l'action des eaux d'anciennes crues d'oueds. Dans les lits d'oueds existants, les alluvions récentes de 1 m à 6 m d'épaisseur occupent ces lits. L'épaisseur de cette formation peut aller jusqu'à 20 m dans certains endroits. On trouve un affleurement du Quaternaire dans Oued El Djraf, Oued El Abiodh et Oued Tafrahit.

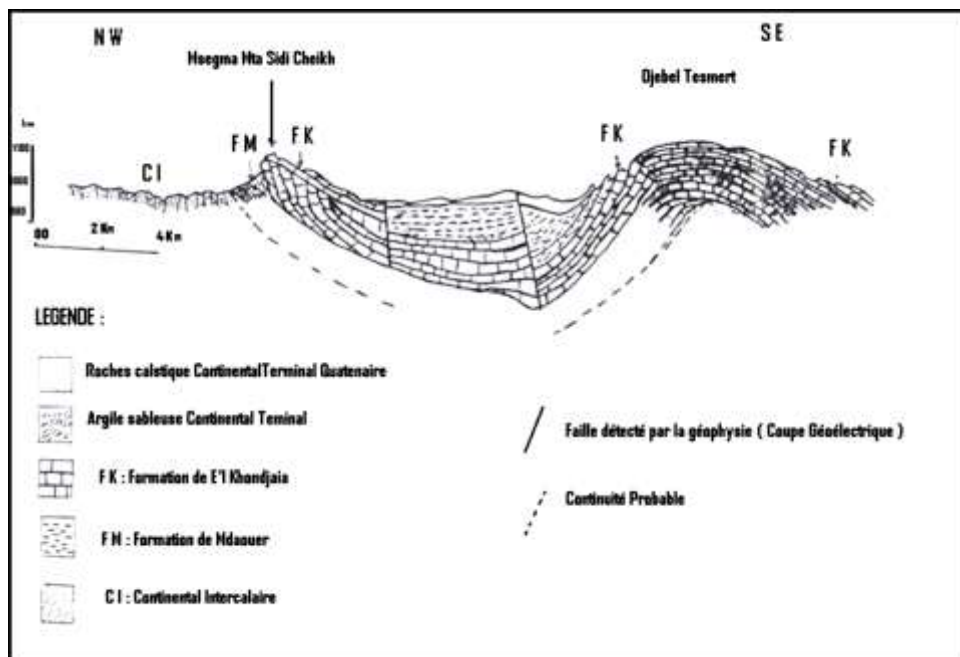


Fig.07 : coupe A structural transversal du synclinal d'El Abiodh Sidi Cheikh in (Kheddoum Okacha mémoire d'ingénieur 1998)

-LE TURONIEN :

Essentiellement constitué de calcaires blancs durs, en dalles métriques, parfois fissurés, il est représenté dans tout l'Atlas Saharien et il est quelques fois séparé par des niveaux argileux centimétriques. On lui attribue des épaisseurs de 150 à 200 m. Les affleurements existants sont :

- ✓ Au Nord, la chaîne du Msegma M'ta Sidi Cheikh.
- ✓ Au Sud, les enclaves anticlinales du djebel Tismert et de chebket Brizina.

- LE CENOMANIEN :

Cet étage représente un épisode de transgression marine. Il est constitué par des formations meubles et plastiques à dominance argileuse. Il s'agit de marnes verdâtres (lie de vin) avec de rares intercalations de gypse en paillette associé à quelques bancs centimétriques calcaire. Sa puissance est de plus de 200 m.

- L'ALBIEN :

C'est un puissant complexe gréseux dépassant les 1500 m d'épaisseur. Ces grés sont disposés en série dans lesquelles, la taille des grés augmente en grés grossiers appelé « grés à

dragées ». Deux particularités illustrent cet Albien : La nature lithologique en forme un terrain très perméable. Son impluvium de grande envergure, dépasse le cadre de cette région.

- APTIEN - BARREMIEN :

La base de l'Albien repose sur un niveau marneux à marno-calcaire de l'Aptien, ce niveau a une épaisseur d'environ 60 m. Cette série suit en concordance le Barrémien gréseux qui constitue un puissant complexe gréseux dur disposé en bancs massifs entre lesquels s'intercalent des niveaux argileux. On remarquera que, l'Albien et le Barrémien représentent un faciès indifférencié.

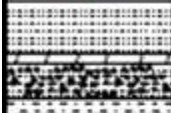
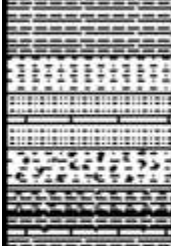


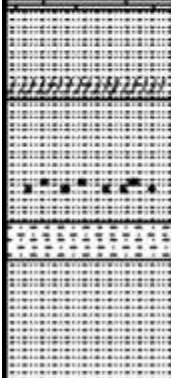
| Colonne lithologique | Épaisseur (m) | Âge | Description lithologique |
|---|---------------|---------------------------------------|---|
|  | 5-20 | Quaternaire | Sable ; limon Sable fin , Calcaire dur dolomitique Conglomérat, galets calcaire a ciment gréseux Sable fin argileux. |
|  | 40-260 | Continental Terminal | Marne bruns Argiles sableux Grès fin a moyen avec intercalations calcaire Sable très fin Fausse brèches calcaire gréseux, cimenté par un grès marneux Mame a quelque passage de gypse Marnes rouge et vert alternant avec des bancs de grès calcaire |
|  | 80-160 | Turonien | Calcaire sublithographique fissurés un peu karstique Calcaire dolomitique par endroit et peu argileux Calcaire a élément de silex |
|  | 200-300 | Cénomaniien | Marnes verdâtres, foncées, grises a quelques intercalations de gypse lamillaires |
|  | 800-1500 | Barremien Aptien Albien | Grès faibles moyens à grossiers a dragées de quartz et stratifications obliques Grès rouge fins a moyens contenant des sphéroïde ou de « Kerboub (galet de 1a2 cm bien roulés » Grès marneux tendres très fin , blancs a verdâtres Grès beuns très fins a fin renferment des bois silicifiés |

Fig.08: log litho stratigraphique du synclinal d'El Abiodh Sidi Cheikh (d'après strojexport 1972)

II-2-2- Le synclinal d'El khelwa Arbaouet (fig. 09) :

La structure synclinale, formée principalement par les terrains d'âge Crétacé montre deux directions, NW-SE dans la partie occidentale, et NE-SW dans la partie orientale. L'axe du synclinal passe au Sud de la butte témoin d'El Kheloua, La terminaison péri synclinale SE est située au niveau d'Ouled Mourad et Hadjeret Bellal. Plus au Nord, une deuxième structure anticlinale Jurassique vient border le synclinal d'El Kheloua-Arbaouet. Il s'agit en effet d'un anticlinal de direction NE-SW qui prend naissance au SW de la ville de Chellala Dahrانيا, passe au niveau du village de Dhierem, continue par djebel Gharbi et djebel Oustani, pour se fermer à djebel Chergui.

- Unites lithostratigraphiques :

Les coupes levées à djebel Gharbi et djebel Chergui permettent une subdivision des assises rencontrées en quatre formations litho stratigraphiques qui correspondent au découpage établi en 1974 par J.P. Bassoulet Fig.08

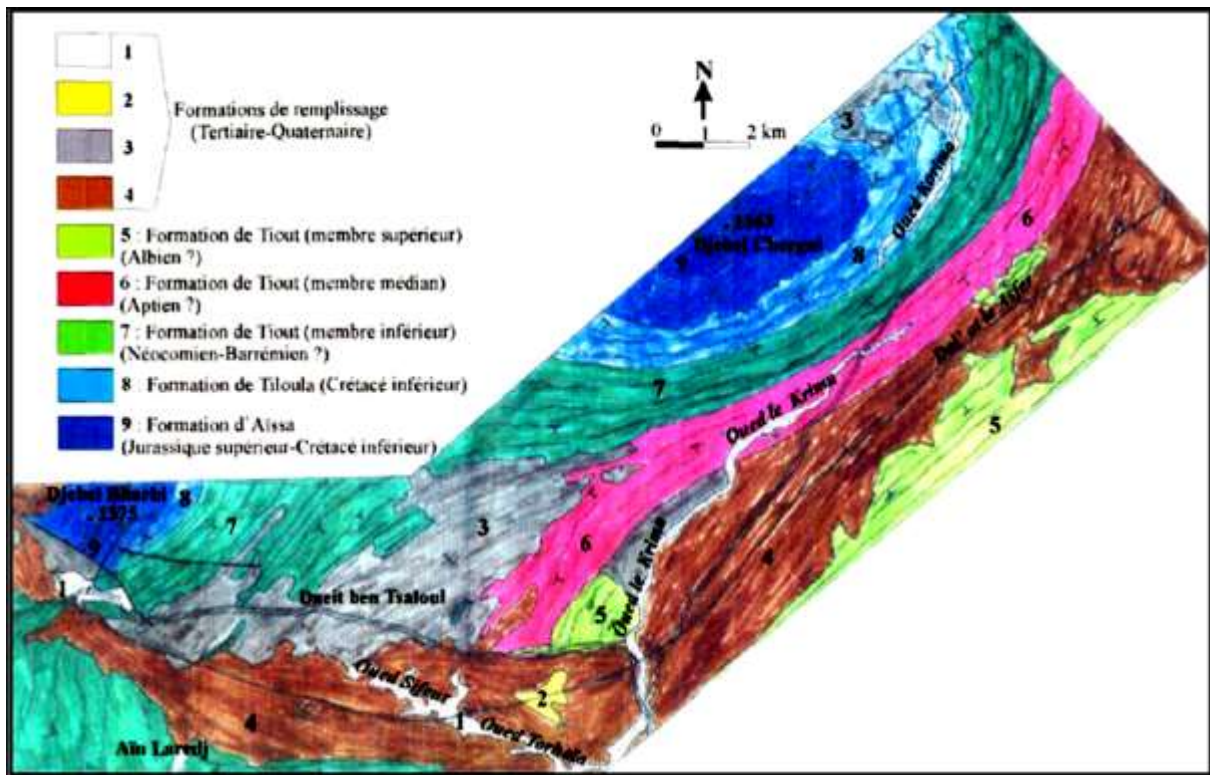


Fig.09: Carte géologique du synclinal El Kheloua-Arbaouet (Mansour et Regagba, 2003).

II-2-2- 1 jurassique supérieur :

Formation d'Aïssa : Représentée par des grés prédominants en chenaux à inter lits argileux. La limite inférieure est située à la disparition des bancs dolomitiques de la formation de Djara ; la limite supérieure est marquée par l'apparition d'une sédimentation à prédominance argileuse avec des intercalations de lits dolomitiques. Les coupes de Djebel Chergui et djebel Gharbi ont donné des épaisseurs respectives de 200 mètres et 120 mètres. Ce sont des grés moyens à grossiers, se présentant en chenaux à stratifications obliques, et qui contiennent des niveaux à galets mous et fragments de dolomies. Les intercalations d'argile moins importantes que les grés, de couleur verdâtre sont caractérisées par une épaisseur métrique.

II-2-2-2-Jurassico-Crétacé (fig. 10a-10b) :

Formation de Tiloula : Représenté par une alternance de marnes et argilites pélitiques, de grés et de dolomies sub-lithographiques ou vacuolaire. La limite inférieure est placée avec l'apparition des premiers niveaux dolomitiques. La limite supérieure est marquée par l'apparition de gros bancs de grés à dragées. Dans la coupe du Djebel Chergui, cette formation est représentée par une combe bien visible dans la topographie, constituée dans sa grande totalité (300 m) par des argiles verdâtres gypseuses. La coupe du Djebel Gharbi présente une épaisseur d'une centaine de mètres, toujours d'argiles verdâtres, admettant quelques niveaux gréseux et dolomitiques.

II-2-2-3- Crétacé inférieur (fig.10a-10b) :

Formation de Tiout : Ce sont des grés roses à passées de dragées de quartz, d'argilites et de sables. Les coupes levées au Djebel Chergui et Djebel Gharbi recoupent 03 membres avec une épaisseur totale qui varie entre 950 et 1200 mètres : - Membre inférieur : grés en bancs chenalisés, parfois à dragées de quartz de grande taille. Ce membre dont l'épaisseur varie entre 400 m et 750 m est attribué à la limite Néocomien Barrémien. - Membre médian : argiles à passées gréseuses (300 m à 400 m), attribué à l'Aptien. - Membre supérieur : barres de grés à dragées de quartz ou chenaux à stratifications obliques, attribué à l'Albien (80 m à 100 m).

II-2-2-4- Terrains post- Turoniens :

Formations de remplissage : Ce sont des argiles rougeâtres (100 m à 120 m). Quand la série est complète, on distingue une partie détritique (argile sableuse) dont les couches sont fortement redressées en même temps que le Turonien. La partie supérieure toujours détritique sub-horizontale en position de discordance cartographique sur les couches précédentes. Souvent une croûte calcaire recouvre cette formation détritique. Notons que la formation Cénomano-Turonienne est absente.

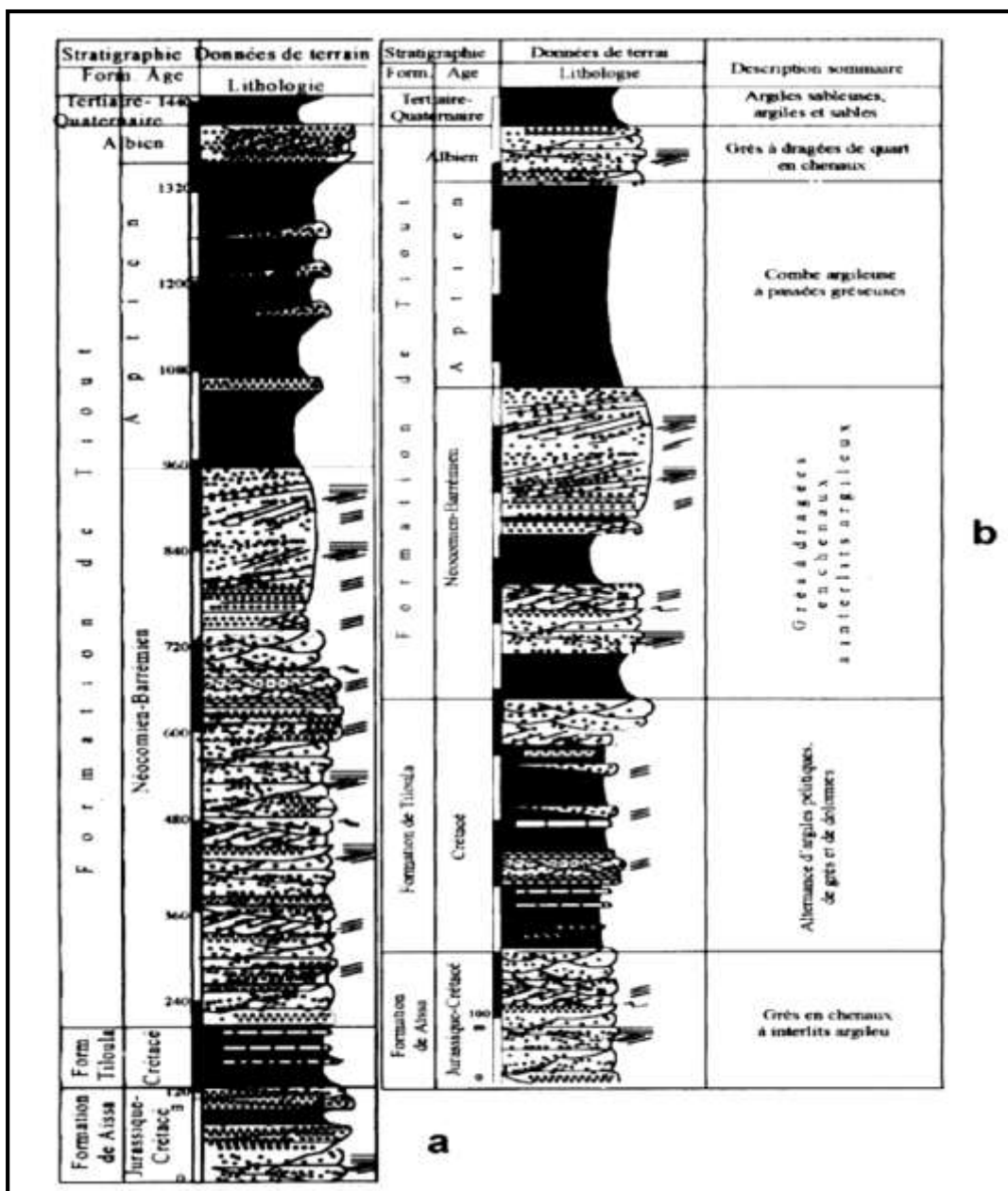


Fig.10 : Succession lithologique du Djebel Gharbi (a) et Djebel chergui (b) (Mansour et Regagba, 2003)

CONCLUSION

Du point de vue géologique, les formations dominantes dans le secteur d'étude sont les formations des continental intercalaire.

CHAPITRE 02 : HYDROCLIMATOLOGIE ET HYDROGEOLOGIE

INTRODUCTION :

Dans un pays comme l’Algérie caractérisé par le contraste entre le climat méditerranéen de la bordure littorale et le climat désertique du sud en passant par le climat des montagnes, des hauts plateaux, il est nécessaire de pouvoir préciser le type climatique du secteur que l’on étudie.

Partant la lithologie des terrains qui constituent le synclinal d’El Abiodh Sidi Cheikh, et le synclinal d’El Kheluoaa-Arbaouet plusieurs aquifères peuvent être distingués, d’importance différente, mais qui constituent l’un des ressources en eau importante au nord (Fig.11) :

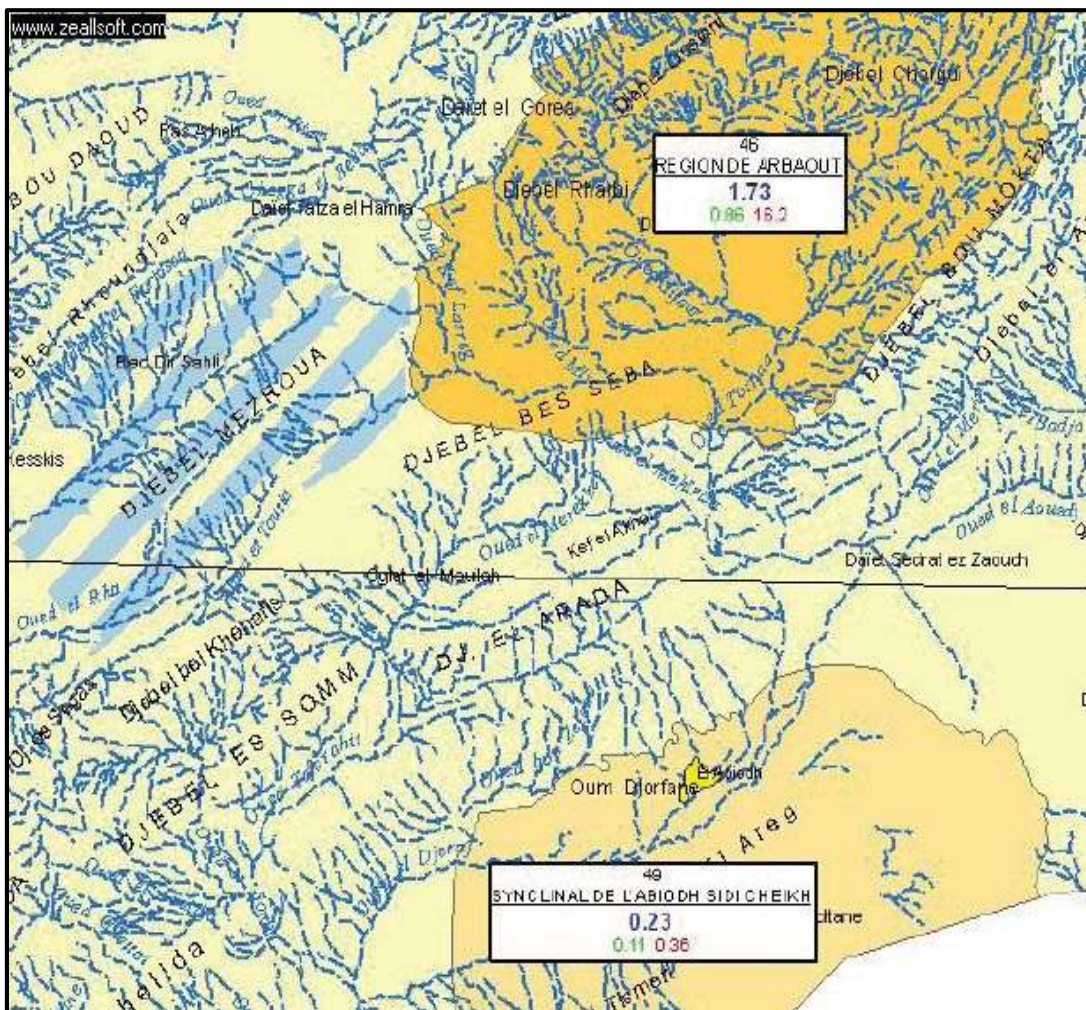


Fig11 : Extrait de la carte des ressources en eau souterraine au Nord de l’Algérie (ANRH d’Elbayadh).

I -Aperçu Morpho métrique (fig 12):

Ce travail à été réaliser par mansour hamidi en (2007) :

Les différents paramètres morpho métriques d'un bassin (forme, altitude, pente et relief) interviennent et souvent de façon combinée dans les modalités de l'écoulement. Ils ont l'avantage de se prêter à une analyse quantifiée ; mais l'emploi des méthodes de mesures correspondantes doit être mené avec prudence en raison de l'interface des facteurs physiques et de l'influence prononcée de certains paramètres

L'étude a été effectuée pour 02 sous bassins versants d'El Abiodh Sidi Cheikh qui constituent les derniers obstacles topographiques meridio –oriental de l'Atlas Saharien occidental

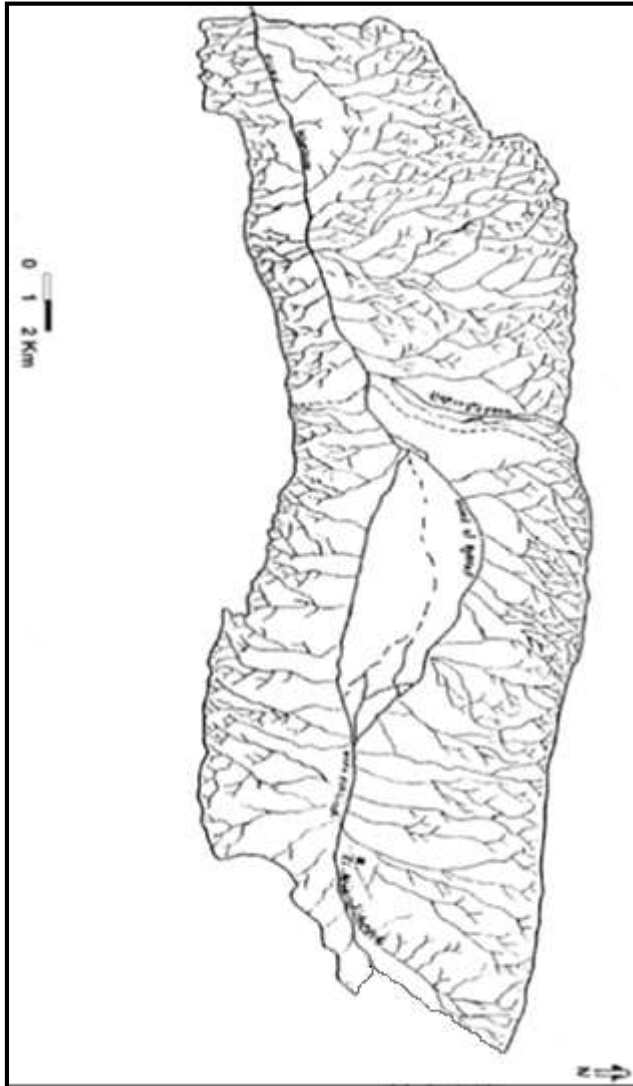


Fig. 12 : Bassin versant du synclinal d'El Abiodh Sidi Cheikh (MANSOUR H.) modifiée.

1- Sous bassin oued Djeraf :

Le bassin versant de l'oued Djeraf occupe une superficie de 559 km² avec un perimetre de 110 km.

- Caractéristiques de forme :

- Coefficient de Gravelius $Kc = 1.30$ (bassin allongé).
- Rectangle equivalent: $L = 41.35$ km; $l = 13.50$ km.

- Le relief .On distinguera 03 zones (Fig.13) :

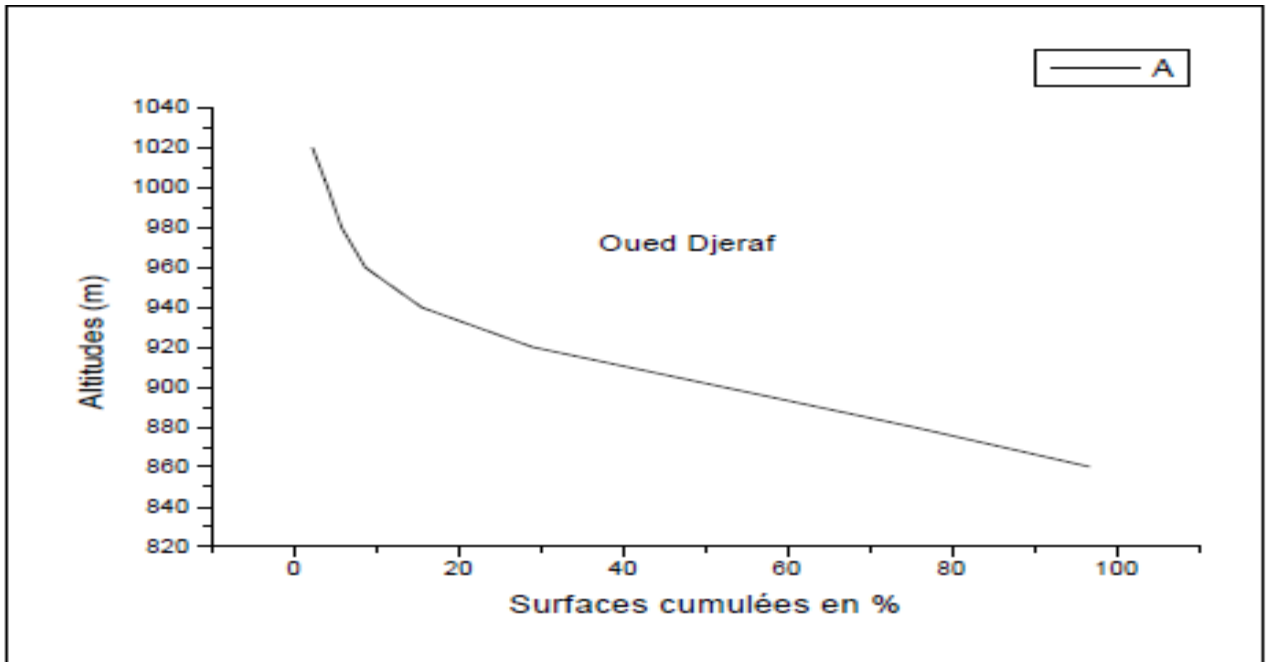


Fig. 13: Courbe hypsométrique d’oued djeraf in(MANSOUR Hamidi)

-A l’origine la courbe montre une pente très forte dont la surface représente 10% de la superficie totale du bassin.

- Ensuite on remarque que 80% de la surface s’abaisse en dessous de 940m. Cependant, la courbe présente une pente plus ou moins forte jusqu’à la cote 900m, indiquant un plateau.

- Vers les basses altitudes (850m), la courbe indique une vallée encaissée. Pour A.N Trahler, la courbe hypsométrique indique que le bassin est évolue vers le stade d’équilibre.

-Indice de pente

-Indice de pente de Roche $I_p = 0.18$.

- Indice de pente global $I_g = 0.004$ (pente très faible)

-Profil en long (fig. 14)

De l’amont jusqu’à l’altitude 1000m, l’oued circule dans les calcaires Turonien avec une pente assez faible. Entre 1000m et 940m, la pente s’accroît liée à la présence des surfaces d’érosion des calcaires Turonien. Entre 940m et 880m, l’oued Djeraf circule dans les alluvions anciennes ; à partir de 860m, l’oued recoupe la carapace calcaire. Plus en aval, il traverse les alluvions récentes.

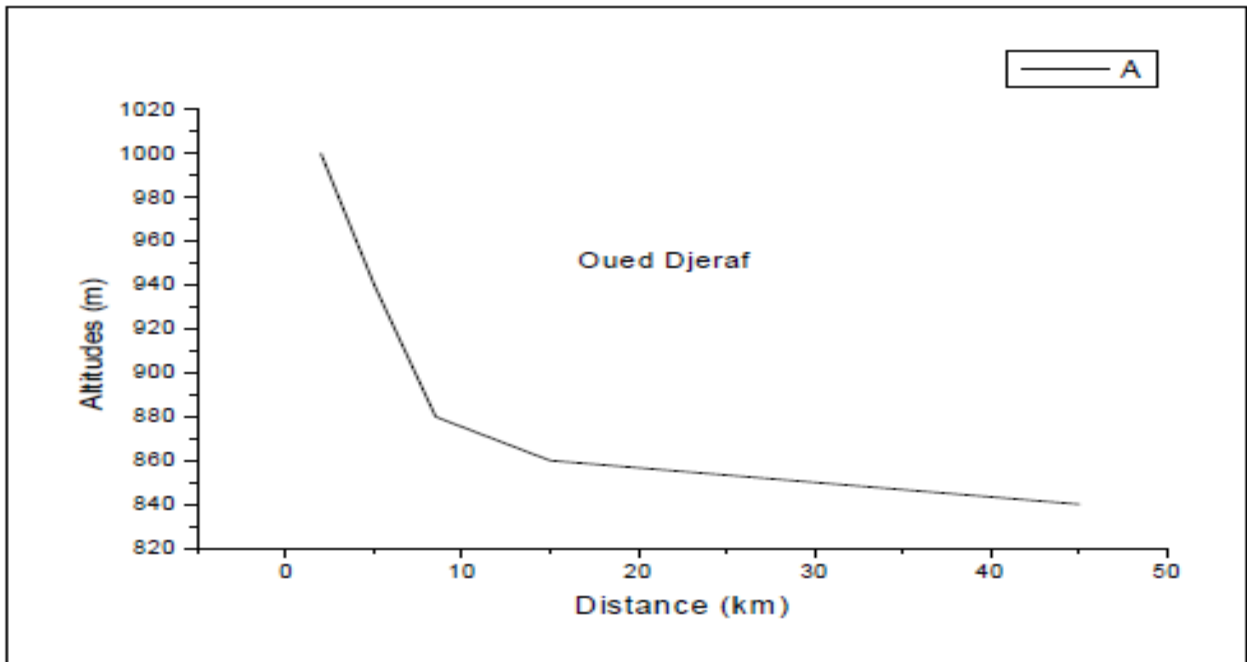


Fig. 14 : Profil en long d'oued djeraf in(MANSOUR Hamidi).

-2. Sous bassin oued Tafarahit :

Le sous bassin versant de l'oued Tafarahit occupe une superficie de 334 km² et un périmètre de 81 km².

- Caractéristiques de forme :

- Coefficient de Gravelius $Kc = 1.24$ (bassin allongé).
- Rectangle equivalent: $L = 29$ km, $l = 11.5$ km.

- Le relief (fig. 15)

L'analyse de la courbe montre un relief qui débute par une falaise à l'altitude 940m pour s'adoucir ensuite jusqu'à l'altitude 880m.

L'allure de cette courbe montre que le bassin évolue également vers le stade d'équilibre.

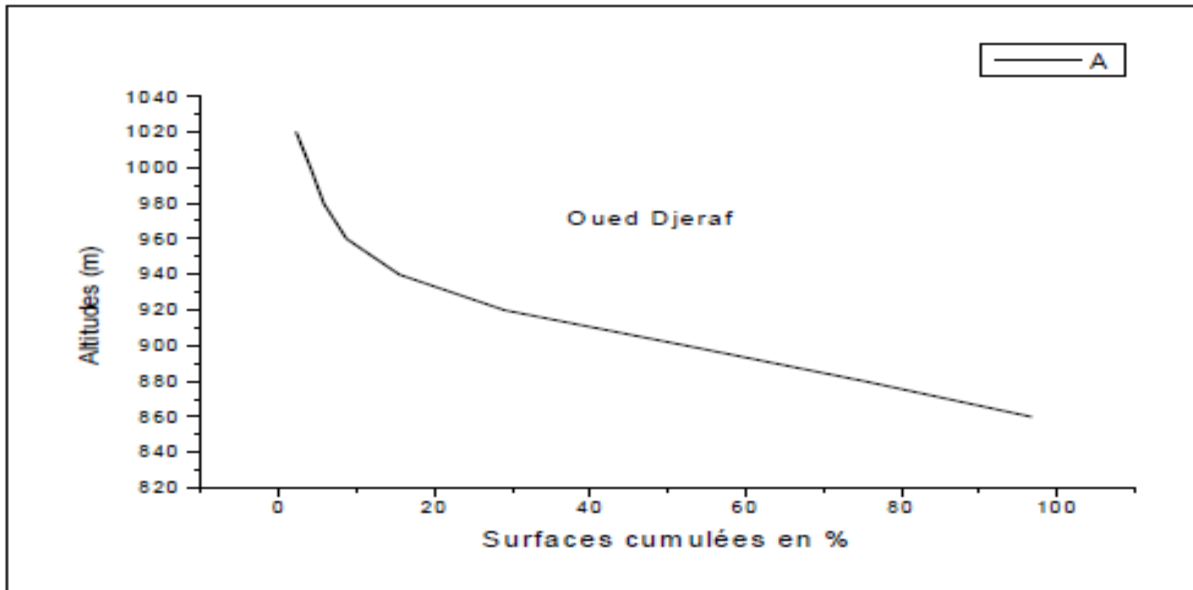


Fig. 15 : Courbe hypsométrique du Sous bassin de Tafarahit in (Mansour Hamidi)

- Indice de pente.

-Indice de pente de roche $I_p = 0.30$.

-Indice de pente global $I_g = 0.007$ (pente très faible).

- Profil en long : (fig.16)

La falaise correspond aux reliefs d'érosion ; a partir de la cote 980m, la pente s'affaiblit ; l'oued circule dans les grés et les argiles jusqu'à la cote 900m. Vers l'aval, l'oued circule dans les alluvions récentes.

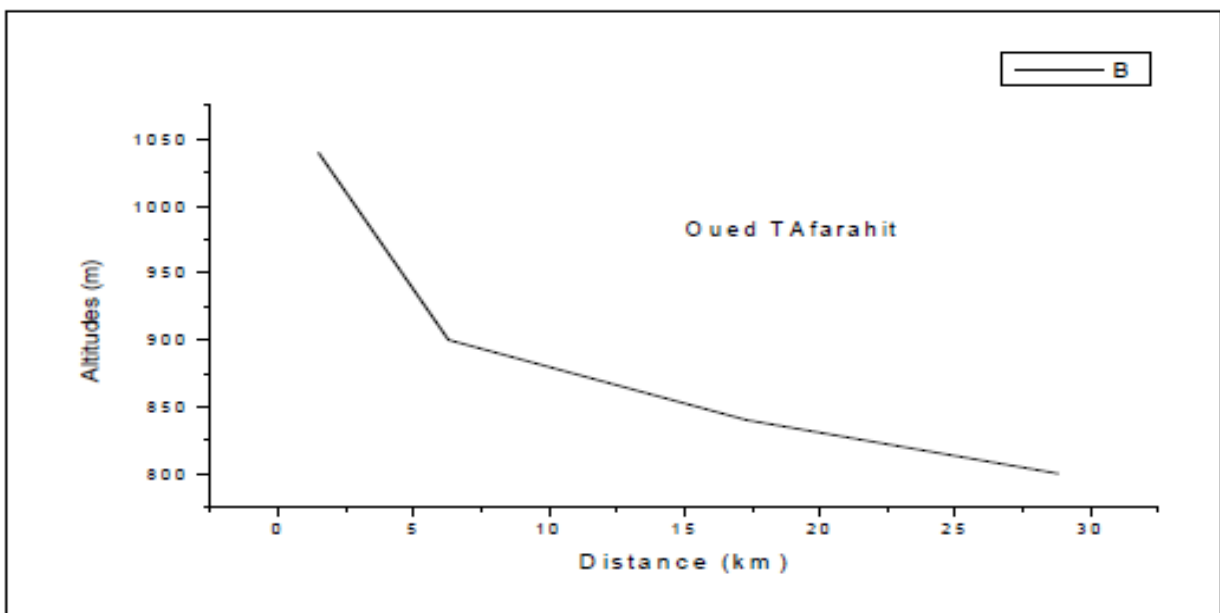


Fig.16 : Profil en long du sous bassin de Tafarahit in (Mansour Hamidi)

II- HYDRO-CLIMATOLOGIE

Le climat est l'ensemble des phénomènes (précipitations, température, vent, évaporation ...).

Il varie d'un lieu à un autre de la surface terrestre. Il peut agir directement sur l'approvisionnement en eau potable puisqu'il modifie le régime des cours d'eau et les réserves régulatrices des nappes.

L'étude du climat s'intéresse à la combinaison de phénomènes météorologiques à la surface du globe. Elle a pour objet de déterminer le type de climat d'une région.

Ce volet climatique est basé sur les données de la station d'El Abiodh Sidi Cheikh dont les caractéristiques majeures sont reportées dans le tableau n°01 :

| Caractéristique de la station | Altitude | Latitude | Longitude |
|-------------------------------|----------|--------------|-------------|
| El Abiodh sidi cheikh | 905m | 320 50' Nord | 000 30' Est |

Tableau N° 1 : Caractéristiques de la station météorique d'El Abiodh Sidi Cheikh

1- ETUDE DES PRECIPITATIONS :

1- 1- PRECIPITATIONS MOYENNES MENSUELLES :

Les valeurs des précipitations mensuelles durant la même période considérée (1991-2009) de la station sont reportées au tableau N° 2 :

| Mois | S. | O. | N. | D. | J. | F. | M. | A. | M. | Jn. | Jet. | At. | Moy. |
|--------|------|------|------|-----|-----|----|------|-----|-----|-----|------|-----|--------|
| P (mm) | 11.9 | 17.8 | 14.1 | 5.9 | 8.9 | 12 | 16.9 | 9.8 | 9.2 | 5.1 | 1.05 | 4.9 | 117.55 |

Tableau N°2: Valeurs moyennes mensuelles des précipitations de la station d'El Abiodh Sidi Cheikh

Le tableau N°2 et la figure (17), montrent que :

- Le mois le plus pluvieux est Octobre, avec une valeur de 17.8mm.
- Le mois plus sec est celui de juillet avec une valeur extrême de 1.05mm.

On peut constater l'irrégularité des précipitations à l'échelle mensuelle

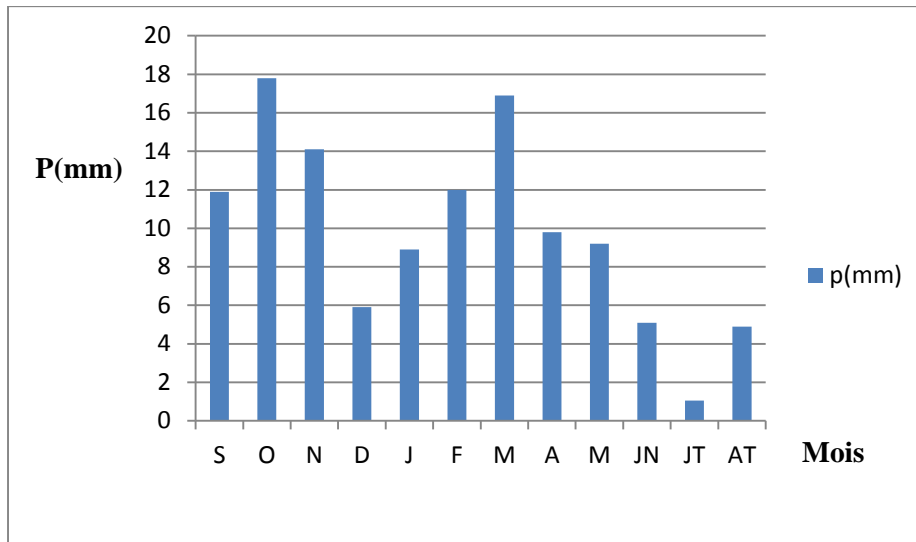


Fig. 17 : Variation des précipitations moyennes mensuelles de la station d’El Abiodh Sidi Cheikh

1- 2- PRECIPITATION SAISONNIERES :

Pour apprécier la variation des précipitations ou le régime pluviométrique saisonnier nous avons calculé le total des précipitations de chaque saison :

Automne : Septembre, Octobre, Novembre.

Hiver : Décembre, Janvier, Février.

Printemps : Mars, Avril, Mai.

Eté : Juin, Juillet, Aout.

Les précipitations saisonnières de la station d’El Abiodh Sidi Cheikh peuvent être résumées au tableau n°3 :

| Saison | Automne | Hiver | Printemps | Eté | Indice saisonnier |
|--------|---------|-------|-----------|------|-------------------|
| P% | 37.26 | 22.79 | 30.54 | 9.40 | A P H E |

Tableau N°3: le pourcentage des valeurs moyennes saisonnières des précipitations

Cette répartition saisonnier des précipitations est caractérisée les zones arides. L’indice saisonnier traduit l’importance des crues d’Automne et du printemps de celles d’hiver. Cette distribution contribue manifestement à la recharge des nappes à l’abri des fortes températures.

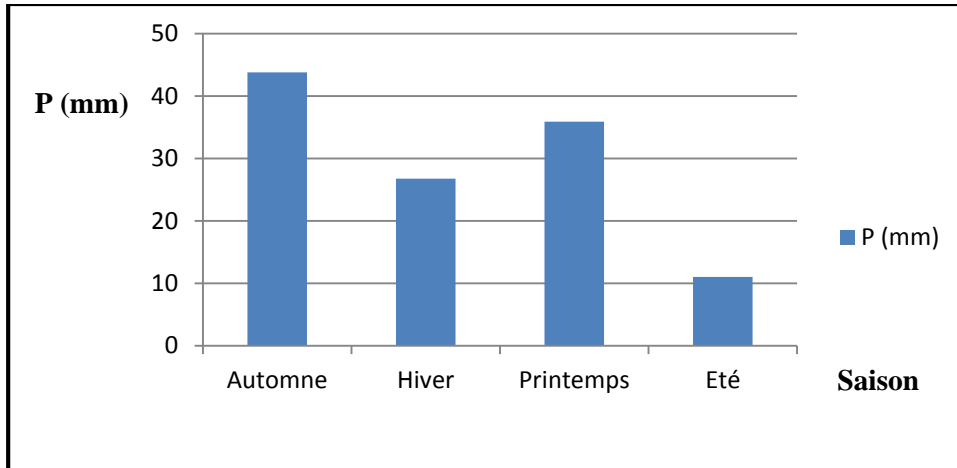


Fig.18 : Histogramme des précipitations moyennes saisonnières de la station El Abiodh Sidi Cheikh

Le report de la distribution des précipitations moyennes saisonnières dans le tableau n°3 et la figure (fig.18) montrent que le printemps et l'automne sont les saisons les plus au moins humides et l'été c'est la saison la plus sèche.

2- ETUDE DES TEMPERATURES :

2-1 - Températures moyennes mensuelles :

Les valeurs des températures moyennes mensuelles mesurées à la station d'El Abiodh Sidi Cheikh pendant la période considérée sont données au tableau n°4 :

| Mois | S. | O. | N. | D. | J. | F. | M. | A. | M. | Jn. | Jet. | At. | Année |
|-----------|-------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|-------|-------|
| MIN. (°C) | 19.6 | 13.9 | 8.2 | 5.1 | 2.7 | 5.6 | 7.1 | 10.4 | 15.1 | 20.1 | 22.9 | 25.6 | 13.02 |
| MAX. (°C) | 31.7 | 24.9 | 19.8 | 14.1 | 14 | 15.4 | 18.2 | 21.6 | 27.9 | 31.9 | 36.9 | 36.2. | 24.13 |
| MOY. (°C) | 25.65 | 19.4 | 12.5 | 9.6 | 8.35 | 10.5 | 12.65 | 16 | 21.5 | 26 | 29.9 | 30.9 | 18.57 |

Tableau N°4 : Valeurs moyennes mensuelle des Températures à la station d'el Abiodh Sidi Cheikh

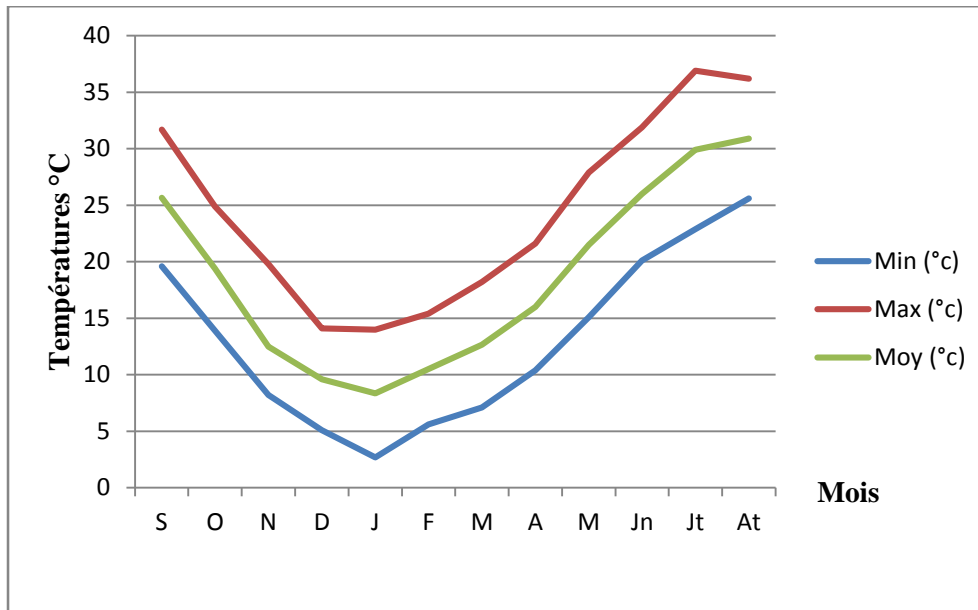


Fig.19 : Courbes de la température mensuelle maximale, moyenne, minimal à la station d’El Abiodh Sidi Cheikh (1991-2009)

D’après le tableau N° 04 et Les courbes des températures mensuelles sur la figure (fig.19) nous constatons que :

- Le mois le plus froid est celui de janvier de 8.35°C.
- Le mois le plus chaud est celui d’Aout de 30.9°C.
- La valeur moyenne est de 18.57°C.

Les températures enregistrées permettent de constater que les périodes de recharge des nappes manifestent les faibles valeurs de la température. Ces conditions égalisent les pertes en eau par évapotranspiration ce qui offre un meilleur taux de renouvellement des réserves en eau souterraine.

3-Indice de continentalité de Kerner :

Cet indice est défini par la relation suivante :

$$K = 100 * (T_o - T_a) / A$$

Avec:

T_o : Température moyennes du mois d’octobre.

T_a : Température moyennes du mois d’avril.

A : Amplitude entre le mois le plus chaud et le mois le plus froid

K=9.94%

Comparant les résultats trouvés par les valeurs d'autre station (calculé par l'ANRH d'El Bayadh), on constate que les influences maritimes sont très faibles sur la région étudiée :

- Beni saf: K=34.7%
- Tlemcen: K=21.8%
- Mécheria: K=15.82%
- Aflou: K=15.7%
- El Abiodh Sidi Cheikh: K=9.94%
- Ain Sefra: K=5.83%
- Ghardaia: K=1.3%

4- EUDE DU CLIMAT :

L'étude du climat est basée sur les méthodes de calculs des indices permettant de caractériser le type de climat de la région à partir des précipitations et des températures à partir d'une visualisation graphique des paramètres.

4-1 METHODES DE VISUALISATION :

4-1-1 Courbe pluviothermique :

Pour GAUSSEN et BAGNOULS, un mois sec est celui où le total des précipitations exprimées en mm est inférieur ou égal au double de la température moyenne exprimé en degrés Celsius ($P < 2T$).

- Cette relation permet d'établir des diagrammes pluviothermiques dans lesquels les températures sont portées sur une échelle double de celle des précipitations.

- La courbe des températures passe au dessus de celle des précipitations pendant les mois secs.

- Pour les mois humides, la courbe des précipitations passe au dessus de la courbe des températures.

Les valeurs des précipitations et températures mensuelles sont reportées dans le tableau suivant :

| Mois | S. | O. | N. | D. | J. | F. | M. | A. | M. | Jn. | Jt. | At. |
|---------------------|-------|------|------|-----|------|------|-------|-----|------|-----|------|------|
| Précipitations (mm) | 11,9 | 17,8 | 14,1 | 5,9 | 8,9 | 12 | 16,9 | 9,8 | 9,2 | 5,1 | 1,05 | 4,9 |
| Températures (°C) | 25,65 | 19,4 | 12,5 | 9,6 | 8,35 | 10,5 | 12,65 | 16 | 21,5 | 26 | 29,9 | 30,9 |

Tableau. N°5 : Les précipitations et les températures mensuelles de la station d'El Abiodh Sidi Cheikh (1991-2009).

D'après le diagramme pluvio-thermique (fig.22), nous remarquons que la courbe des températures se situe au dessus de la courbe des précipitations pendant toute l'année, ce qui indique, une période sèche (déficitaire).

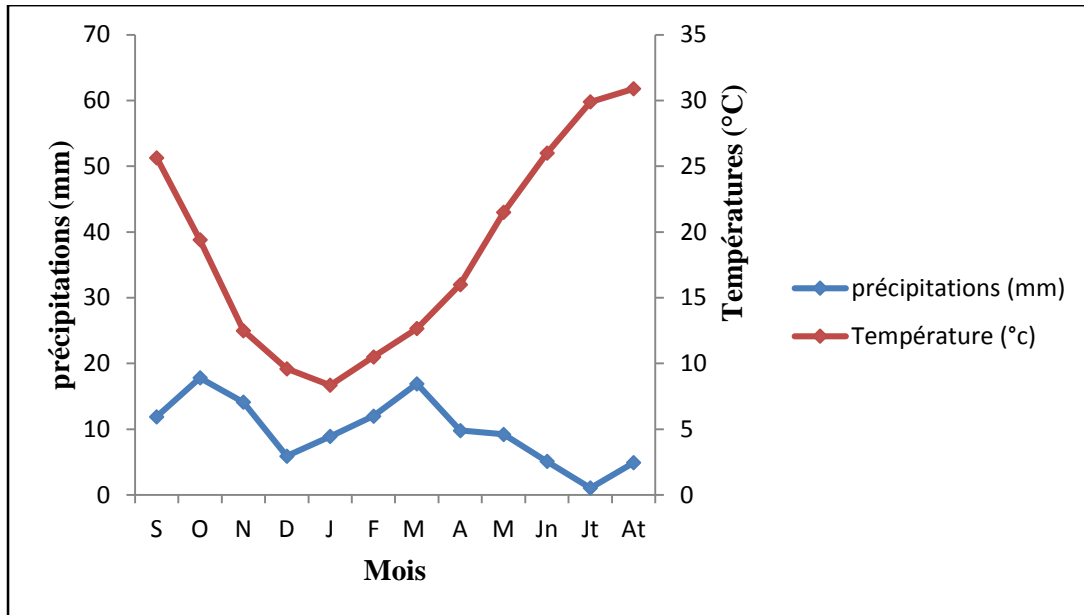


Fig.20: diagramme pluviothermique de la station d'El Abiodh Sidi Cheikh

4-2 Rapport entre précipitation et températures :

Le rapport P/T représenté par le tableau N°6, permet de mieux appréhender l'évolution des temps climatiques mensuels et permet aussi de définir deux sous climats secs à très secs.

| Mois | S | O | N | D | J | F | M | A | M | Jn | Jt | At |
|--------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| T (°C) | 25,65 | 19,4 | 12,5 | 9,6 | 8,4 | 10,5 | 12,7 | 16 | 21,5 | 26 | 29,9 | 30,9 |
| P (mm) | 11,9 | 17,8 | 14,1 | 5,9 | 8,9 | 12 | 16,9 | 9,8 | 9,2 | 5,1 | 1,05 | 4,9 |
| P/T | 0,46 | 0,92 | 1,13 | 0,61 | 1,07 | 1,14 | 1,34 | 0,61 | 0,43 | 0,20 | 0,04 | 0,16 |
| Type | RTS | RTS | RS | RTS | RS | RS | RS | RTS | RTS | RTS | RTS | RTS |

Tableau N°6 : Rapport P/T

Pour : $P/T < 1$ —————> régime très sec (RTS).

$1 < P/T < 2$ —————> régime sec (RS).

$2 < P/T < 3$ —————> régime subhumide (RSH).

$3 < P/T$ —————> régime humide (RH).

5- INDICES CLIMATIQUES :

L'utilisation des indices climatiques définis par différents auteurs est intéressante, car elle permet de préciser le climat de la région.

5-1- Indice d'aridité de DE. MARTONNE :

a-Indice d'aridité annuel de DE MARTONNE : défini par :

$$I = P / T + 10$$

P : précipitations moyennes annuelles en (mm).

T : températures moyennes annuelles en (°C).

(P = 117.55mm, T = 18.57°C)

La valeur de l'indice de **DE MARTONNE** : **I = 4,11**.

Pour: $20 < I < 30$ —————> Climat tempéré

$10 < I < 20$ —————> Climat semi aride.

$7.5 < I < 10$ —————> Climat steppique.

$5 < I < 7.5$ —————> Climat désertique.

$I < 5$ —————> Climat hyper aride.

A la station d'El Abiodh Sidi Cheikh, l'indice I est égal à 4.11, ce qui caractérise la région étudiée par un régime hyper-aride.

L'abaque permet de confirmer l'hyperaridité de la région étudiée ou règne l'arésisme.

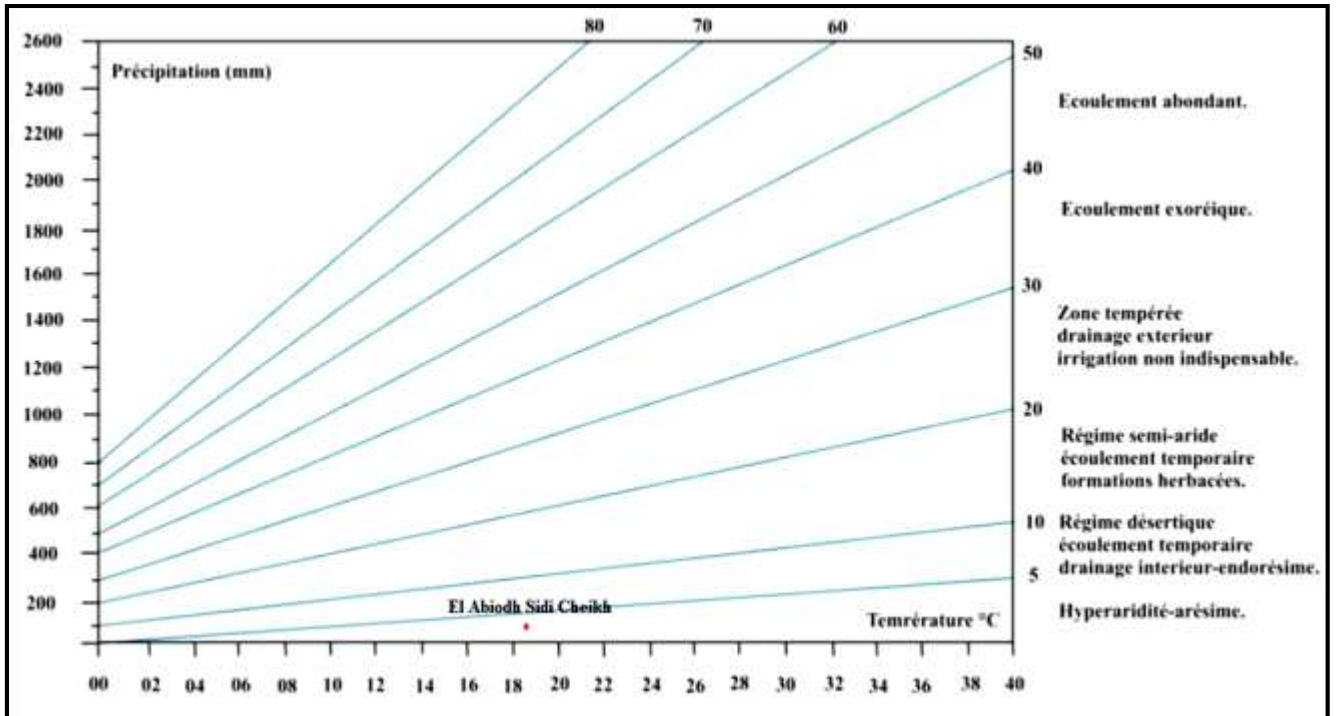


Fig.21 : Abaque pour le calcul de l'indice d'aridité annuel de DE MARTONNE.

b-Indice d'aridité mensuel de DE MARTONNE (i) :

L'indice de Martonne nous permettant de présenter qu'une tendance globale de la station, il est intéressant également d'étudier les Variations mensuelles de l'indice d'aridité en utilisant la relation mise au point par les élèves de DE. MARTONNE :

$$i = 12P / T + 10$$

Avec :

P : précipitations moyennes mensuelles en (mm).

T : températures moyennes mensuelles en (°C).

Les résultats d'indice d'aridité mensuel de DE MARTONNE i, sont reportés sur le tableau N°07 :

| Mois | S | O | N | D | J | F | M | A | M | Jn | Jet | At |
|------|----|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|------|------|
| i | 4 | 7.26 | 1.16 | 3.61 | 5.82 | 7.02 | 8.95 | 4.52 | 3.5 | 1.7 | 0.31 | 1.43 |
| Type | HA | Dés | HA | HA | Dés | Dés | Stp | HA | HA | HA | HA | HA |

Tableau n° 7 : valeurs de l'indice d'aridité mensuel de. MARTONNE.

Dés : Désertique, HA : Hyper Aride, Stp : Steppique.

Le calcul des indices d'aridité mensuels (Tableau.07) montre que le climat est de type :

Steppique ($7.5 < i < 10$) : mois de Mars

Désertique ($5 < i < 7.5$) : mois de Octobre, Janvier, Février.

Hyper aride ($i < 5$) : mois de Septembre, Novembre, Décembre, Avril, Mai, Juin, Juillet, Aout.

III- CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE :

III-1- Les aquifères du synclinal d'El Kheloua-Arbaouet

On distinguera deux aquifères, l'un superficiel de faible importance, épousant l'allure de la vallée d'Arbaouet, représenté généralement par les formations du continental terminal; l'autre d'importance capitale pour la région, concernera l'aquifère des grés Barrémo-Albo-Aptien.

III-1-1- Aquifère superficiel du Continental Terminal

Affleurant à Hadjret Bellal où elles recouvrent les grés du Crétacé inférieur, cette formation disparaît au Nord du synclinal sous les formations du Quaternaire ancien. La zone d'affleurement de ces formations gréseuses et argilo-gypseuses s'élargit dans la région d'Arbaouet où elles remplissent pratiquement toute la dépression d'Arbaouet.

Il s'agit d'un aquifère superficiel dont la géométrie épouse parfaitement le cours de l'oued Arbaouet

III-1-2- Aquifère du Continental Intercalaire

C'est le synclinal d'El Kheloua – Arbaouet, formé essentiellement par des structures gréseuses séparées par des niveaux argileux.

Situé entre le Djebel Gharbi, le Djebel Chergui au Nord et le Djebel Besseba au Sud ; le synclinal présente une dissymétrie accentuée.

Le flanc Nord du synclinal montre les membres inférieurs et moyens de la formation de Tiout ; c'est à dire le Barrémien (région de Sidi Abdelkrim et Oued Zian) et l'Aptien (falaise Aptienne de Ben Tsaloul). Au centre et au Sud du synclinal, c'est le membre supérieur de la formation de Tiout, représenté par les grés Albiens, recouvert en grande partie par les formations de remplissage, attribuées au complexe terminal et Quaternaire. L'aquifère exploité est représenté uniquement par le complexe Aptien – Albien. Ainsi on peut noter selon les régions soit le captage de l'horizon Aptien soit l'Albien.

Les forages qui captent la nappe de ces aquifères sont de deux types : la nappe albien et la nappe aptienne.

a- Aquifère Aptien

Au Nord Ouest du synclinal entre Kheneg Zebicha et Daiet Ben Tsaloul (le forage ZB 13).Au Nord Est, entre Kheneg Zebicha et Hassiane Krima, l’Aptien est recoupé par le forage ZB 12.

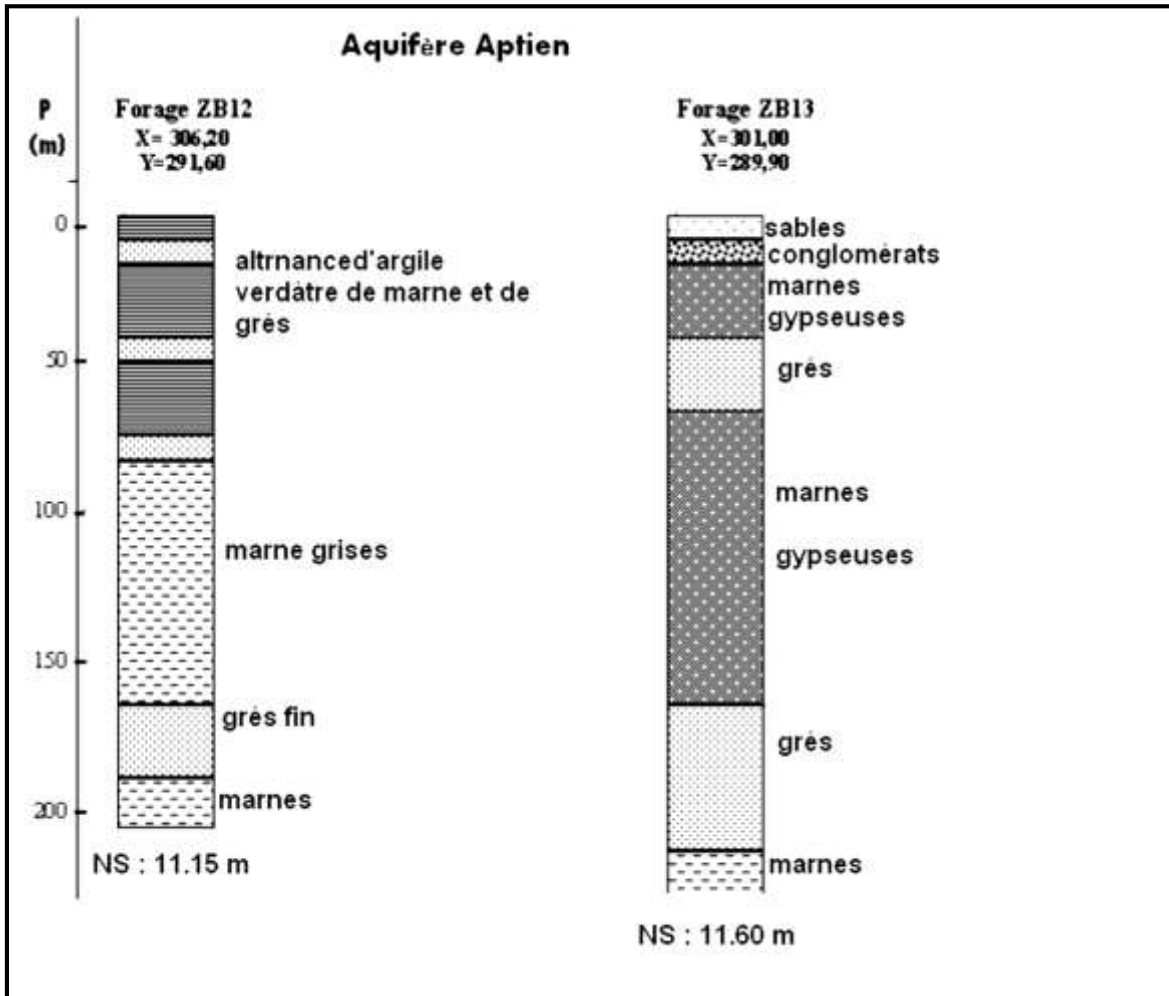


Fig.22 : logs Litho stratigraphiques des forages ZB12, ZB13 (source : ANRH d’Elbayadh)

b- Aquifère Albien

Au centre du synclinal, les forages captent les grés Albiens et donnent de très bons débits. On citera le forage (ZB 14) profonds de 90 mètres et le forage (ZB 15) d’une profondeur de 150 mètres.

On notera ici la prédominance des niveaux gréseux ainsi que leur puissance (épaisseur) importante.

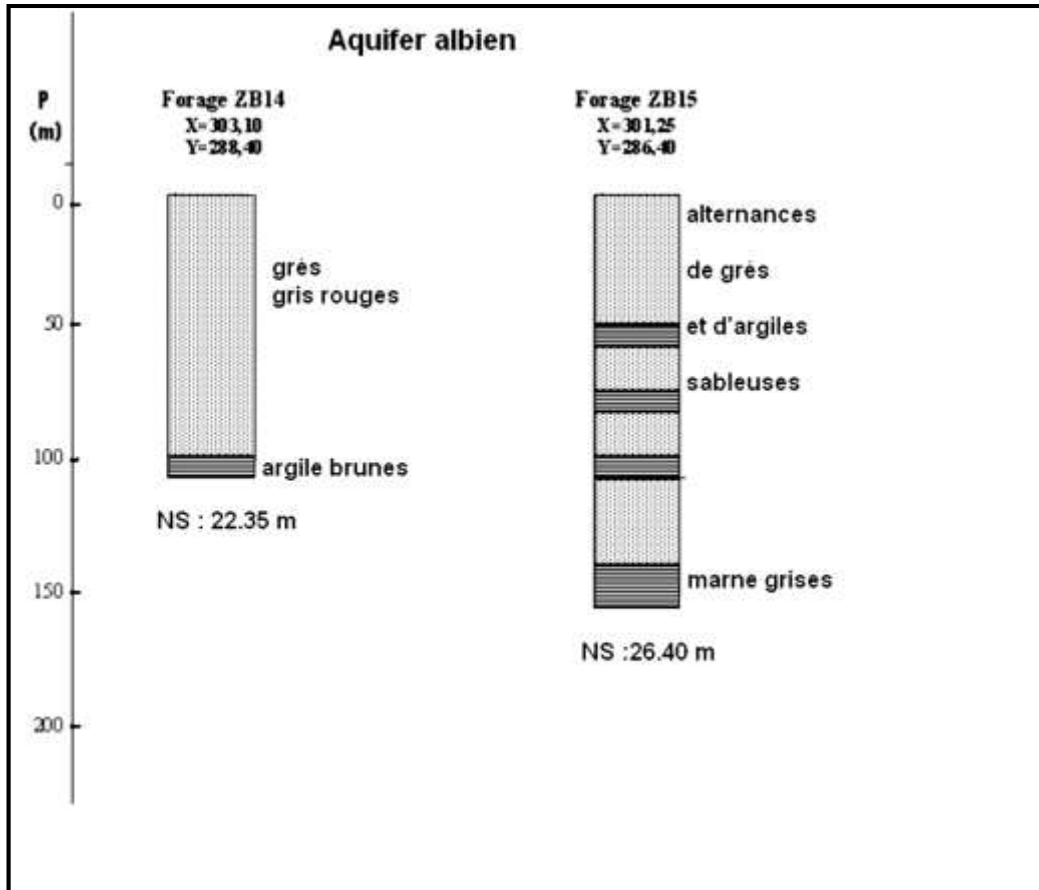


Fig.23 : logs stratigraphiques des forages ZB14, ZB15(ANRH d'Elbayadh)

III-2- Les aquifères du synclinal El Abiodh sidi cheikh

III-2-1- Aquifère superficiel :

Formé essentiellement, par les dépôts sableux du Quaternaire dans les lits d'oueds actuels (Oued El Djraf, Oued El Abiodh Oued Tafrahit). Ou dans le recouvrement des alluvions anciens et dont les affleurements sont d'extension réduite ne peuvent constituer à elles seules un aquifère important en absence réduite des forages à débit important. Les besoins domestiques et agricoles de la région se limitent actuellement à l'exploitation de cette nappe par un grand nombre de puits artisanaux peu profonds (3à20), très sensible aux variations saisonnières, parce que la surface du niveau statique de cet aquifère est en communication directe avec le réseau hydrologique des eaux superficielles (condition de limite à potentiel imposé).

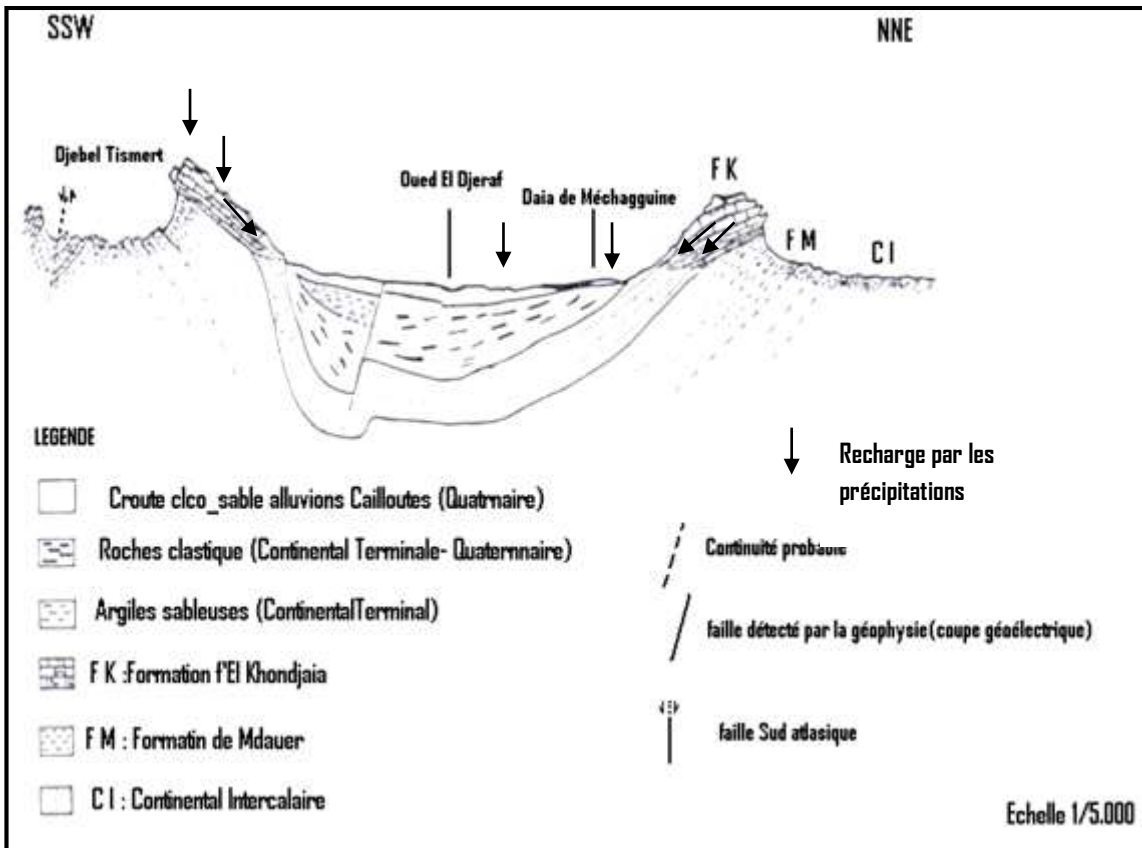


Fig.24 : Coupe B structurale transversale du synclinal d'El Abiodh Sid Cheikh de l'aquifère in (Kheddoum Okacha).

III-2-2- Aquifère du continental terminal :

Cet aquifère constitué par plusieurs niveaux dont les formations sont hétérogènes représentées à la base par un niveau grossier de calcaires et de concrétions calcaro-gréseuses avec intercalation des marnes, un autre niveau aquifère constitué par des grés des calcaires et des sables fins à très fins. A la partie supérieure un horizon aquifère représenté par des grés fins à moyen avec intercalation de calcaire surmontée par des argiles sableuses et des marnes. Les forages (F8, F9), captent ces deux horizons aquifères.

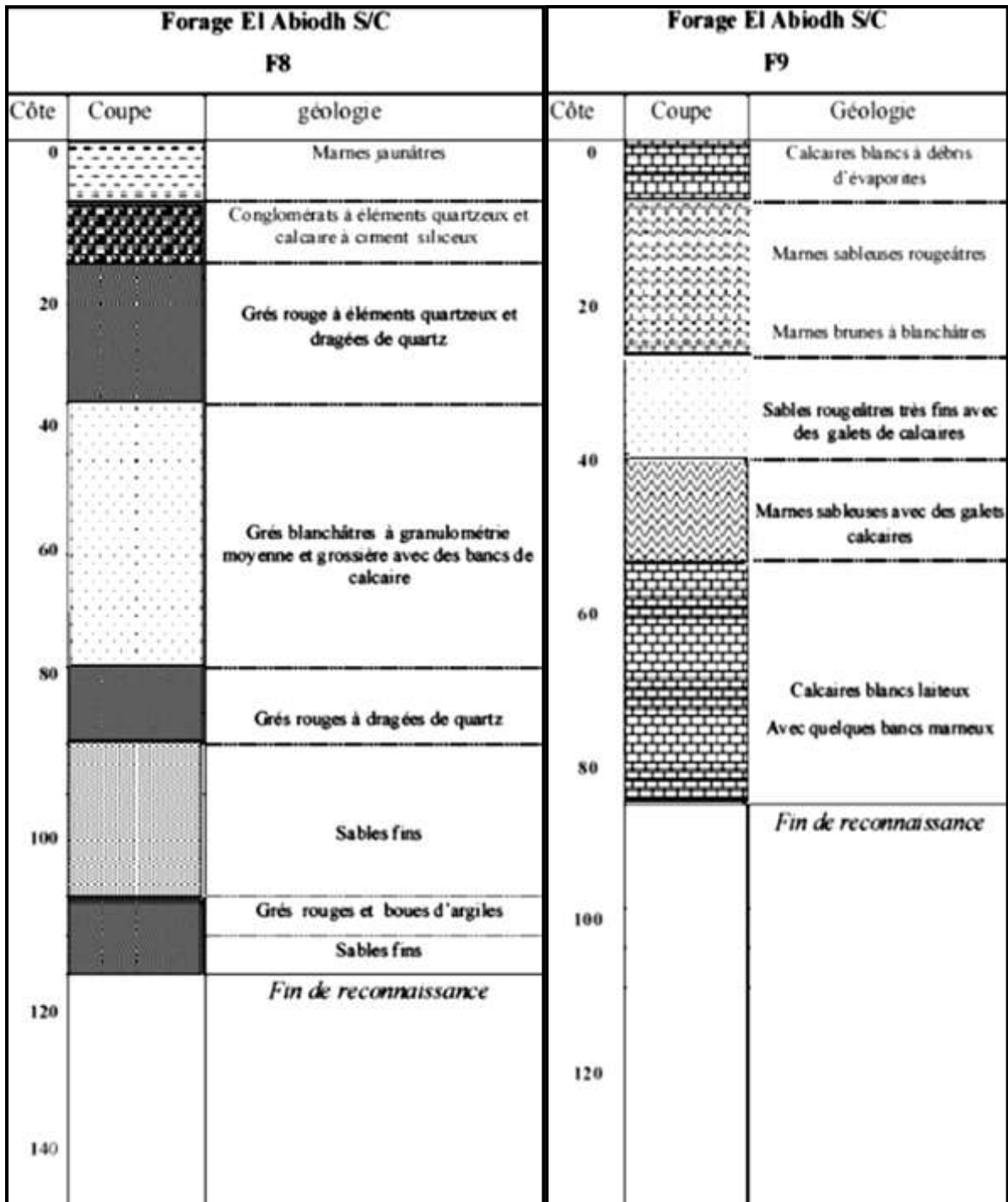


Fig.25 : logs stratigraphique, des forages F8 et F9

III-2-3- L'aquifère du Turonien(Fig26) :

Cet aquifère est alimenté directement par des précipitations à partir de l'impluvium constitué par des affleurements d'altitude élevée par les couches turoniennes plongeant au-dessous du remplissage de part et d'autre du synclinal avec un pendage faible (7à18°). Au Nord et plus ou moins fort (40°) au Sud. Le forage (F6) peut être inter comme exemple parmi d'autres ouvrages captant la nappe des calcaires turoniens

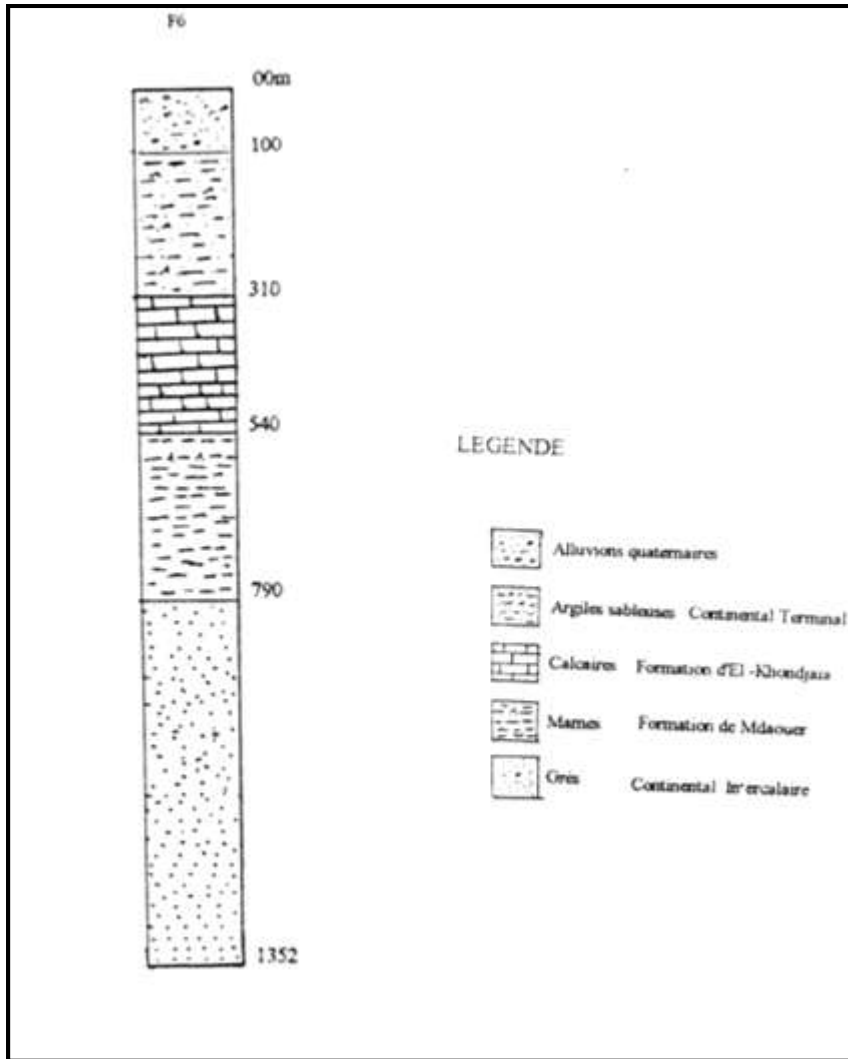


Fig.26 : log stratigraphique du forage F6

III-2-4- L'aquifère du continental intercalaire:

Il s'agit d'un aquifère multicouche formé essentiellement par des niveaux gréseux séparés par des niveaux marneux. L'épaisseur de cette formation dépasse les 1500m dans la région d'El Abiodh Sidi Cheikh et présente une perméabilité mixte.

Nous présentons au tableau n°08 quelques forages captant les formations aquifères et dont les débits d'exploitations sont par fois très appréciables avec le concours de la nappe albienne.

| Forage | Cordonnées Lambert | Profondeur (m) | Nappe captée | Synclinal | Résultat et situation actuelle |
|--------|-----------------------|----------------|----------------------|--------------------------|--------------------------------|
| F6 | X =295,3 Y= 275,35 | 1352 | Grés albien | El Abiodh Sidi Cheikh | Négatif |
| F8 | X= 301,9 Y= 260,1 | 140 | Alluvions tertiaires | El Abiodh Sidi Cheikh | 15 l/s |
| F9 | X= 301,1 Y= 258,9 | 110 | Alluvions tertiaires | El Abiodh Sidi Cheikh | 101 l/s |
| ZB12 | X= 306,2 Y= 291,6 | 185 | Aptien | Arbaouet | 0,6 l/s |
| ZB13 | X= 301 Y= 289,9 | 220 | Aptien | Arbaouet | 1,15 l/s |
| ZB14 | X= 303,1 Y= 288,4 | 100 | Albo-Aptien | Arbaouet | 30 l/s |
| ZB15 | X= 301,2 Y= 286,4 | 142 | Albo-Aptien | Arbaouet | 19 l/s |

Tableau N°08 : Les différents ouvrages hydrauliques (forages) réalisés à la région d'El Abiodh sidi cheikh

IV- CONSEQUENCE HYDROGEOLOGIQUE DE LA LITHOLOGIE ET DE LA STRUCTURE :

À partir de log hydrogéologique (fig.26) On distingue :

1- Des formations imperméables

a) -Les marnes de Cénomaniens :

D'une épaisseur de 300m, elles surmontent les grés de continental intercalaire et constituent le substratum des calcaires et turoniens.

Il s'agit de marnes verdâtre, présentant quelques intercalation de bancs calcaire, dont l'épaisseur n'excède pas un mètre, alternant avec des niveaux gypseux qui peu atteindre 4m, surtout dans la partie sommitale de la formation.

b) -les marnes du Continental Terminal :

Ce sont des marnes brunes, blanchâtres rouge et verts renfermant quelque passage de gypses et alternant avec de bancs cacalréo-gréseux, l'épaisseur maximale de ces marnes peut atteindre les 70m

-2- Formations à perméabilité d'interstices :

Il s'agit des niveaux du continental terminal ,d'épaisseur comprise entre 30m et 80m, représentés par de bancs de grès de sables argileux et de sable fins à très fins à la base et des sables fins à niveau d'argile sableuse au sommet de la série.

Les bancs sont généralement lenticulaires discontinues par les passages latéraux.

Au pied de deux flancs du synclinal, le trait granulométrique de remplissage du continental terminal est plus grossier qu'au cœur du synclinal ; ce qui offre une meilleure réalimentation pendant les périodes de précipitation.

-3- Formation à perméabilité de fissures :

Les calcaires du Turonien :

Dans le cadre de cette étude, on dispose d'un ensemble de mesures de terrain (162) (réalisées par **Okkacha**, 1997). Les résultats obtenus permettent de mieux connaître les directions dominantes de la fissuration des calcaires Turoniens. Ainsi le dépouillement de ces mesures (tableau n°9) a permis de reconnaître quatre directions dominantes :

N 40 à N 60 N 0 à N20 N 20 à N 40 N 80 à N 100

| Classe et nombre | Effectif | % |
|------------------|----------|--------|
| 0 – 20 | 28 | 17,27 |
| 20 – 40 | 20 | 12,345 |
| 40 – 60 | 28 | 17,283 |
| 60 – 80 | 14 | 8,641 |
| 80 – 100 | 20 | 12,345 |
| 100 – 120 | 14 | 8,641 |
| 120 – 140 | 18 | 11,111 |
| 140 – 160 | 12 | 7,407 |
| 160 – 180 | 8 | 9,938 |
| 9 | 162 | 100 |

Tableau N°09 : Fissuration des calcaires

A partir de tableau n°09 on peut dire que la fissuration des calcaires favorise les écoulements souterrains.

-4- Formation à double perméabilité d’interstices et de fissures :

Ce sont les grés du complexe du continental intercalaire Barrémien –Aptien –Albien, d’une épaisseur qui dépasse les 1500m, dans la région d’El Abiodh sidi cheikh (2300 au Djebel ES-Somm **S .N REPAL** 1952).

La formation est représentée par des grés généralement tendres à stratification oblique et a dragées de quartz dont le diamètre varie de quelque millimètres à 2 à 2,3 cm, les grés renferment des bois silicifiés et des paléo – chenaux.

Leur porosité peut être évaluée à 50 %(**levat**1939), assez perméable par les fissures dans le volume total des grés

-5- La fissuration des grés :

L’ensemble des mesures effectuées est de (180). Le dépouillement de ces mesurée (Tableau N°9) permet de reconnaître quatre orientations dans notre secteur d’étude ;

N0 à N20, N40 à N60, N80 à N100, N20 à 40 N.

Les directions coïncident avec les orientations majeures de failles « Atlasiques » et Quaternaires sur le plan purement hydrogéologique, on constate que ces fissures facilitent l’infiltration de l’eau en direction des nappes profondes en admettant que la fissuration est continue vers la profondeur (d’après les forages dans les régions voisines, la fissuration se poursuit jusqu’à une profondeur de 100m).

| Classe et nombre | Effectif | Fréquence |
|------------------|----------|-----------|
| 0 – 20 | 34 | 18,88 |
| 20 – 40 | 26 | 14,44 |
| 40 – 60 | 30 | 16,66 |
| 60 – 80 | 18 | 10 |
| 80 – 100 | 28 | 15,55 |
| 100 – 120 | 2 | 1,11 |
| 120 – 140 | 16 | 8,88 |
| 140 – 160 | 12 | 6,66 |
| 160 – 180 | 14 | 7,77 |
| 9 | 180 | 100% |

Tableau n°10 : fissuration de grés

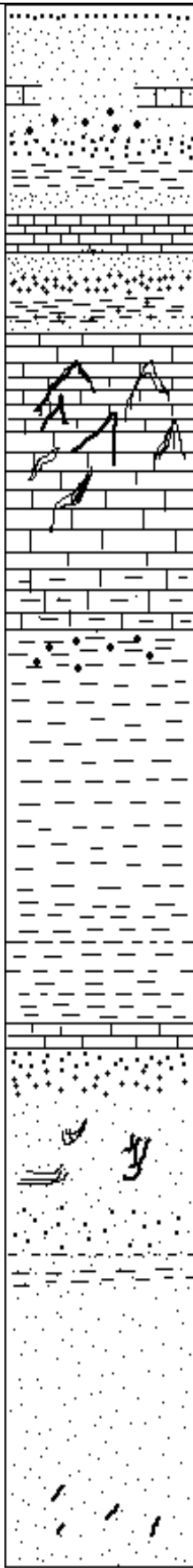
| Colonne lithologique | Epaisseur (m) | Description lithologique | Age | Perméabilité | Comportement Hydrogéologique |
|--|---------------|--|-------------------------|--|--|
|  | 20 | Sable : limon, Sable fin : calcaire dur Conglomérat : galet calcaire à ciment gréseux sable fin à moyen argileux. | QUATERNAIRE | Perméabilité d'interstices, Mixte interstices et de fissure, Semi-perméable | Perméabilité faible Aquifère le débit des puits faible ne dépasse pas 3L/S. |
| | 260 | Marne brune, blanchâtre, Argile sableuse, Grés fins à moyen avec intercalation de calcaire, Sable très fins, Grés : calcaire gréseux cimenté par des grés marneux. Marne à quelque passage de gypse, Marne rouge et verte alternant avec des bancs de grés. | CONTINENTAL TERMINAL | Imperméables, D'interstices et de fissure D'interstices, D'interstices, imperméable | Toit imperméable de l'aquifère sous-jacente Aquifère à perméabilité moyenne : débit 10L/S Aquifère à perméabilité moyenne : débit 15 L/S Substratum semi-perméable de l'aquifère sous-jacente. |
| | 200 | Calcaire fissuré et peu karstique Calcaire dolomitique par endroit et peux argileux Calcaire à élément de silex | TURONIEN | De fissures | Perméabilité relativement bonne Aquifère à débit faible Qualité d'eaux saumâtre |
| | 300 | Marnes verdâtres foncés : grises à quelque intercalation gypseuse lamellaire. | CENOMANIEN | Imperméable | Pas d'eau, ces Marnes constituent le substratum de la nappe de turonien et le toit imperméable du continental intercalaire. |
| | 1500 | Grés friables moyens à grossiers à dragées de quartz et à stratification oblique Grés rouges fins à moyens contenant des sphéroïdes Grés marneux tendres très fins blancs à verts claires Grés bruns très fins à fins renfermant des bois silicifiés. | BARREMIEN APTIEN ALBIEN | Mixtes d'interstices et des fissures | Aquifère multicouche de bonne perméabilité : $K=0.006 \cdot 10^{-1} \text{ m/s}$ Avec un débit qui dépasse 35 l/s est une eau de bonne qualité chimique Il s'agit d'un aquifère avec un système supérieur libre et un système profond captif. |

Fig. 27 : log hydrogéologique synthétique du synclinal d'El Abiodh sidi cheikh

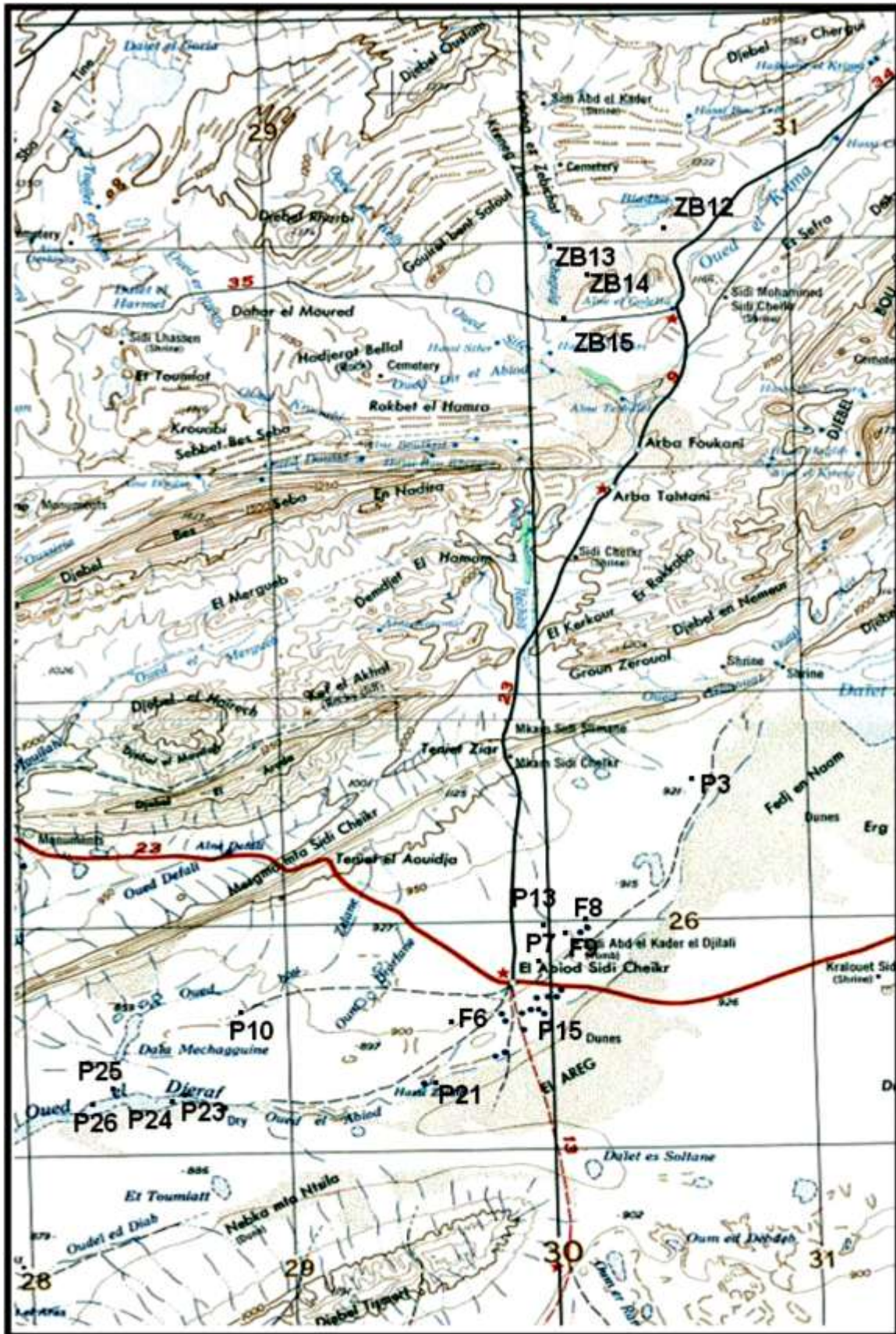


Fig.28 : carte topographique présente les point d'eau dans le secteur d'étude (ANRH Elbayadh)

Réalisation d'une carte d'inventaire :

A l'aide de logiciel Surfer11, nous avons essayé de réaliser la carte d'inventaire à partir de 10 puits destinés à l'alimentation en eau potable et à l'irrigation.

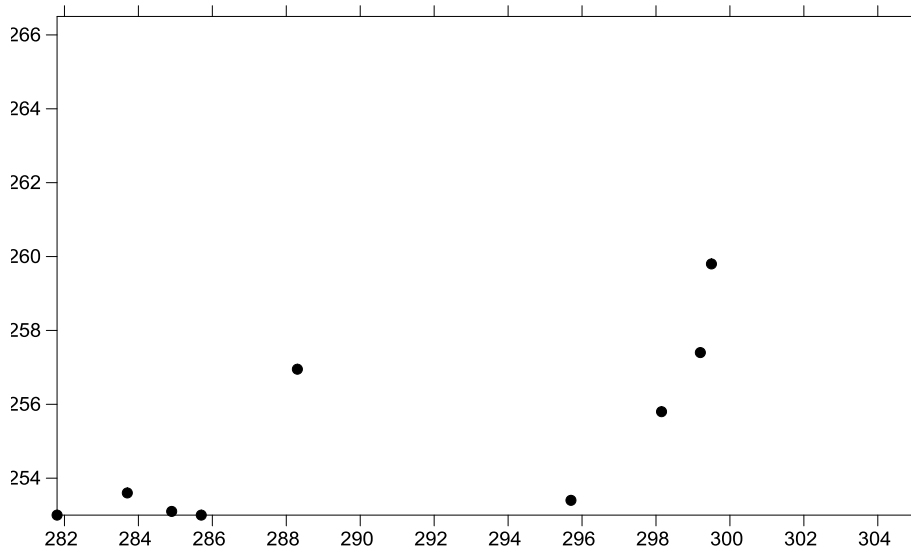


Fig. 29 : la carte d'inventaire du secteur d'étude

VII- CONCLUSION :

A partir de l'étude climatique de la station d'El Abiodh sidi cheikh réalisée sur une période allant de 1991 à 2009, on a abouti aux résultats suivants :

- Le secteur étudié est caractérisé par un climat Hyper aride avec une température moyenne annuelle de 18,57° C et des précipitations moyennes annuelles de 117.55mm
- Le mois de janvier est le mois le plus froid 8.35°C, et Août le mois le plus chaud avec une moyenne de 30.9°C
- À l'échelle saisonnière, l'étude des précipitations montrent que l'automne et le printemps sont les saisons les plus humides et l'Eté correspond à la saison la plus sèche.
- La répartition saisonnière des précipitations (APHE) offre une réalimentation optimale des aquifères.

On note que pour une meilleure approche des apports par les précipitations, il faut se rabattre sur les courbes périodes de la pluviométrie à l'échelle des averses qui contribuent largement à la recharge des aquifères.

La nappe superficielle est très sensible aux variations saisonnières et dont la majorité des eaux présentent une qualité chimique impropre à la consommation humaine .Les débits extrait de cette nappe ne sont pas satisfaisant

Les ressources en eaux les plus importants quantitativement et qualitativement sont localisées dans le complexe gréseux du Barrémo-Albo-Aptien

On note que la recharge de se système aquifère est formé d'une part par l'affleurement de calcaires dolomitiques (turonien) a la forme d'une perméabilité de fissures très développée et d'autre par l'impluvium propre des sables et grés forment la nappe superficielle à perméabilité d'interstices.

CHAPITRE 03 : ETUDE HYDRO CHIMIQUE

L'étude hydro-chimique a été fait par l'ANRH d'El Bayadh qui ont refusé de nous donner les détails des prélèvements des analyses chimiques pour pouvoir traiter les éléments majeurs et de déterminer le faciès chimique des eaux des puits et forages (rapport).

INTRODUCTION :

L'hydrochimie est utilisée comme outil de compréhension des circulations au sein de l'aquifère, La qualité des eaux de la nappe a pu être précisée à partir des puits et des forages étudiés. On note bien que l'hétérogénéité lithologique de l'aquifère joue un rôle très important, sans doute, sur les variations des caractéristiques chimiques de ces eaux.

Dans cette optique, les prélèvements ont été réalisés en une seule campagne sur 12 échantillons, 10 prélèvements au niveau des puits, captant respectivement la nappe superficielle des alluvions du Synclinal El Abiodh sidi cheikh et 2 prélèvements au niveau des forages de la nappe du Continental Intercalaire du synclinal El Kheloua-Arbaouet.

Les analyses chimiques ont été effectuées au laboratoire de l'ANRH d'Oran.

Les paramètres physiques :

Potentiel hydrogène pH, conductivité électrique, minéralisation, résidus sec.

Les paramètres chimiques :

Les cations : Ca, Mg, Na, K.

Les anions : Cl, SO₄, HCO₃.

I-Contrôle des analyses par la balance ionique :

Les analyses peuvent être contrôlées par la balance ionique (BI) donnée par la formule suivante :

$$BI = \left| \frac{\sum \text{ion}^+ + \sum \text{ion}^-}{\sum \text{ion}^+ - \sum \text{ion}^-} \right| \times 100$$

Avec :

$\sum \text{ion}^+$: C'est la quantité en réaction des cations.

$\Sigma \text{ ion}^-$: C'est la quantité en réaction des anions.

e = le pourcentage d'erreur en %.

- Si e % < 2% bonne analyse.
- Si 2% < e < 5% analyse acceptable.
- Si e > 5% mauvaise analyse.

| N° | e% | L'analyse |
|------|------------|------------|
| P3 | < 2 | Bonne |
| P7 | > 5 | Mauvaise |
| P10 | 2 < BI < 5 | Acceptable |
| P13 | 2 < BI < 5 | Acceptable |
| P15 | 2 < BI < 5 | Acceptable |
| P21 | 2 < BI < 5 | Acceptable |
| P23 | 2 < BI < 5 | Acceptable |
| P24 | < 2 | Bonne |
| P25 | 2 < BI < 5 | Acceptable |
| P26 | < 2 | Bonne |
| ZB14 | < 2 | Bonne |
| ZB15 | 2 < BI < 5 | Acceptable |

Tableau11 : calcul d'erreur sur les analyses chimiques

Dans l'ensemble, il s'avère que les résultats des analyses sont acceptables à bonnes.

II-INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS DES ANALYSES :

- 1-Paramètres physiques :

1-1- Potentiel Hydrogène pH :

Le pH d'une eau représenté son acidité ou son alcalinité. Il est lié à la nature des terrains traverses. Les eaux très calcaires ont un pH élevé et celles provenant de terrains pauvres en calcaire ou siliceux ont un pH voisin ou inférieur de 7.

La directive de la communauté européenne précise que l'eau ne doit pas être agressive et indique comme niveau guide un pH, compris entre 6.5 et 8.5 avec une valeur maximale admissible de 9.5 (J.Rodier ; 1984).

pH = -log (H⁺)

L'échelle du PH varie de 0 à 14 en fonction de la force ionique si :

- ❖ [H⁺] < [OH⁻] → pH>7 : l'eau est basique ;
- ❖ [H⁺] > [OH⁻] → pH<7 : l'eau est acide ;
- ❖ [H⁺] = [OH⁻] → pH=7 : l'eau est neutre.

L'examen des mesures de pH sur les échantillons d'eau prélevés montre un pH compris entre 7.32 et 8.36, ce qui reflète un caractère plus ou moins basique des eaux de la nappe superficielle des alluvions du synclinal d'El Abiodh Sidi Cheikh et la nappe du continental intercalaire du synclinal El Khaluoa Arbaouet.

1-2- La conductivité électrique :

La conductivité électrique d'une eau caractérise sa faculté à laisser passer le courant électrique. Elle augmente avec la concentration des ions en solution et la température.

Elle correspond à la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes de 1 Cm² de surface et séparées l'une de l'autre de 1Cm (J.Rodier ; 1984).

La conductivité nous donne une idée sur la minéralisation globale, le tableau suivant donne quelques indications :

| Conductivité (µs/cm) | Minéralisation |
|----------------------|--------------------|
| <100 | Très faible |
| 100< con. <200 | Faible |
| 200< con. <333 | Moyennement élevée |
| 333< con. <666 | Moyenne |
| 666< con. <1000 | Importante |
| >1000 | Très élevée |

Tableau12 : relation existante entre la minéralisation et la conductivité

-1-3- La minéralisation globale de l'eau :

Les eaux sont minéralisées du fait de leurs teneurs en sodium, calcium, chlorures, sulfates et hydrogénocarbonates. Il existe une relation entre la teneur en sels dissous d'une eau et sa conductivité. Toutefois la minéralisation déterminée par pesée de l'extrait sec n'est pas rigoureusement identique à celle calculée à partir de la conductivité étant donné les erreurs inhérentes à la détermination de chacune de ses mesures (J. Rodier ; 1984).

Les valeurs de minéralisation sont, comprises entre 3838 et 375 mg/l indiquant une minéralisation très élevée et excessive aux puits P15 (3838) et P25 de (3681) et P21(3286) et de P13(1819).

1-4- Le résidu sec :

La valeur limite en résidu sec dans l'eau destinée à la consommation humaine est fixée à 1500mg/l.

Les valeurs du résidu sec dans notre région sont comprises entre 370 et 4620 mg /l. Ce sont des valeurs moyennes (sauf pour les puits P13, P15, P21, P24, P25), ou elles sont très élevées.

-2Les paramètres chimiques :

Les paramètres chimiques mesurés concernent :

-les cations : Ca, Mg, Na, K.

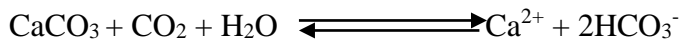
-les anions Cl, SO₄, HCO₃.

a. Calcium (Ca²⁺):

Le calcium est un élément essentiel qui joue un rôle principal d'où la dureté de l'eau potable,

Le calcium provient de deux origines naturelles :

- La dissolution des roches gypseuses.
- La dissolution des roches carbonatées.



b. Magnésium (Mg²⁺):

Les principales sources du Magnésium c'est :

- ✓ Dans de nombreux minéraux des roches volcaniques: Olivine (Fe, Mg)₂ [SiO₄], l'amphibole (Mg, Fe)₂[Si₈O₂₂] (OH, F)₂ et les biolites K (Mg, Fe)₃ [Si Al O₁₀ (OH, F)₂].
- ✓ Le magnésium résulte de l'infiltration des eaux de surfaces à travers les formations dolomitiques (dissolution des formations carbonatées.).

c. Sodium et potassium (Na⁺ + K⁺):

La présence de ces ions de (Na⁺ + K⁺) dans l'eau est due au lessivage des formations riches en Na et Cl (Argile-Marne) et des eaux à usage agricole ou domestique.

d. Chlorures (Cl⁻) :

Les origines des chlorures dans les eaux sont :

- ❖ **Les interactions eau/roche**, de nombreuses roches ignées et volcaniques des minéraux riches en chlore.
- ❖ **Une origine marine, (le biseau salé).**
- ❖ **Une origine anthropique, (les engrais et les pesticides).**

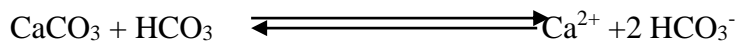
e. Sulfates (SO₄²⁻) :

L'ion sulfate SO₄²⁻ est la forme prédominante des sulfates dans les eaux souterraines :

- ✓ L'oxydation des minéraux riche en soufre (ex : la pyrite (FeS₂)).
- ✓ Le lessivage de formations évaporitiques (ex : le gypse (CaSO₄, 2H₂O)).
- ✓ L'oxydation de sulfures dans les précipitations atmosphériques (phénomène des pluies acides).
- ✓ Une origine anthropique (engrais).

f. Bicarbonates (HCO₃⁻) :

A partir de l'altération des roches carbonatées et en présence d'acide carbonique, la calcite peut se dissoudre pour donner du bicarbonate de calcium :



| Teneur en cations (mg/l) | | | | Teneur en anions (mg/l) | | |
|---|--------------------------|-------------------------|----------------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | Na ⁺ | K ⁺ | Cl ⁻ | SO ₄ ²⁻ | HCO ₃ ⁻ |
| Varient entre 57et 481. | Varient entre 12 et 168. | Varient entre 28 et 575 | Varient entre 4et 29 | Comprises entre 34 et 1142 | Comprises entre 64 et 1476 | Comprises entre 146 et 257 |
| La plus grande concentration est celle de p15 | | | | | | |

Tableau13 : les teneuses en cations et anions dans les échantillons

III-La classification des eaux de la région d'El Abiodh sidi chikh :

III-1- Représentation graphique des analyses d'eau :

III-1- 1 -Digramme de Shoeller Berkaloff :

Le diagramme semi logarithmique de Shoeller -Barkaloff est utilisé pour la représentation graphique des analyses chimiques. Il permet de déterminer le type de faciès des eaux ainsi que leurs évolutions.

Les analyses chimiques effectuées sur les eaux de la région d'El Abiodh Sidi Cheikh permettent de distinguer 5types de faciès :

a- Chlorurée sodique:

Ce faciès caractérise les puits P3, P7, P13

b- Sulfate magnésium:

Ce faciès caractérise le forage P10

c-Sulfate sodique:

Ce faciès caractérise les puits P15, P25

d- Sulfate calciques:

Ce faciès caractérise les puits P21, P23, P24, P26

e- Bicarbonaté calciques:

Ce faciès caractérise les forages ZB14, ZB15

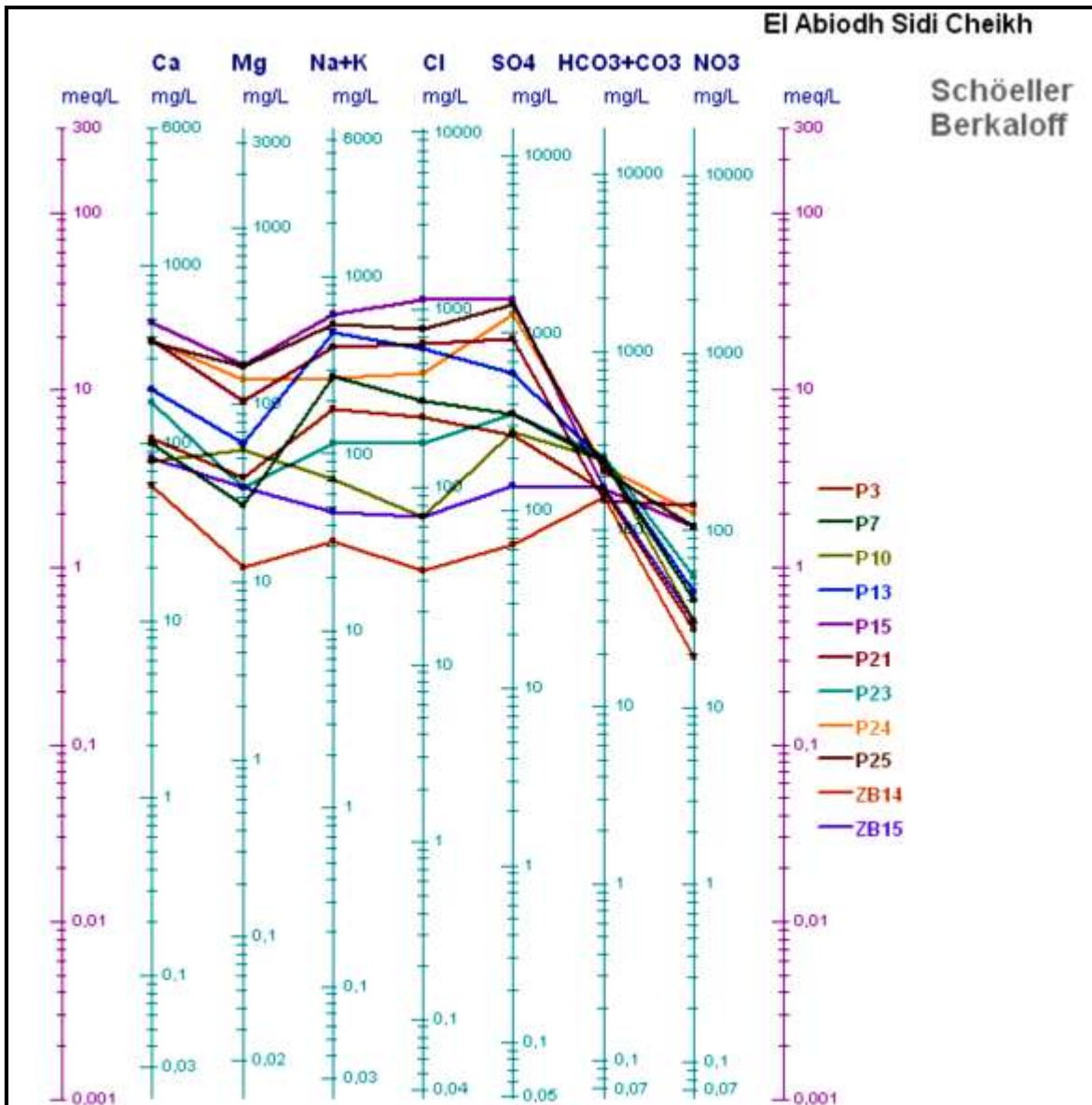


Fig.30 : Diagramme de Shoeller Barkaloff.

III-1- 2 -Diagramme de Piper :

La représentation des analyses chimiques sur le diagramme de piper permet de catégoriser les faciès chimiques des échantillons d'eau prélevée sur le terrain.

A partir du diagramme de piper(figure n°33) la position des points représentatifs caractérisant la composition chimique de l'eau, faite sortir un groupe très dominant : **Chlorurée et sulfatée calcique et magnésienne** (P3,P10,P13,P15,P21,P23,P24,P25,P26,ZB14 ,ZB15).

Sauf le puits P7 qui fait sortir un group : **chlorurée sodique et potassique ou sulfatée sodique**.

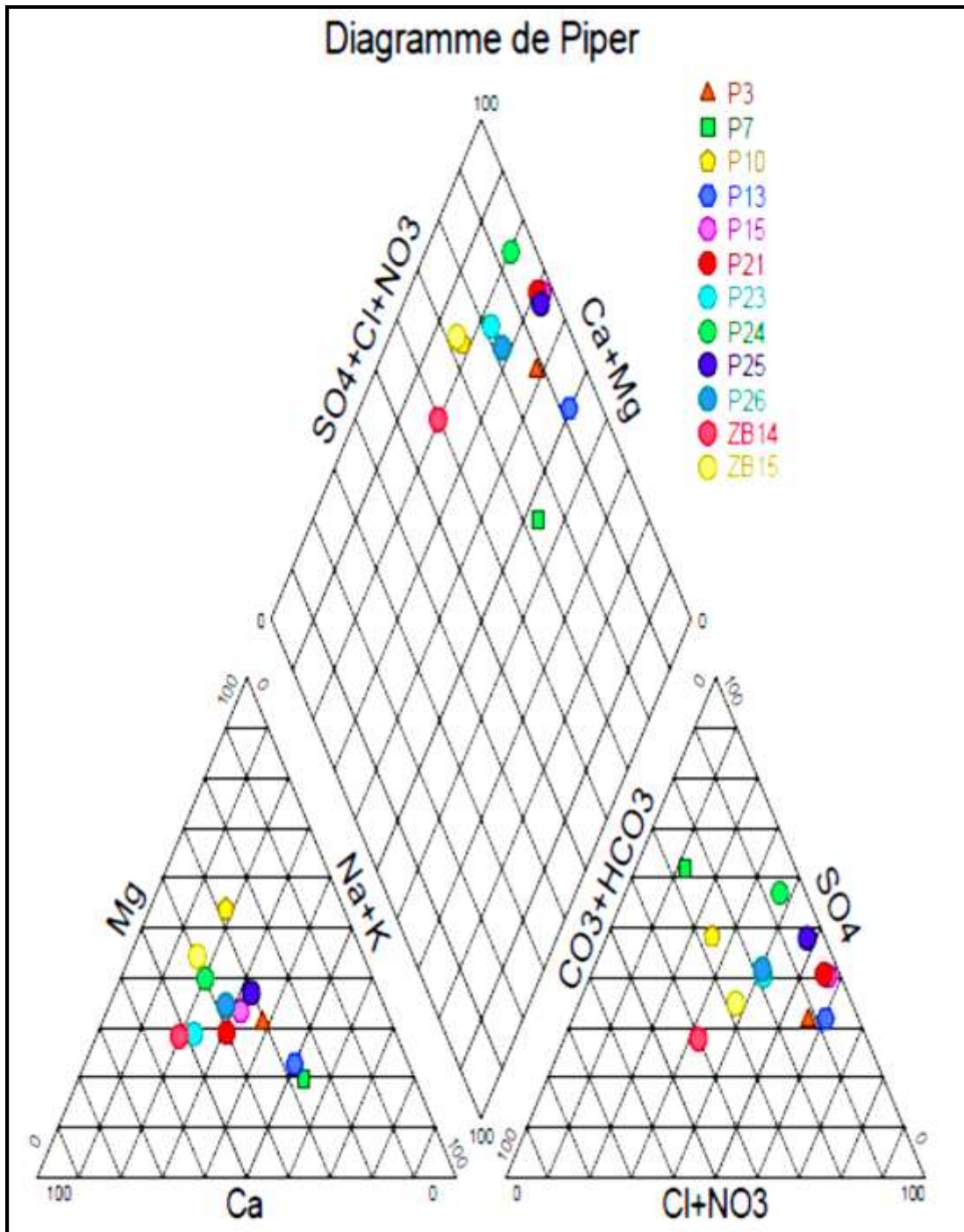


Fig.31: Diagramme de piper

IV-Qualité chimique des eaux :

IV-1-Norme de potabilité :

i-selon l'ONS :

Les normes algériennes (N.A.) sont inspirées de l'organisation mondiale de la santé(O.M.S) relatives aux eaux et des normes prescrites dans les directions de la communauté Economique Européenne (C.E.F)

La présente norme à pour objet de fixer les spécifications organoleptiques, physico-chimiques et toxicologiques des eaux destinées à la consommation.

Interprétation des résultats :

L'eau de notre région répond en générale aux normes algériennes, tous les points prélevés sont potables, mais on remarque un excès au niveau des puits P15, P21, P25, qui dépasse les normes algériennes les différents résultats obtenus sont consignés au tableau n°14 :

| paramètres | unité | Niveau guide | Concentration maximale admissible | Résultats des analyses chimiques | |
|----------------|-------|--------------|-----------------------------------|---|-------------------------------|
| | | | | Eau potable | Eau non potable |
| Ca | Mg/l | 75 | 200 | P3-P5-P10-P13-P23-P26-ZB15 | P15-P21-P24-P25-ZB14 |
| Mg | Mg/l | | 150 | P3-P7-P10-P13-P21-P23-P24-P26-ZB14-ZB15 | P15-P25 |
| Cl | Mg/l | | 500 | P3-P7-P10-P23-P24-P26-ZB14-ZB15 | P13-P15-P21-P25 |
| So4 | Mg/l | 200 | 400 | P3-P7-P10-P23-P26 | P13-P15-P21-P24-P25-ZB14-ZB15 |
| Ph | Mg/l | 6.5 | 8.5 | P3-P7-P10-P13-P15-P21-P23-P24-P25-P26-ZB14-ZB15 | |
| Minéralisation | Mg/l | | 1000 | P3-P10-P26-ZB14-ZB15 | P7-P13-P15-P21-P23-P24-P25 |
| Résidus sec | Mg/l | | 2000 | P3-P7-P10-P23-P26-ZB14-ZB15 | P13-P15-P21-P24-P25 |
| Conductivité | µs/cm | | 2880 | P3-P7-P10-P13-P23-P24-P26-ZB14-ZB15 | P15-P21-P25 |

Tableau n°14 : Potabilité des eaux selon les normes Algérienne.

IV-2 Norme selon le degré hydrométrique total (D H T):

Le titre hydrométrique ou dureté de l'eau est correspond à la formule suivante :

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{TH} = (r\text{Ca}^{2+} + r\text{Mg}^{2+}) \text{ en méq/l} \\ \text{TH} = 5(r\text{Ca}^{2+} + r\text{Mg}^{2+}) \text{ en degré français } ^\circ\text{F} \end{array} \right.$$

On peut classer les eaux en fonction de leurs duretés:

Le tableau ci-dessous donne le TH en °F avec la dureté des différents points d'eaux :

| | | | | |
|------------------------|------------|-----------|------------|-----------|
| TH de l'eau | 0 à 3 °F | 3 à 15 °F | 15 à 30 °F | >30 °F |
| Qualification de l'eau | Très douce | Douce | Dure | Très dure |

Tableau n°15: le TH en °F avec la dureté des différents points d'eaux

Les valeurs de la dureté des différents points d'eau sont reportées dans le tableau suivant :

| | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|
| Forage | P3 | P7 | P10 | P13 | P15 | P21 | P23 | P24 | P25 | P26 | ZB14 | ZB15 |
| TH en °F | 43 | 33 | 43 | 75 | 189 | 139 | 58 | 152 | 16 | 42 | 19 | 34 |
| Qualification d'eau | Td | Td | Td | Td | Td | Td | Td | Td | D | Td | D | Td |

Tableau n°16: Les valeurs de la dureté des différents points

*D'après le tableau, on a une eau dure dans la puits P25 et le forage ZB14 et une autre très dures dans les puits P3,P7,P10,P13,P15,P21,P23,P24,P26 et le forage ZB15 ,le puits P15 et excessivement dure et impropre à la consommation.

IV-3-Aptitude à l'irrigation :

La qualité des eaux d'irrigation est un paramètre important à considérer, non seulement dans l'étude de l'impact direct sur les produits agricoles, mais aussi dans celle de l'impact indirect sur les sols par modification de leurs propriétés physique et chimique (SUAREZ et al. 2006).

Vu le développement de l'agriculture dans le périmètre de la région d'El Abiodh Sidi Cheikh, nous avons jugé utile de déterminer l'aptitude des eaux souterraines à l'irrigation, pour ce la nous avons calculé le SAR qui permet d'interpréter les classes des couples salinité, sodalité pour chaque point d'eau et aussi la nature du sol à l'irrigation. Il est donné par la formule suivante:

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}}$$

Na⁺ et Ca²⁺, Mg²⁺ en mg/l.

- SAR<10 eau excellente.
- 10<SAR<18 bonne eau.
- 18<SAR<26 eau convenable.
- SAR>26 eau médiocre

Les valeurs sont représentées dans ce tableau :

| Point d'eau | SAR | Qualité des eaux |
|-------------|------|------------------|
| P3 | 3.64 | Eau excellent |
| P 7 | 6.04 | Eau excellent |
| P 10 | 1.4 | Eau excellent |
| P 13 | 7.65 | Eau excellent |
| P 15 | 5.73 | Eau excellent |
| P21 | 4.43 | Eau excellent |
| P 23 | 1.88 | Eau excellent |
| P24 | 2.81 | Eau excellent |
| P25 | 5.62 | Eau excellent |
| P26 | 2.31 | Eau excellent |
| ZB14 | 0.87 | Eau excellent |
| ZB15 | 0.97 | Eau excellent |

Tableau N°17: valeurs du S.A.R. et la qualité des eaux.

D'après les valeurs obtenus, on constate que tous les puits manifestent une eau excellents pour l'irrigation (SAR<10).

Les valeurs calculées du SAR permettent de classer l'eau, du point de vue des classes de différentes qualités de l'eau.

La position de ce point caractérise la qualité de l'eau de ces captages pour l'irrigation, qui est définit dans le tableau n°17 (d'après J.SERVANT 1975, classification des eaux d'irrigation, U.S. Salinity LAB).

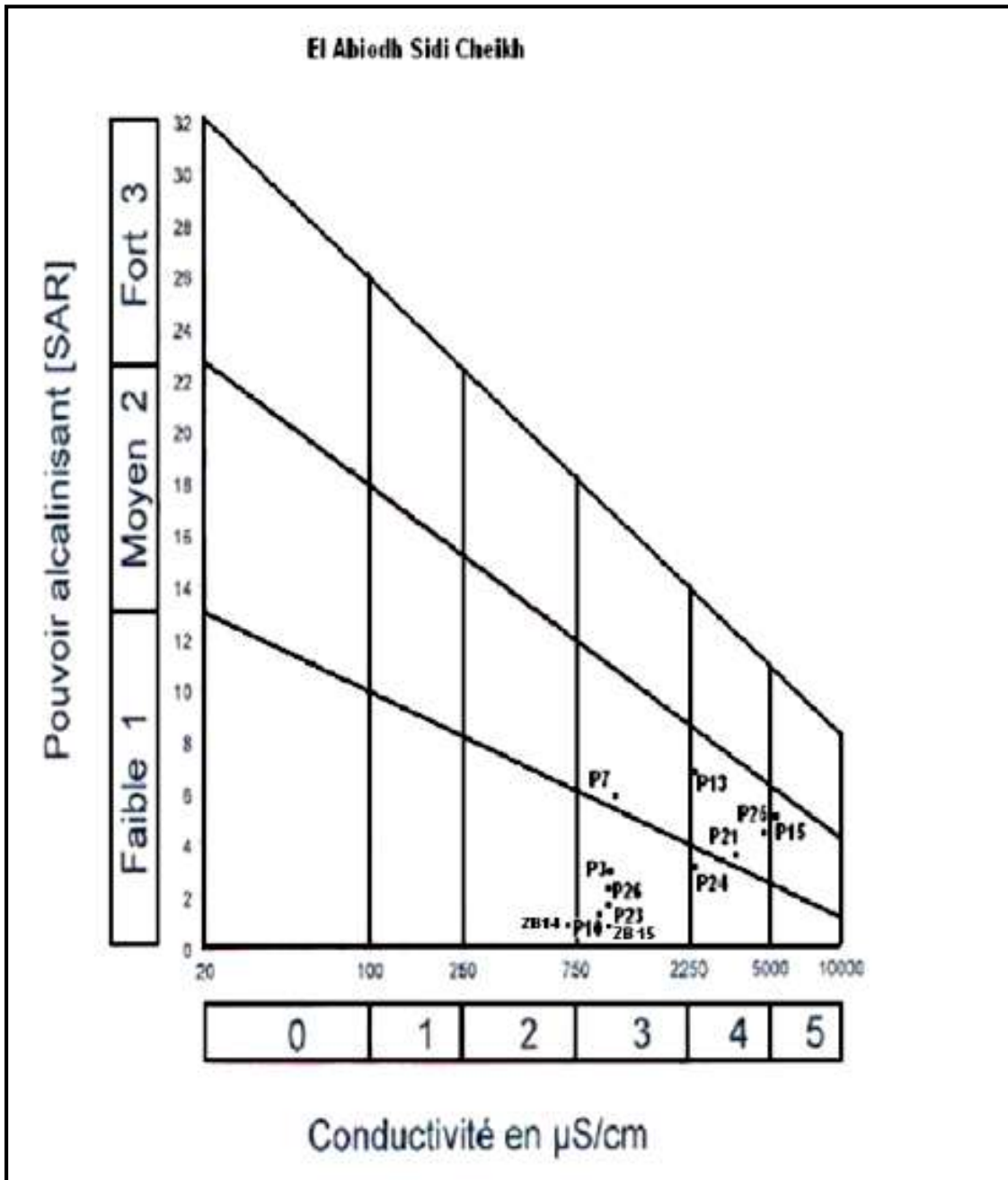


Fig. 32: Diagramme de classification des eaux d'irrigation (SAR)

IV-4 Classification des eaux d'irrigation :

| Degré | Qualité | Classes | Description |
|----------|------------|-------------------------|---|
| 1 | Excellente | C1-S1 | Eau utilisable sans danger dans l'irrigation de la plupart des cultures, sur la plupart des sols |
| 2 | Bonne | C2-S1 C2-S2 | En général, eau pouvant être utilisé sans contrôle particulier pour l'irrigation des plantes moyennement tolérantes aux sels sur sol ayant une bonne perméabilité. Principaux problèmes dus aux plantes trop sensibles, au sodium et aux sols à forte capacité d'échange d'ions (sols argileux). |
| 3 | Admissible | C3-S1 | En générale, eau convenant à l'irrigation des cultures tolérante aux sels, sur des sols bien drainés. L'évolution de la salinité doit cependant être contrôlée. Principaux problèmes dus aux plantes trop sensibles au sodium et aux sols à faible perméabilité |
| 4 | Médiocre | C4-S1 C4-S2 C3-S3 | En générale eau fortement minéralisée pouvant convenir à l'irrigation de certaine espèce bien tolérante au sel et sur des sols bien drainés et lessivés. |
| 5 | Mauvaise | C3-S4 C4-S3 C4-S4 | Eau ne convenant généralement pas à l'irrigation, mais pouvant être utilisé sous certaines : sols très perméable, bon lessivage, plantes tolérant très bien le sel |

Tableau N°18: Classification des eaux d'irrigation

D'après la figure n°34, on constate qu'on a une eau de qualité admissible pour l'irrigation au niveau des puits P3, P7, P10, P23, P26, ZB15. Cependant, l'eau est de qualité médiocre pour l'irrigation au niveau des puits P13, P21, P24, P25. Et de bonne qualité d'irrigation pour les eaux du forage ZB15.

Conclusion :

D'après l'étude des résultats obtenus à partir d'analyses physico-chimiques réalisées sur 12 échantillons au niveau de la nappe superficielle du synclinal d'El Abiodh Sidi Cheikh et au niveau de la nappe du continental intercalaire de synclinal d'Arbaouet. Les eaux sont :

- ✓ à conductivités moyenne comprise entre 745 et 5057 $\mu\text{s}/\text{cm}$
- ✓ minéralisation importante comprise entre 375 et 838 mg/l
- ✓ résidu sec comprise entre 370 à 4620 mg/l
- ✓ pH de 7,32 à 8,36.

Dans le détail, les diagrammes de Schoeller-Berkaloff permettent de distinguer 4 familles de faciès :

- 1- Chlorurée sodique.
- 2 - Sulfate magnésium.
- 3 - Sulfate sodique.
- 4- Sulfate calciques.
- 5- Bicarbonaté calcique

Selon le diagramme de piper nous avons deux groupes :

- 1- Chlorurée et sulfatée calcique et magnésienne.
- 2- sulfatée sodique.

Les paramètres physico-chimiques des eaux conformes au niveau guide et Admissible des normes algériennes à l'exception des puits P15, P21 et P25.

Les eaux des puits et de forages sont admissibles à médiocre pour l'irrigation sauf le puits P15

Conclusion générale

Cette étude a donnée une idée sur les caractéristiques hydrogéologique et hydro chimique du secteur d'étude.

- ✓ L'étude climatologie de la région sur une période de 1990/2009 montre qu'elle est caractérisée par un climat hyper- aride, avec une température moyenne annuelle 18.57°C et une précipitation moyenne annuelle de 117.55mm/ans.
- ✓ L'étude hydrogéologique qui va nous permettra de déterminer les déférences aquifères dans la région et leurs caractéristiques.

Cette étude nous a permis en premier lieu de faire une approche des apports par les précipitations et des pertes par évapotranspiration. Ainsi nous avons aboutit a un bilan déficitaire caractérisant au mieux la région étudiée. A cet effet, seule l'étude des précipitations à l'échelle des averses peut nous renseigner sur la contribution des eaux météoriques à la recharge des nappes.

Dans un deuxième volet, l'étude géostrutturale et hydrogéologique a permis d'identifier les principaux aquifères qui constituent au niveau des synclinaux des gouttières très favorables à la réalimentation du système aquifère multicouche (nappe superficielle, nappes profondes des grès et calcaires dolomitiques).

De point de vue hydrochimique, il s'est avère une conformité évidente entre la nature lithologique et les faires chimiques des eaux : chlorurée sodique (alluvions), sulfaté (système multicouche) et bicarbonaté (calcaire dolomitique).

Néanmoins les eaux de la région répond en générale aux normes algériennes de potabilité, Elles sont bonnes à admissibles pour l'irrigation.

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUES :

- ❖ AFAK C. (2008) : Les systèmes Aquifères de la wilaya d'El Bayadh CR
- ❖ AFAK C. (2008) : analyse chimique et bactériologique des points d'eau AEP Wilaya d'El Bayadh CR.
- ❖ APC d'El Abiodh Sidi Cheikh
- ❖ A.N.R.H : Agence nationale des ressources hydrique (Secteur d'El Abiodh Sidi Cheikh).
- ❖ C.G.G (1974) : Etude géophysique des monts des ksour (zone d'El Abiodh Sidi Cheikh).
- ❖ DAHMANI .M (2004) Estimation de la recherche de nappe Infra-Crétacé de la région du DHRA LAHMAR (Atlas Saharien Central) Mem. Ing. Sci Terre Uni. Tlemcen.
- ❖ Hydraulique d'El Abiodh Sidi Cheikh
- ❖ KHEDDOUM O (1998) contribution a l'étude Hydrogéologique du synclinal d'El Abiodh Sidi Sheikh (Atlas Saharien Occidental .partie méridio-oriental) Mem. Ing .Sci Terre. U.S.T. Oran.
- ❖ MAHBOUBI M. (1983) étude géologique et paléontologique du Crétacé post-Aptien et du Tertiaire de la bordure méridionale du Djebel Amour (Atlas saharien central) Thèse de 3eme cycle T.S.T. Oran.
- ❖ Mansour H.(2007) : hydrogéologie du continental intercalaire et du complexe terminal en domaine aride. exemple des monts des ksour (atlas saharien occidental) Thèse Présentée pour l'obtention du grade Docteur d'état en Sciences de la Terre Option Hydrogéologie univ Oran.
- ❖ RODIER J (1984) analyse d'eau Ed Dunod, Paris.
- ❖ SOSIETIE STROJEXPORT (Prague 1972) : Etude et recherche d'eau dans la steppe de la région d'El Bayadh

LISTES DES FIGURES

- Fig.1 situation géographique des Monts des Ksour, dans l'Atlas saharien Occidental
- Fig.2 situation géographique du secteur d'étude
- Fig.3 carte topographique de secteur d'étude (Extraite de la carte topographique 1 / 500. 000).
- Fig.4 cartegéologique d'El Abiodh sidi cheikh
- Fig.5 Réseau hydrographique du secteur d'étude
- Fig.6 Carte géologique représente les localisations de coupe A (mémoire master filali)
- Fig.7) coupe A structural transversal du synclinal d'El Abiodh Sidi Cheikh.
- Fig.8 log litho stratigraphique du synclinal d'El Abiodh Sidi Cheikh (d'après strojexport 1972
- Fig.9 Carte géologique du synclinal El Kheloua-Arbaouet (Mansour et Regagba, 2003).
- Fig.10 Succession lithologique du Djebel Gharbi (a) et Djebel chergui (b)(Mansour et Regagba, 2003)
- Fig.11 : Extrait de la carte des ressources en eau souterraine au Nord de l'Algérie
- Fig.12 Bassin versant du synclinal d'El Abiodh Sidi Cheikh (MANSOUR H.) modifiée
- Fig.13 Courbe hypsométrique de oued djeraf (MANSOUR H)
- Fig. 14: Profil en long de oued djeraf (MANSOUR).
- Fig.15: Courbe hypsométrique du Sous bassin de Tafarahit
- Fig.16 Profil en long du sous bassin de Tafarahit
- Fig.17 Courbe des précipitations annuelles d'EL Abiodh sidi cheikh
- Fig.18: Variation des précipitations moyennes mensuelles de la station d'El Abiodh Sidi Cheikh
- Fig.19 : Histogramme des précipitations moyennes saisonnières de la station El Abiodh Sidi Cheikh

Fig.20: Courbes de la température mensuelle maximale, moyenne, minimal à la station d'El Abiodh Sidi Cheikh (1991-2009)

Fig.21: diagramme pluviothermique de la station d'El Abiodh Sidi Cheikh

Fig.22 : Abaque pour le calcul de l'indice d'aridité annuel de DE MARTONNE.

Fig. 23 : logs Litho stratigraphiques des forages ZB12, ZB13

Fig.24 : logs stratigraphiques des forages ZB14, ZB15

Fig. 25 : Coupe B structurale transversale du synclinal d'El Abiodh Sidi Cheikh représente l'aquifère superficiel

Fig. 26: logs stratigraphique, des forages F8 et F9

Fig. 27: log stratigraphique du forage F6

Fig.28 : Log hydrogéologique du synclinal d'El Abiodh sidi cheikh

Fig.29 : carte topographique présente les point d'eau dans le secteur d'étude

Fig.30: la carte d'inventaire du secteur d'étude

Fig.31 Diagramme de Shoeller Barkaloff.

Fig.32 Diagramme de piper

LISTE DES TABLEAUX

Tableau n° 1 : caractéristique de la station météorologique d'El Abiodh Sidi Cheikh

Tableau n°2 : Valeurs moyennes mensuelles des précipitations de la station d'El Abiodh sidi cheikh

Tableau n°3: valeur moyennes saisonnières des précipitations en mm de la station d'El Abiodh sidi cheikh.

Tableau n°4 : Valeurs moyennes mensuelle des Températures à la station d'el Abiodh Sidi Cheikh.

Tableau n° 5 : précipitations et températures mensuelles de la station d'El Abiodh sidi cheikh (1991-2009).

Tableau n°6 : Rapport P/T.

Tableau n°7 : valeurs de l'indice d'aridité mensuel de. MARTONNE.

Tableau n°8 : Les différents ouvrages hydrauliques (forages) réalisés à la région d'El Abiodh sidi cheikh.

Tableau n°9 : Fissuration des calcaires.

Tableau n°10 : fissuration de grés.

Tableau n°11 : calcul d'erreur sur les analyses chimiques.

Tableau n°12 : relation existante entre la minéralisation et la conductivité.

Tableau n°13: les teneurs en cations et anions dans les échantillons.

Tableau n°14 : Potabilité des eaux selon les normes Algérienne.

Tableau n°15 : le TH en °F avec la dureté des différents points d'eaux.

Tableau n°16 : Les valeurs de la dureté des différents points.

Tableau n°17 : valeurs du S.A.R. et la qualité des eaux.

Tableau n°18 : Classification des eaux d'irrigation.