

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Ibn Khaldoun –Tiaret-

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Nutrition et Technologie Agro-Alimentaire



Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Master académique

Domaine : "Sciences de la Terre et de l'Univers"

Filière : "Géologie"

Spécialité : "Hydrogéologie et Environnement"

Thème :

Contribution à l'étude Géologique et Hydrogéologique de la région de Frenda wilaya de Tiaret

Présentés et soutenus publiquement par :

✚ ABBES Zahia

✚ YAGOUB Naima

JURY :

-Président : M. BOUCHENTOUF Khaled, Maitre- assistant « A »

-Promoteur : M. ZERARKA Abdelkader, Maitre-conférence A

-Examineur : M. AMEUR Mohamed, Maitre-assistant B

Année universitaire : 2014 -2015

REMERCIEMENTS

*Tout d'abord nous remercions **ALLAH**, le tout puissant de nous avoir aidés pour réaliser ce mémoire.*

*Nos remerciements s'adressent à **M.Zerarka A.** qui a accepté d'être Notre encadreur et pour ses efforts déployés, ses encouragements et sa patience.*

*Nous tenons à remercier **M.Bouchantouf K.** d'avoir accepté de présider de jury.*

*Comme nous remercions vivement **M.Ameur M.** qui a accepté d'examiner
Notre travail.*

Nous remercions également les techniciens et les ingénieurs de la subdivision des eaux de la Daïra de Frenda.

Nos profondes reconnaissances et nos vifs remerciements vont à tous les

*Enseignants ayant participé à notre formation tout au long de notre cursus universitaire surtout **M. Bouchentouf Khaled.***

Enfin, nos immenses remerciements vont à tous nos amis de la promotion

2^{ème} année Master STU spécialité Hydrogéologie et Environnement au titre de cette année universitaire 2014-2015.



Dédicace

*Après avoir remercié « ALLAH » le tous puissant et
volonté.*

*Je dédie ce modeste travail aux être les plus chers
au monde :*

*A ma très cher mère(Meni) qui ont tant sacrifié
pour mes études en témoignage de leur dévouement,
amour, patience et persévérance et qui ont fait de
moi la personne qui je suis aujourd'hui.*

*A mes chers frères : mon cœur Mohmmmed, Hamza,
Kamel*

En leur espérant le plein succès dans leur vie

A tous la famille «Abbes»

*A mes camarades de promotion Master II 2014-2015
surtout: Kheir Eddine, Fatima, Abed, Allal, Salleh, Son
oublier mon binôme : Naima*

*Enfin, je dédie ce travail, à ceux qui m'ont aidé de près
ou de Loin.*

. Zahia

Dédicace Dédicace

*Après avoir remercié «ALLAH» le tous puissant et volonté.
Je dédie ce modeste travail aux être les plus chers au monde :
A mes très chers parents (Oum El Kheir, Abd El Hadi) qui ont tant
sacrifié pour mes études en témoignage de leur dévouement, amour, patience
et persévérance et qui ont fait de moi la personne qui je suis aujourd'hui.*

A mes chers frères : Mohammed, Walid, Abd El Rahman

En leur espérant le plein succès dans leur vie

Et mes Neveux : Amare Ahmed

A tous la famille « Yagoub » et la famille « Hamer El Ain »

A tous mes amies : Bochra Touha Fatima Malika Hanan Hoda Aicha

Sara Douba Warda Mariem Imane Habiba Afaf Fatoum Hadjira Samira

A mes camarades de promotion STU Master II 2014-2015 surtout

Kheir Eddine

A Ma binôme : Zahia

*Enfin, je dédie ce travail, à ceux qui m'ont de près ou de
Loin*

. NANO



SOMMAIRE

Remerciement

Dédicace

SOMMAIRE

Liste des Figures

Liste des Tableaux

Liste des abréviations

Introduction Générale..... 1

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

1. Situation géographique.....	2
2. Le Réseau Hydrographique.....	3
2.1 Oued Mina.....	3
2.1.1 Géologie.....	3
2.1.2 Stratigraphie.....	3
2.1.3 Tectonique.....	5
2.2 La vallée de l'Oued El Abd et de l'Oued El Taht.....	6
2.2.1 Stratigraphie.....	6
2.2.2 Tectonique.....	7
3 Conclusion.....	7

Chapitre II : Géologie

1. Introduction.....	8
2. La Géologie	10
2.1 Caractéristique de la zone d'étude.....	10
2.1.1 La commune d'Ain El Hdid	10
2.1.1.1 Données Lithologiques.....	10
2.1.1.2 Caractéristique géologique.....	10
2.1.2 La commune de Frenda (la ville).....	11
2.1.2.1 Caractéristique géologique.....	11
2.1.3 La commune de Médrissa.....	12
2.1.3.1 Caractéristiques géologies.....	13
3. Lithostratigraphie.....	13
3.1 Le Jurassique.....	13

3.1.1	Le Jurassique supérieur.....	13
3.1.1.1	L'Oxfordien	13
3.1.1.2	Le Kimméridgien	13
3.1.1.3	Le Tithonique	14
3.2	Le Crétacé.....	14
3.2.1	Le Crétacé inférieur.....	14
3.2.2	Le Crétacé Supérieur.....	15
3.2.2.1	Le Cénomaniens	15
3.2.2.2	Le Turonien.....	16
3.2.2.3	Le Sénonien.....	16
3.3	Le Miocène.....	16
3.3.1	Lithologie du Miocène	17
3.3.2	Les formations post – Miocène.....	17
3.3.2.1	Le Plio-Quaternaire.....	17
3.3.2.2	Le Quaternaire.....	17
3.4	Le Quaternaire	18
3.4.1	Facies tendres.....	18
3.4.2	Facies moyennement.....	18
3.4.3	Facies dur ou résistant.....	18
4.	Tectonique.....	19
5.	Conclusion.....	20

Chapitre III : Hydroclimatologie

1.	Introduction.....	21
2.	Climatologie de la zone d'étude	21
3.	Les facteurs climatiques	21
3.1	Les précipitations.....	22
3.1.1	Les précipitations moyennes mensuelles.....	22
3.1.2	Les variations interannuelles des précipitations	23
3.2	Températures	25
3.2.1	Températures moyennes mensuelles	25
3.2.2	Diagramme Pluvio-thermique (Ombro-thermique).....	26

3.3 L'humidité	27
3.4 L'évaporation.....	28
4. Indices Climatiques.....	28
4.1 Climatogramme d'Emberger	28
4.2 L'indice climatique de DE MARTONNE (1923)	29
5. Conclusion.....	30

Chapitre IV : Hydrogéologie et Piézométrie

1. Introduction.....	31
2. Les types des aquifères	31
2.1 L'aquifère du Jurassique Supérieur	31
2.1.1 Nappe de l'oxfordien	31
2.1.2 Nappe aquifère du Kimméridgien – Tithonique	33
2.2 Aquifère du Crétacé Supérieur	33
2.3 Aquifère du Miocène Inferieur	34
2.4 Les eaux du Quaternaire	34
3. Plaine de Mina	34
3.1 La nappe libre des Alluvions Quaternaires	34
3.2 La nappe captive du Quaternaire ancien-Pliocène Continental	35
3.3 La nappe captive des Grés-Calcaires Astiens	35
3.4 Le substratum	36
3.5 L'alimentation	36
3.6 L'exutoire	36
4. Les Bassani versants	37
5. la vallée l'Oued El Abd et Oued El Taht	38
5.1 Structure du système aquifère	38
5.2 Alimentation	38
5.3 L'exutoire	38
5.4 Caractéristique hydrodynamique	38
6. Les ressources	39
6.1 Les ressources souterraines	39
6.2 Les ressources superficielles	39
6.3 Les sources	39

6.3.1 Source liées à des failles	39
6.3.2 Les sources de contact	40
6.3.3 Les sources des séries Gréso-Dolomitique du Jurassique Supérieur.....	41
6.4 Les Forages.....	41
7. Piézométrie	43
7.1 Mesure de gradient hydraulique.....	43
7.2 L'interprétation de la carte piézométrique.....	44
7.3 Evaluation des paramètres hydrodynamiques.....	44
7.3.1 Essai de pompage.....	45
7.3.2 Caractéristique du forage.....	45
8. Conclusion.....	46

Chapitre V : Hydrochimie

1. Introduction.....	47
2. Répartition des points de prélèvement de la zone d'étude.....	47
3. Paramètres Physico-chimiques.....	48
3.1 Résultats et discussion.....	48
3.1.1 Interprétation et discussion des résultats.....	48
3.1.1.1 Analyses physico-chimiques.....	48
3.1.1.1.1 Les paramètres physiques.....	48
a. Potentiel d'Hydrogène pH.....	48
b. Résidu Sec.....	49
3.1.1.1.2 Les paramètres chimiques.....	50
a. Les deux forages de Fenda F2, F3.....	51
b. Les deux forages d'Ain El Hadid F2, F1.....	52
4. Interprétation des résultats.....	53
5. Conclusion.....	53
Conclusion Générale.....	54

Références Bibliographiques

Résumé

Abstract

ملخص

Listes des figures

N°	Titre de figure	Page
Fig N°01	: Situation Géographique de la zone d'étude (Frenda, modifiée)	2
Fig N° 02	: Carte Géologique de la région de Frenda (échelle : 1/50 000, SDG. 1980)...	8
Fig N° 03	: Coupe géologique (segment A-B sur la carte) de la région d'étude (Carte Géologique de Frenda (échelle : 1/50 000, SDG. 1980).....	9
Fig N° 04	: Répartition des précipitations moyennes mensuelles de la région d'étude (station d'Ain Bouchekif – Tiaret « 1986-2013 »).....	22
Fig N° 05	: Répartition des précipitations interannuelles de la région d'étude (station d'Ain Bouchekif « 1986-2013 »).....	25
Fig N° 06	: Les températures moyennes mensuelles de la région d'étude (station d'Ain Bouchekif « 1986-2013 »).....	26
Fig N° 07	: Diagramme Ombro-thermique de la région d'étude (station d'Ain Bouchekif « 1986-2013 »).....	27
Fig N° 08	: Position de la zone d'étude dans le climatogramme d'Emberger.....	29
Fig N° 09	: Carte des ressources en eaux souterraine du bassin versant du Cheliff-Zahrez (extraite de : « ATLAS DE BASSIN HYDROGRAPHIQUE CHELIFF-ZAHREZ » ABH – CZ).....	32
Fig N° 10	: Carte MNT du bassin de la MINA (Hallouz Fet <i>al</i> ; 2012).....	37
Fig N° 11	: La carte Piézométrique de la zone d'étude.....	43
Fig N° 12	: Log Litho-stratigraphique (Oued Fardja F2) d'Echelle 1/1000.....	46
Fig N°13	: Histogramme montrant les valeurs de pH des points de prélèvement.....	49
Fig N°14	: Histogramme présente le Résidu Sec des points de prélèvement.....	50
Fig N°15	: Log stratigraphie de forage de Frenda F2.....	51
Fig N°16	: Histogramme représentant les paramètres chimiques (forage de Frenda F2)..	51

Fig N°17 : Log stratigraphie de forage de Frenda F3.....	51
Fig N°18 : Histogramme représentant les paramètres chimiques (forage Frenda F3)....	51
Fig N°19 : Log stratigraphie de forage d'Ain El Hadid F2.....	52
Fig N°20 : Histogramme reprisent les paramètres chimiques du forage d'Ain El Hadid F2.....	52
Fig N°21 : Log stratigraphie de forage d'Ain El Hadid F1.....	52
Fig N°22 : Histogramme reprisent les paramètres chimiques de forage d'Ain El Hadid F1.....	52

Liste des Tableaux

N°	Titre de tableau	Page
Tab N° 01	: Les caractéristiques de la station d'Ain Bouchekif (1986-2013).....	21
Tab N° 02	: Les Précipitations moyennes mensuelles de la région d'étude (station d'Ain Bouchekif– Tiaret « 1986-2013 »).....	22
Tab N° 03	: Précipitations interannuelles en (mm) de la région d'étude (station d'Ain Bouchekif – Tiaret « 1986-2013 »).....	23
Tab N° 04	: Coefficients pluviométriques de la région d'étude (Station d'Ai Bouchekif – Tiaret 1986-2013).....	24
Tab N° 05	: Les températures moyennes mensuelles de la région d'étude (station d'Ain Bouchekif « 1986-2013 »).....	26
Tab N° 06	: L'humidité relative moyenne mensuelle de la station d'Ain Bouchekif (1986-2013).....	27
Tab N° 07	: L'évaporation moyenne mensuelle de la région d'étude (station d'Ain Bouchekif « 1986-2013 »).....	28
Tab N° 08	: Représentation des caractéristiques de quelque forages dans la région d'étude (2010).....	42
Tab N° 09	: Etat des forages.....	42
Tab N° 10	: Représentation des valeurs du gradient hydraulique de la zone d'étude...	44
Tab N°11	: Répartition des points de prélèvement de la zone d'étude.....	47
Tab N°12	: Résultats de mesure du pH des points de prélèvements.....	48
Tab N°13	: Résultats du Résidu Sec.....	49
Tab N°14	: Résultats des analyses des points de prélèvement.....	50

LISTE DES ABREVIATIONS

ABHC-Z : Agence du Bassin Hydrographique Cheliff-Zahrez.

ADE : Algérienne Des Eaux.

AEP : Alimentation en Eau Potable.

ANRH : Agence Nationale des Ressources Hydrauliques.

DRE : Direction des Ressources en Eaux.

MNT : Modèle Numérique de Terrain.

OMS : Organisation Mondiale de la Santé.

PDAU: Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme.

R.A.S.F : Rapport d'Activité de la Subdivision de Frenda.

SDG : Sous-Direction de Géologie.

WHO : World Health Organisation.

Introduction Générale

Introduction général

L'eau est l'élément essentiel pour tout être vivant et son importance dans la vie dépend de l'augmentation du niveau de vie, de l'évolution technique et l'augmentation de nombre de la population. Et cette importance apparait du fait de l'augmentation du taux de consommation avec un regard sur l'amélioration de la qualité d'eau et l'absence des éléments nuisibles à la santé publique.

Une eau souterraine renferme une teneur en substance minérale dissoute d'origine naturelle géologique. Cette composition est le résultat d'un ensemble de mécanismes d'interaction entre l'eau et le réservoir (dissolution, précipitation, échange ionique). L'analyse de cette composition permet de donner une idée générale sur la minéralisation des eaux de la nappe, sur la qualité physico-chimique de ces eaux.

La région de Frenha, objet de notre étude, est située à une cinquantaine de Km à l'ouest de la ville de Tiaret, chef-lieu de wilaya, représentant la partie amont du bassin versant du Cheliff-Zahrez et l'une des quatre grandes sous régions des bassins hydrographiques que compte l'Algérie septentrionale.

Cette région compte pas moins de trois systèmes aquifères sur les cinq que compte le bassin versant de Chélif-Zahrez (**ATLAS DE BASSIN HYDROGRAPHIQUE CHELIFF-ZAHREZ » ABH –CZ.**

L'étude hydrogéologique de la zone concernée présente des données géologiques, géomorphologiques, hydrologiques, stratigraphiques, tectoniques, hydrochimiques, etc., représentant un répertoire non exhaustif pouvant enrichir d'éventuelles investigations dans le domaine des sciences de la terre.

L'objectif, en plus d'être purement descriptif se veut également préventif en matière de préservation de l'environnement (pollution, surexploitation, etc.)

Pour mieux décrire ces différents aspects, l'étude a été répartie sur les cinq chapitres suivants:

- Le premier chapitre : présentation de la zone d'étude (situation géographique, géomorphologie,.....etc.).
- Le deuxième chapitre : étude géologique détaillée par la stratigraphie, lithostratigraphie,.....etc.).
- Le troisième chapitre : les caractéristiques hydroclimatologiques (température, précipitation,.....etc.).
- Le quatrième chapitre : étude hydrogéologique de la région (ressources, sources, les aquifères, les forages, la piézométrie,.....etc.).
- Le cinquième chapitre : étude de la qualité physico – chimique des eaux.
 - Paramètre physique : pH, résidu sec.
 - Paramètre chimique : Les cations : Ca^{+2} , Mg^{+2} et les anions : HCO^{-3} , SO^{2-4} , Cl^{-} .

Au terme de cette étude, une conclusion générale résume les principaux objectifs atteints avec des recommandations pour de futures recherches dans les mêmes domaines.

Chapitre I :
Présentation de la zone
d'étude

1. Situation géographique :

La commune de Frenda est située à l'Ouest du territoire de la wilaya de Tiaret à une distance de **50 Km** du chef-lieu de la wilaya.

De point de vue administratif la région d'étude est limitée comme suivant :

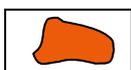
- Au Nord la commune de Madrossa (Loho).
- Au Nord-Ouest la commune de Sidi-Bakhti.
- Au Sud la commune d'Ain Kermes.
- Au l'Est la commune de Médrissa.
- Au L'Ouest Ain El Hdid.

Le territoire de la commune de Frenda s'étend sur une superficie de **38 688 hectares**.

(G.E.T, Omrane : 2000).



Légende :



Zone d'étude.

Fig N°01 : Situation Géographique de la zone d'étude (Frenda,).

2. Réseau hydrographique

2.1. Oued Mina :

La plaine de la Mina est située au nord de la ville de Relizane, à environ **100 km** à l'Est de la ville d'Oran. Elle est limitée au nord par la plaine alluviale du bas Cheliff, à l'Ouest par le synclinal de Bouguiret, et le synclinal d'El Ghomri, au Sud par la plaine d'Eghris, et l'Est par la vallée de Cheliff et les montagnes de l'Ouarsenis.

2.1.1. Géologie :

La plaine de la Mina s'étend selon un axe Nord- Est, Sud-Ouest, au Nord-Est de la localité de l'Hillil. Elle est entièrement recouverte par les terrains du Quaternaire qui repose sur des formations Mio-Pliocènes affleurant essentiellement en bordure.

2.1.2. Stratigraphie :

Les formations qui affleurent dans la région de la plaine de Mina sont représentés de bas en haut par :

- **Le Trias** : est bien mis en évidence au de la plaine, mais ce dernier a été recoupé à une profondeur de **657m** par le Forage **HI2** réalisé par la **S.N.REPAL**. En général il est formé par des gypses et des argiles bariolées.
- **Le Crétacé** : le Crétacé n'a pas été traversé par les Forages de la **S.N.REPAL** qui ont atteint des profondeurs de l'ordre de **1300 m** dans la plaine. Il affleure essentiellement au Sud où il est constitué par des marno-calcaires, des marnes, des argiles schisteuses et des schistes alternés avec quelques bancs épais de quartzites. Ces formations sont attribuées à des différents étages composant le système géologique.
- **Le Paléogène** : il est bien développé à l'Est de la plaine, dans la région Djidjiaua où il est constitué par des calcaires à silex à la base, surmontés par des marnes à Ostréa grises, compactes renfermant des gypses et des foraminifères. Ces formations sont couronnées par des poudingues, des grés et des marnes. Dans la plaine le paléogène ne fait pas son apparition ni à l'affleurement, ni en profondeur cela laisse penser qu'il a été érodé suite à un mouvement tectonique postérieur.
- **Le Miocène** : forme un cycle sédimentaire complet. Il est subdivisé dans la plaine de bas Cheliff en :

Miocène Inférieur : formé par une série de marnes bariolées à anhydrites reposant sur un complexe conglomératique rouge. Ces formations attribuées par la sonatrah au Miocène inférieur ont été recoupés par un Forage réalisé en 1987 à quelques Kilomètres au Nord de la localité de Yellel. **(DRE, de Tiaret, 1987).**

Miocène Supérieur : post nappe dont les affleurements qui circonscrivent la plaine sont constitués de bas en haut par :

- Des marnes bleues et jaunâtres contenant des passées de grés argileux à la base. Ces formations d'une épaisseur comprise entre 600 et 800 m sont visibles principalement au Sud-ouest de la plaine, notamment au djebel Kriouia, djebel El Bab et Koudiat Mézauoa.
- Une alternance des couches très pures de tripolis blancs (Diatomites) et d'argiles calcaires grises et blanchâtres. Interstratifiés dans cet ensemble apparaissent également des cinérites, des calcaires siliceux, des limons et des calcaires construits. Ces terrains affleurent au niveau de djebel El Djir, la ou les Forages de la S.N.REPAL ont montrés que la série décrite ci-dessus, contient des grés calcaires, des sables et des marnes limoneuses à la base, au sommet les couches passent progressivement à des gypses ou à des anhydrites. L'épaisseur totale de cette série varie entre 50 et 200 m.
- 50 à 300 m de gypses et de marnes gypseuses qui couronnent la série du Miocène supérieur.

-Le Pliocène : le cycle sédimentaire de cet étage commence par un milieu néritique profond puis, à la fin du pliocène par un milieu littoral plus agitée et une sédimentation lacustre dans les zones émergées. Le pliocène de la région comprend **(DRE, de Tiaret, 1987).**

-Le Plaisancier : cet étage géologique affleure essentiellement aux flancs des massifs anticlinaux de Bouguirat (djebel El Djir), de Guerbousa et de Bel Hacel. Il est représenté par des marnes bleues, grises, et même blanchâtre très semblables à celles du Miocène qui renferment des niveaux sableux à la base. L'épaisseur des formations plais anciennes dans la plaine varie entre 400 et 500 m.

-L'Astien : Il est représenté par une série marine comprenant des grés-calcaires rouge et gris et des sables jaunes souvent en stratification entrecroiser d'une épaisseur qui varie entre quelques mètres à une centaine de mètre. Il est visible en plusieurs endroits, principalement à

Djebel El Djir et aux flancs de l'anticlinal de Guerbousa. Les terrains astiens ont été aussi traversés par plusieurs forages réalisés dans la plaine.

- **Le Pliocène Continental** : il affleure au Nord de Relizane au flanc sud de la montagne de Bel Hacel. Il est constitué principalement de limons, de sables et de conglomérats rouge brique qui peuvent atteindre une centaine de mètre d'épaisseur. Ces formations sont en contact avec les grés marins ou elles débutent après quelques alternances de niveaux marins et continentaux par des dépôts fluviatiles et lacustres.
- **Le Quaternaire** : le remplissage quaternaire qui couvre presque la totalité de la Paine de Mina est caractérisé par :
 - **Le Calabrien marin** : Il se manifeste essentiellement au Sud-Ouest de Djebel Mekhalia et au Sud de l'anticlinal de Guerbousa. Il est constitué par des grés calcaires lumachelliques à galets d'une épaisseur de l'ordre de 20 m. **(DRE, de Tiaret, 1987).**
 - **Le Villafranchien Continental** : Il se présente sous forme d'argiles ou de calcaires lacustres en contact avec le Calabrien marin et en continuité de sédimentation avec le pliocène continental ou il est formé à ce niveau par des sables et argiles rouge ou brunes. Cet étage géologique rencontré au versant Sud-est de Djebel Bel Hacel peut avoir 200 m d'épaisseur lorsqu'il est en contact avec le Calabrien et 100 m lorsqu'il est en continuité avec le pliocène continental. La fin du villafranchien est marquée par la sédimentation d'une carapace calcaire qui couvre de vastes étendues au Sud-ouest de la plaine.
 - **Le Quaternaire ancien** : visible aux environs d'Ouled Abdellah ou il est constitué par des formations sableuses.
 - **Le Quaternaire regroupant les derniers dépôts** : Il comprend les formations postérieures à la formation de la dernière carapace calcaire, il s'agit des encroutements calcaires et gypseux travertins, sols rubéfiés et dépôts fluviaux qui forment le sol actuel de la plaine.

2.1.3. Tectonique :

L'évolution structurale de la plaine de la Mina est entièrement liée à celle du bassin occidental du Bas Chéiff. Ce dernier est limité au Nord-ouest par le horst du plateau de Mostaganem et au Sud par les monts de Beni Chougrannes et l'extrémité occidentale de l'Ouarsenis.

La plaine correspond à une aire synclinale où se sont déposés des puissants dépôts marneux durant le Miocène et le pliocène. Elle est limitée par l'anticlinal de Bouguirat à l'Ouest, de Guerbousa au Sud-Ouest et de Bel Hacel au Nord-Ouest. Celui de Guerbousa présente un ennoyage régulier et une augmentation de l'épaisseur des séries Miocène vers le Nord-Est, vers l'Ouest il s'ouvre sur le Crétacé de la plaine de semer. L'anticlinal à cœur plaisancier de Bel Hacel est légèrement dissymétrique, il a le flanc Sud-Est qui plonge un peu plus fortement que le flanc Nord-Ouest. **(DRE, de Tiaret, 1987).**

2.2. La vallée de l'Oued El Abd et de l'Oued El Taht :

La nappe aquifère de l'Oued El Abd et l'Oued El Taht est située entre les vallées de Saida et Tiaret, à environ 140 km au Sud-Est de la ville d'Oran. Elle fait partie du bassin versant du Chelif, et couvre les sous bassins des Oueds El Abd et El Taht tous deux affluents de la Mina. Sa superficie est de 2024 km². **(DRE, de Tiaret, 1987).**

2.2.1. Stratigraphie :

Les formations géologiques rencontrées dans le bassin de l'Oued El Abd et Oued El Taht sont ont été décrites par **G. Piteau (1976)**. Ces formations sont les suivantes :

Trias – Infra lias : Ces formations n'affleurent pas dans les limites du bassin, mais elles ont été traversées par forages dans la région de Bou Noual et Matameur.

Le Jurassique Inférieur et Moyen : est constitué de trois (03) membres :

- Un membre inférieur dolomitique d'une épaisseur de 50 m attribué au lias inférieur et moyen.
- Un membre intermédiaire constitué de marnes grises du Toarcien d'une épaisseur de 20 m.
- Un membre supérieur dolomitique est calcaire d'âge Aaléno – Dogger. Son épaisseur est de l'ordre de 150 m.

Le Jurassique Supérieur Comprend : Le Callovo – Oxfordien, formé de marnes, d'argiles et de bancs de grés. Ces formations forment les reliefs et leur épaisseur est comprise entre 200 et 250 m.

Le Lusitanien : forme les flancs des Djebels. Il est constitué de grés avec des intercalations de bancs d'argiles et de calcaire. L'épaisseur du Lusitanien est comprise entre 200 et 250 m.

Le Kimméridgien : est représenté par des dalles dolomitiques couronnant les Djebels. Il est très représenté dans la vallée de l'Oued El Abd et Oued El Taht. Son épaisseur varie de 50 m à 120 m.

Le Portlandien : peut exister localement dans le bassin.

Le Crétacé Inférieur : indifférencié, peut être rencontré au Nord- Ouest du bassin de l'Oued El Abd.

Le Sénonien : constitué de calcaires poreux, il est peu représenté. On le trouve dans la partie Sud du plateau de l'Oued El Abd.

Le Quaternaire : représenté par des formations alluviales, qui occupent le fond des vallées.

2.2.2. Tectonique :

La région est parcourue par deux réseaux de failles croisées et orientés SW- NE et NW-SE. Ces failles sont visibles car elles affectent des formations cassantes (calcaires et dolomies), du Jurassique. **(DRE, de Tiaret, 1987).**

3. Conclusion :

La région d'étude est située à l'Ouest de chef-lieu de la wilaya de Tiaret, s'étend sur une superficie de 38 688 hectares.

Du point de vue hydrologique, la région est parcourue par l'Oued Mina (le principal cours d'eau de la région).

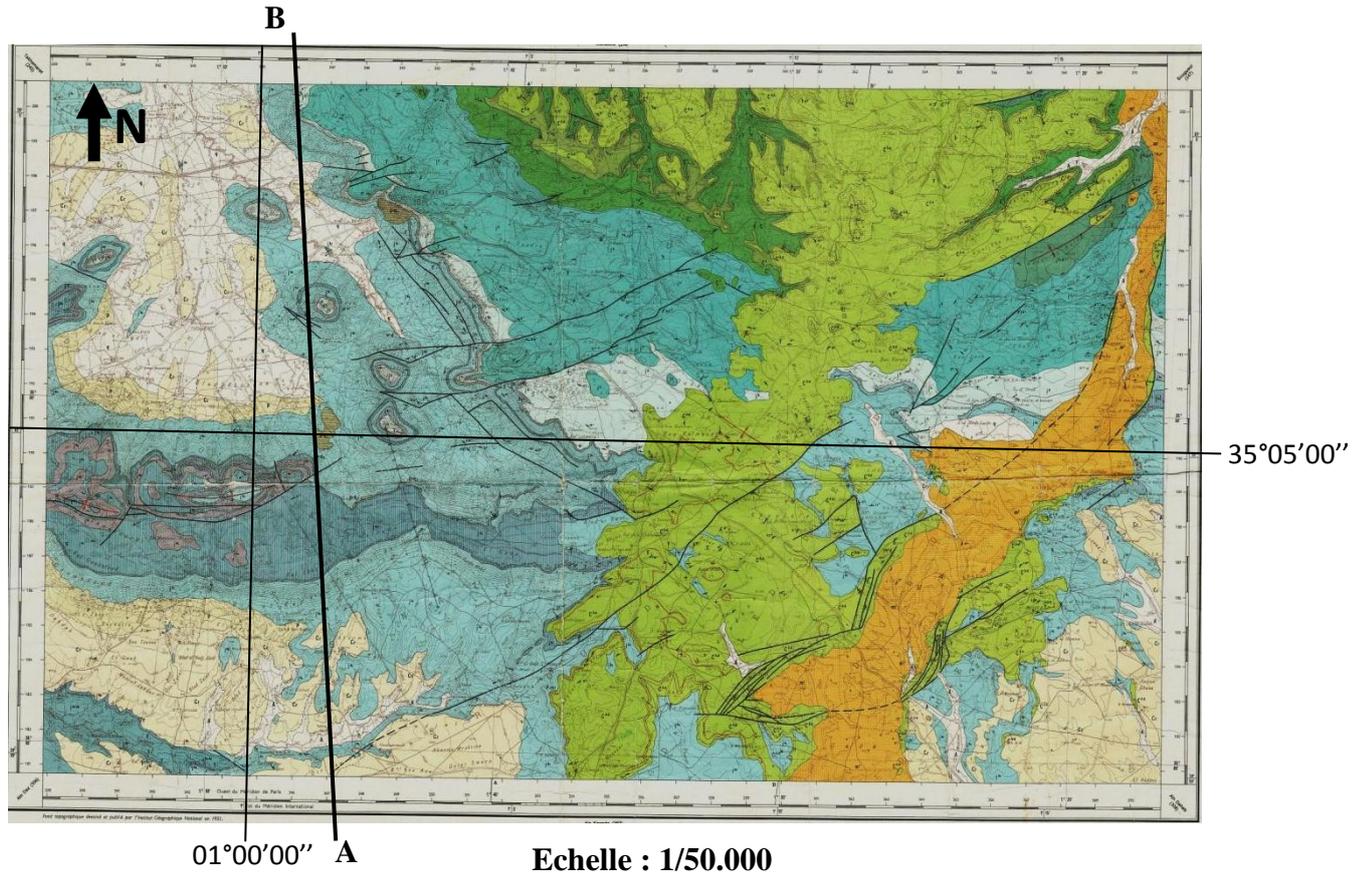
La plaine de la Mina est caractérisée par des formations sont représentés de bas en haut par le Trias jusqu'au le Quaternaire.

Chapitre II : **Géologie**

1. Introduction :

La carte géologique de Frenda (à l'échelle 1/50.000) a servi de support pour les différentes parties composant la présente étude.

On peut relever un certain nombre d'ensembles sédimentaires (voir ci-dessous) répartis entre le jurassique et le quaternaire. On reconnaît également certaines formations caractéristiques comme les formations des argiles de Saida et les dolomies de Tlemcen.



Légende :

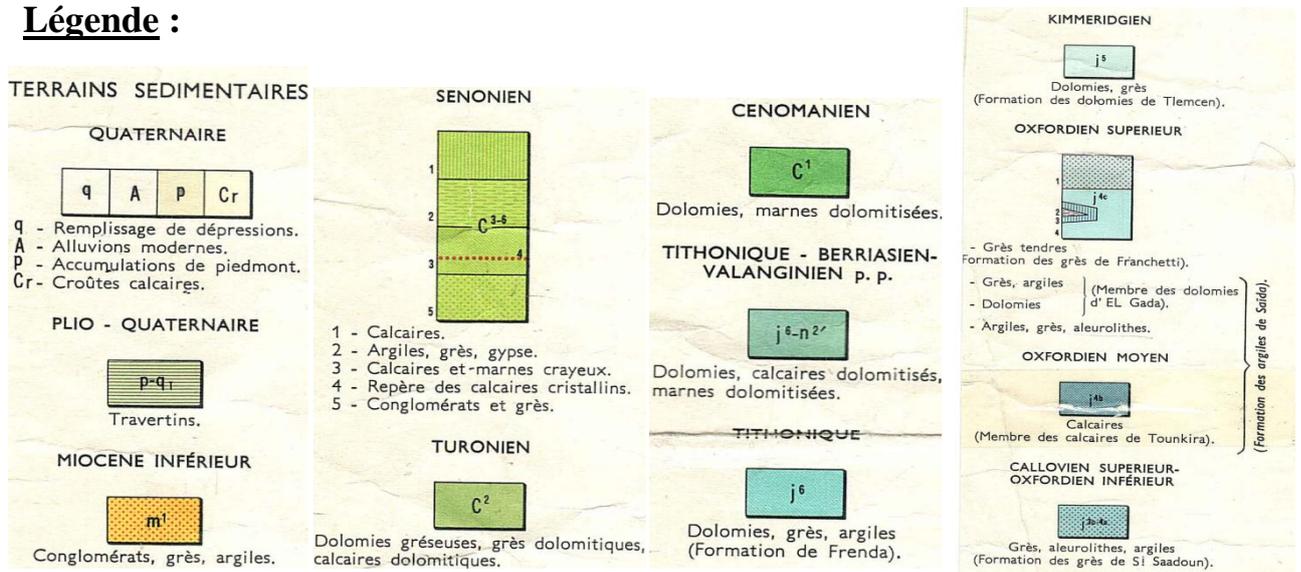


Fig N° 02 : Carte Géologique de la région de Frenda (échelle : 1/50 000, SDG. 1980).

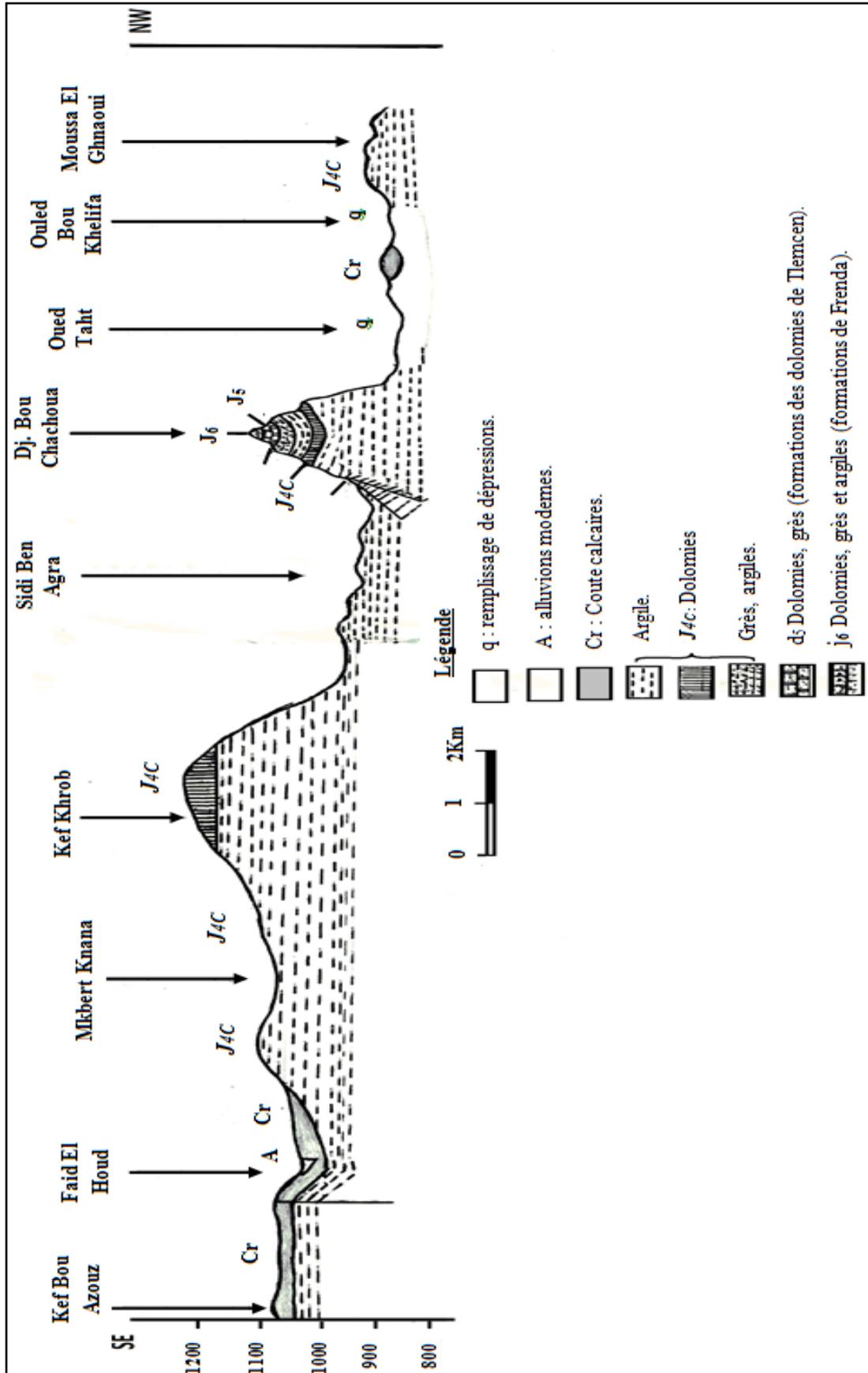


Fig N° 03 : Coupe géologique (segment A-B sur la carte) de la région d'étude (Carte Géologique de Freneda (échelle : 1/50 000, SDG. 1980).

2. La Géologie :

2.1 Caractéristique de la zone d'étude :

On distingue trois (03) régions dans notre zone d'étude.

2.1.1 La commune d'Ain El Hdid :

La commune de Ain El Hdid est située au Sud-Ouest du chef-lieu de la Wilaya de Tiaret elle fait partie de la daïra de Frenda sur environ 44069 ha. Est délimitée comme suit :

- Au Nord : par les communes de Djilali Ben Amar et Ain Ferah.
- A l'Ouest : par la commune de Takhmaret.
- A l'Est et au Sud – Est : par la commune de Sidi Bakhti et Frenda.
- Au Sud : par les communes de Ain Kermes et Rosfa.

2.1.1.1 Données Lithologiques :

A travers les données géologiques et gestionnaire inspirées de la carte géologiques du territoire de la commune d'Ain El Hadid nous avons déterminé deux unités géologiques qui couvrent la totalité de l'espace communal :

- Jurassique supérieur :

Caractérisée par de dolomies constituées d'un complexe de calcaire magnésium et de marnes. Cette formation affleure au Sud et au Sud-Ouest de l'espace communal.

- Quaternaires :

Ce sont des formations récentes composées d'un mélange à savoir les argiles et limons. Elles se situent au Nord et au Nord – Est.

2.1.1.2 Caractéristique géologique :

Une commune charnière entre le Tel et les Hautes plaines occidentales.

- Sur le plan géographique et malgré sa situation excentrée par rapporte à l'espace de la Wilaya, la commune de Ain El Hdid se trouve bien insérée dans la région.
- Elle est située dans l'Atlas Tellien occidentale, elle fait partie du plateau du Sebdou sa position privilégiée.
- La commune de Ain El Hdid se caractérisé par des unités morphologie suivantes :

- Une chaîne montagneuse à faible couverture végétale.
- La chaîne montagneuse occupe la partie orientale de la commune.
- D'altitudes modestes, les chaînes montagneuses telles que :
 - Djebel Timi 1140 m
 - Djebel Rabia 1091 m
 - Djebel Anane 1171 m

Sont orientés généralement Nord-Ouest et Sud-Est.

A l'intérieur de la partie Est et à l'extérieur Nord-Ouest, un ensemble de montagnes se distingue tels que Djebel Boumaza 1130 m, Djebel Boutaleb 1200 m.

Les versants sont rectilignes et caractérisés par des pentes assez raides. Le système de drainage dans cette unité est excentrique et le frottement disséqué est en forme « V ».

- L'unité des collines :

Cette unité se localise essentiellement dans la partie Sud – Ouest de l'espace communal, elle se distingue par des altitudes modérées, les flancs de ces collines sont très inclinés de l'Est à l'Ouest composés essentiellement d'argile – lémonaxie.

- L'unité des plaines :

Cette unité occupe une superficie vaste du territoire de la commune (27565 Hectares), soit 62% du totale.

Elle se localise à l'intérieur et au Nord de la commune et se distingue avec des altitudes modérées comprises entre 620 et 900 mètres.

Les plaines sont généralement couvertes par des marnes claires grises et vertes avec des faibles bancs de calcaire et dolomie. (PDAU, 1995).

2.1.2 La commune de Frenda (la ville) :

Le territoire de la commune de Frenda s'étend sur une superficie de 38688 hectares.

2.1.2.1 Caractéristique géologique :

A l'instar de la plus part des communes de la Wilaya de Tiaret, la commune de Frenda est traversée par un relief montagneux accidenté et déposé d'un riche tapis forestier caractérisé par une gamme d'espèces de bonne valeur en plus de cette entité montagneuse boisée qui occupe

près de 50% du territoire communal prolongement des monts de Saida véritable massifs, on trouve une autre entité faite d'une zone colinéaire et la dépression oblique vers le Nord-Ouest de la vallée de l'Oued El Taht.

La région de Frenda est caractérisée par 03 unités bien distinctes :

- La chaîne montagneuse peu peuplée au Nord – Ouest vers le Sud – Est (environ de 5% de la population totale).

- Le sol y à majorité stable sauf sur les fortes pentes ou de nombreux affleurement rocheux apparaissent en l'absence de couvert végétal (notamment sous l'effet de l'érosion).

- La dépression Oued El Taht, milieu caractérisé par une topographie plane au Nord et s'élevant légèrement et progressivement jusqu'au Sud au contact des piémonts, les sols sont d'apports alluviales à forte teneur calcique, les massifs (Djebel Anane et Djebel Boumaza) se cumulent à plus 1000 m d'altitude.

Cette zone est ponctuée par des monticules (Djebel Bounia Djebel Bou Rechoua Djebel ES-Seghir Djebel ES – Kebir).

- La zone colinéaire présentant un aspect tabulaire sous forme de haute plaine à l'Ouest et au Nord – Ouest. (RASF, 2001).

2.1.3 La commune de Médrissa :

La commune de Médrissa se situe à environ 64 Km du Chef-lieu de la Wilaya de Tiaret et à 17 Km de son Chef-lieu de daïra d'Ain Kermes. Elle s'identifie à l'ensemble des communes environnantes à caractère rural et dont la vocation principale est l'agriculture et l'élevage.

De forme étirée Nord-Sud, elle est limitée :

- Au Nord – Est : par la commune de Tousnina.
- Au Nord – Ouest : par la commune de Frenda.
- A l'Est : par la commune de Cheheima.
- A l'Ouest : par la commune de Ain Kermes et O.Djerad.

2.1.3.1 Caractéristiques géologiques :

Le territoire de la commune est constitué de couches superposées de poudingues et de calcaire appartenant au pliocène continental localisé le long des cours d'eau et sont constitués par des alluvions, regs et terrasses. (PDAU, 1996).

3. Lithostratigraphie :

Trois grands ensembles peuvent être pris en considération.

- Les formations secondaires : jurassique supérieur, crétacé.
- Les formations tertiaires et en particulier le miocène inférieur.
- Les dépôts alluvionnaires du quaternaire qui constituent le matériel de remplissage.

3.1 Le Jurassique :

3.1.1 Le Jurassique supérieur :

3.1.1.1 L'oxfordien :

Les différents auteurs attribuent à cet étage un ensemble de formation Argilo – Gréseuses, ou Gréso-Argileuses et des dolomies. La série Argilo-Gréseuse est bien développée et diversifiée dans la région à l'inverse de la formation dolomitique qui est limitée à un petit affleurement à l'Est, au niveau d'Ain Marzouga, la dolomie est massive cristallisée, de couleur sombre, à claire son épaisseur est faible de l'ordre de cinq (05) à dix (10) mètres.

Le terme Argilo-gréseuse est bien développé et diversifiée, il est constitué en particulier d'Argiles à intercalation gréseuses. Les Argiles sont généralement gris verdâtres leur épaisseur peut atteindre et dépasser 20 m. c'est le cas par exemple à Tamatit.

Les intercalations gréseuses, sont d'épaisseur réduites, il s'agit de grés bien consolidés, blanchâtre et massifs. Tout le long de la limite Ouest de la carte géologique, du terme Argilo-Gréseux au niveau de Boukalmouz, affleure un petit pointement des grés, qui sont particulièrement tendres, de couleur verdâtre, clair, l'épaisseur de l'Oxfordien est de l'ordre d'une centaine de mètres.

3.1.1.2 Le Kimméridgien :

Est représenté essentiellement par des dolomies appartenant à la formation des dolomies de Tlemcen, et par des grés.

Les formations du Kimméridgien se rencontrent d'une part à l'Ouest au Sud d'Oukabene et d'autre part aux environs de la vallée de l'Ouest Mina, où les affleurements forment une bande assez large sur le Kaf Tafraoua, Mekatla, Guebla Smara, cette formation marque le début d'un nouveau cycle sédimentaire qui constitue ainsi le groupe Carbonaté Supérieur du Jurassique, à l'inverse des niveaux plus bas développés en facies terrigènes. Les roches les plus fréquentes de cette formation sont les dolomies généralement cristallines, la couleur de l'ensemble est grise à nuances verdâtre parfois, elles sont dures mal stratifiées, les grès qui leur sont associés sont dolomitiques gris clairs, très durs, leur épaisseur est faible.

Le Kimméridgien présente une épaisseur faible si on le compare aux autres séries reconnues dans la région, on peut l'évaluer entre cinq (05) et vingt (20) mètres.

3.1.1.3 Le Tithonique :

Les formations Tithoniques sont bien développées, à l'Est le Tithonique occupe une bonne partie de la région. Au Sud du Douar Houaret, tandis qu'à l'Ouest il occupe la région comprise entre Koudiat El Rhlem, Guebla Samra et Guigueb au centre il s'enfonce sous le Sénonien.

Le Tithonique comporte des dolomies ainsi que des grès et des argiles, la dolomie est massive, très dure de couleur variée ; gris clair, grise ou violacée à stratifications obliques dans la partie Ouest alors qu'elle est gris verdâtre bien stratifiée à gris jaunâtre à l'Est, aux environs de la vallée de l'Oued Mina les épaisseurs sont variables suivant les endroits, de 10 à 40 mètres aux environs de Hassi El Kalb. Les grès présentent une grande importance aux environs de Guigueb et de l'Oued Mina, ils apparaissent sous différents aspects, tendres calcarifères de couleur variable gris – verdâtre à gris jaunâtre à blanchâtre lorsqu'ils sont calcarifères, leur épaisseur est relativement importante et peut atteindre jusqu'à 30 à 40 mètres.

Les argiles sont gris verdâtres, plastiques à verdâtres, elles comportent de fréquentes intercalations de grès tendres, l'épaisseur de l'ensemble peut être évaluée à quatre-vingt mètres. (Chadli H, 1986).

3.2 Le Crétacé :

3.2.1 Le Crétacé inférieur :

Le Crétacé inférieur, comporte deux étages :

Le Valanginien et le Berriasien représentés par un même type de roches.

Dans la région de l'Oued Mina et sur la rive gauche, apparaît en concordance avec le Tithonique une série de dolomies, marnes, calcaires dolomitique, cette série se suit jusqu'à la partie la plus basse de la vallée de l'Oued Mina, aux environs de Kaf El Khangar.

Les dolomies sont de deux types, les unes grises à nuance verdâtres leur porosité est élevée, en surface, on note un ensemble de tache d'oxyde de fer.

La dolomie du deuxième type est gris claire ou même compacte et très évaluée de 15 à 20 m.

Les marnes sont consolidées, leur épaisseur gris claire, blanchâtre, par endroit, on constate des passages de dolomies alternant avec les marnes, l'épaisseur faible en certains endroits 0 à 5 m, Rmel Ben Attar, peut être importante dans d'autres secteurs, c'est le cas au pied de Koudiat Bouais où elle dépasse 15 m.

Les calcaires se particulier dans la basse vallée de l'Oued Mina au Nord de Hassi El Kelb, leur épaisseur est faible de 0 à 5 m, la stratification est horizontale l'épaisseur moyenne des formations du Crétacé Inférieur est comprise entre zéro et trente mètres. **(Chadli H, 1986).**

3.2.2 Le Crétacé Supérieur :

Les formations du Crétacé Supérieur sont bien représentées dans la région explorée où elles occupent une place importante.

3.2.2.1 Le Cénomaniien :

Il affleure à Dir Deheb au Nord-Ouest de la région où il constitue des reliefs bordiers, alors qu'au Nord-Est apparaît tout au long de l'Oued Yezrem, affluent gauche de l'Oued Mina, aux environs des régions de Djebel Rhaicha jusqu'au Menzah et au niveau de Tousnina, il s'enfonce sous les dépôts plus récents du Sénonien. A l'Ouest, la limite inférieure du Crétacé Supérieure est irrégulière, en effet dans ce secteur, on se trouve à la limite de la transgression de ces formations qui reposent aussi bien sur les séries carbonatés du Tithonique que sur les marnes dolomitiques dans le secteur de l'Oued Yezrem, Cénomaniien est représenté par des dolomies et des marnes alternant avec de rares niveaux d'argilites ; les dolomies sont les plus fréquentes, leur couleur est grise, à gris sombre, altérées, elles sont jaunâtres où blanchâtres, l'épaisseur est faible .

Les marnes sont de couleur verdâtre à jaunâtre et dont l'épaisseur peut atteindre une dizaine de mètres surmontent les dolomies. L'épaisseur du Cénomaniens varie de vingt à cent mètres. (Chadli H, 1986).

3.2.2.2 Le Turonien :

Reposant en concordance sur le Cénomaniens, le Turonien présente la même répartition géographique au Nord-Ouest et au Nord-Est sur les deux rives de l'Oued Yezrem ; les formations du Turonien constituent de belles corniches rocheuses apparaissant au milieu des versants.

Au plan lithologique le Turonien comporte des dolomies parfois gréseuses, et des grés grossiers mal cimentés, les dolomies sont de couleur claire ; jaune – grisâtre à l'altération, elles sont très dures, compactes et massives, leur épaisseur varie de 5 à 15 m. (Chadli H, 1986).

Les grés quartzitiques sont de couleur jaunâtre à blanchâtre, leur épaisseur est de 5 m maximum. L'épaisseur totale du Turonien est faible ne dépassant guère les 20 m.

3.2.2.3 Le Sénonien :

Il occupe généralement les sommets et les parties élevées. Les formations du Sénonien sont les plus fréquentes dans la région elles occupent tout le territoire compris entre la vallée de l'Oued Mina, Deries, à la hauteur de la Tousnina et Tamatit, El M'saouer au Sud-Ouest, à l'Est les formations du Sénonien sont limitées par la vallée de l'Oued Mina, à cette grande région appartiennent Djebel Araoui, Merdja El Goebli, Bou Kalmouz, la région des sources de l'Oued Marzoudane, les sommets du M'saouer, la partie élevée du flanc Est de l'Oued Tamatit.

Au plan lithologique, le Sénonien comporte des calcaires, des conglomérats et grés et parfois du gypse, des argiles et grés, des marno-calcaires.

3.3 Le Miocène :

Le Miocène Inferieur connaît une répartition géographiquement limitée dans le secteur que nous avons étudié, formant une bande de plus de 15 Km, et large en moyenne de 1000 à 1500 m, orientée Sud-Ouest, Nord-Est, occupant la vallée de S.Chairn, l'Oued Medrissa, la dépression de Tafraoua l'amont de l'Oued Mina, cette bande diminue de largeur, où elle peut atteindre jusqu'à 500 à 700 m. Les dépôts du Miocène Inferieur reposent en discordance sur les formations du Crétacé où du Jurassique.

3.3.1 Lithologie du Miocène :

Le Miocène est représenté par un ensemble de conglomérats, grés, argilites.

Les argilites sont le plus souvent gris verdâtre à jaune verdâtre parfois consolidées, elles contiennent des grains de quartz, des fragments de calcaires, des dolomies, les épaisseurs sont variable de l'ordre de 0 à 3 les grés se présentent en couches épaisses, ils sont friables homogènes et mal cimentés, le plus souvent, leur couleur est gris clair à blanchâtre ce qui correspond d'ailleurs à la couleur d'ensemble du Miocène. (**Chadli H, 1986**).

Les conglomérats présentent une cimentation le plus généralement incomplète les éléments qui les constituent se détachent aisément en surface, ce qui entraîne la présence de nombreux galets et gravillons qui encombrant les lits des Oueds, cette situation est particulièrement nette au niveau des sources de Ain El Ouali et de Ain Rheza de la rive gauche de l'Oued Mina. Les poudingues Miocène sont polygéniques et hétérogénique, on y identifie des galets de calcaires sénoniens, des grés, dolomies, quartz, dont les dimensions varient de 1 à 30 cm.

Les dépôts Miocène du Nord-Est vers le Sud-Ouest occupent généralement les dépressions on le rencontre cependant discordant sur le Cénomaniens, le Sénonien, le Tithonique et l'Oxfordien. (**Chadli H, 1986**).

3.3.2 Les formations post – Miocène :

Elles sont représentées par des dépôts continentaux que l'on peut regrouper en deux systèmes :

- Le Plio-Quaternaire
- Le Quaternaire

3.3.2.1 Le Plio-Quaternaire :

Situé sur la bordure Sud-Ouest du plateau de Frenda, il apparaît immédiatement à l'Ouest de la région que nous avons étudiée, ce sont des travertins brunâtres, assez solides dont la structure rappelle celle des oncolithes.

3.3.2.2 Le Quaternaire :

Les alluvions modernes sont les dépôts alluviaux les plus importants apparaissent dans les dépressions dont elles forment le remplissage, c'est le cas en particulier de la dépression de Bendriss, on le rencontre également dans les lits des Oueds de Medrissa, El Mekmen.

Dans les grands rivières de la région étudiée qui présentent un débit pérenne en particulier l'Oued Yazrem, les dépôts alluviaux sont présents en quantités importantes.

Les alluvions modernes sont constituées par un mélange de gravillons, limons sableux, galets et graves.

Croute Calcaire, cette croute d'âge Quaternaire se rencontre en particulier dans l'angle Sud-Est de la région aux environs d'El Mouileh, et à El Hanina où elle est bien visible. Cette croute parait principalement développée sur les dépôts les plus récents du Miocène mais on peut également la rencontrer superposée aux formations du Crétacé où du Jurassique Supérieur, son épaisseur est très variable pouvant atteindre dans certains cas jusqu'à deux (02) mètres à El Hanina par exemple. (Chadli H, 1986).

3.4 Le Quaternaire :

Ce sont des formations récentes composés d'un mélange à savoir les argiles et limons, elles se situent au Nord et au Nord-Est.

Tous les lithofacies rencontrée dans la commune d'Ain El Hdid sont groupé en 03 catégories d'après leur résistance et leur perméabilité.

3.4.1 Facies tendres :

Favorables et susceptibles d'accueillir les constructions nous les constatons dans des rocaillieux et d'argile limonssoie ce type de facies occupé une surface importante de l'espace communal, il se localisé principalement du Nord et au Sud.

3.4.2 Facies moyennement :

Rencontrée dans la commune sur des terrains rocheux et argile limoneux avec prédominance de la croute calcaire, ce facies est localisé au Nord-Ouest à la limite communale entre Ain El Hdid et Takhmaret.

3.4.3 Facies dur ou résistant :

Localisées dans l'espace communal sur des terrains argile limoneux avec prédominance de la croute calcaire, ce type de facies est peu repend dans l'espace communale, il se localisé au Nord-Est du territoire. (Chadli H, 1986).

4. La Tectonique :

La région que nous avons étudié fait partie du monoclinale de Freneda, cette ensemble a subi des déformations cassantes affectant le substratum Calcaréo-dolomitique du secondaire, il s'en est suivi la formation d'une série de compartiment qui rejoueront les uns par rapports aux autres guidant la distribution des facies.

Les accidents les plus importants dans la région se localisent au Nord-Est, graben de l'Oued Mina, au Sud dans la région des sources de l'Oued Marzoudan et à la hauteur de Medrissa. Au Nord de ce village la zone faillée de Dir Ouled Benhaouar. Ces accidents dans leur ensemble présentent des directions privilégiées, Nord-Est, Sud-Ouest, à Est-Ouest au Sud-Est avec les valeurs angulaires variant entre N 40° à N 80°.

Dans de nombreux cas, ces divers accidents cassants commandent la localisation des émergences, telle la faille qui marque la frontière orientale de la série Miocène et permet l'apparition de la source de Sidi Ahmed Benabdellah captée pour les besoins de la ville de Tiaret.

Au Sud dans la région des sources de l'Oued Marzodene apparait un réseau de failles conjuguées de direction N 75° E, N 25° E à N 35° E, qui commande la situation des sources d'Ain Zoughlane (sèche), Ain Marzodene.

En somme, ces accidents témoignent de l'existence permanente de mouvements qui jouent dans la région. **(Chadli H, 1986).**

Au Nord-Est et au Sud, nous pouvons distinguer quelques structures isolées en particulier, l'anticlinal de Yazrem (Nord-Est) et le synclinal de Medrissa au Sud. L'irrégularité des dépôts de certaines formations notamment le Crétacé, a été à l'origine de plusieurs discordances.

La mise en place d'un karst dans les dolomies et calcaires du Jurassique est liée à la tectonique cassante qui a affecté la région ; ce karst bien développé aussi bien en surface qu'en profondeur parait particulièrement important dans les dolomies du Jurassique supérieur de Guebla Smara au Nord El Keskes.

Au Nord-Ouest, les grottes d'Ibn Khaldoun à El Gaada à l'Ouest (mais on dehors de notre secteur d'étude).

Les pendages des formations du Miocène sont faibles ; un à cinq degrés, au Sud ou les formations sont horizontales à subhorizontales, plus élevés au Nord – Est au niveau de l'Oued

Mina où ils atteignent 10° à 15° . Les forts pendages caractérisent les formations du Jurassique supérieur ; dolomies, grés, et ceux du Crétacé Supérieur ; Calcaires, conglomérats, ils varient entre 5° et 50° , 45° au niveau de l'Oued Marzoudane, 40° au niveau de l'Oued Medrissa. Les calcaires Sénoniens, très fracturés présentent un pendage moyen ne dépassant pas 15° .

L'établissement du diagramme polaire des failles a permis de faire ressortir deux directions principales :

- Une série orientée N 40° à 80°
- Une série sensiblement E 0. Orientée N 90° à N 100°

Nous avons également procédé à une série de mesure sur les directions des fissures observées au niveau des banes calcaires et des dolomies :

- GUEBLA SMARA : N 20° - N 60°
- OUED MEDRISSA : N 70° -N 80°
- DJEBEL EL ARAOUI : N 110° -N 130°

Il en ressort après comparaison des deux diagrammes, qu'il ya une certaine concordance entre les failles et les fissures et ceci suivant deux directions privilégiées N 40° à N 60° et N 60° à N 80° . La présence de ces failles dans la région est certainement liée aux grands mouvements tectoniques de l'orogénèse alpine qui joue actuellement au Nord. (**Chadli H, 1986**).

5. Conclusion :

La région de Frenda se présente comme une vaste surface tabulaire allongée du Sud vers le Nord. Suivant cette direction nous pouvons distinguer les unités lithostratigraphiques suivantes :

Au Nord : la crétacée épaisseur série de calcaire, dolomies, grés alternant avec des marnes et argiles, cet ensemble bien visible et très étendu suit sur presque toute la longueur de la carte.

Au centre : (Ouest-Est) affleure le jurassique supérieur qui passe sous le Crétacé dans la région d'El Khoulaifa et sous le Miocène de la région de A. Oum El Kheir, à l'Est, il se poursuit au Sud présentant affleurisolés à la faveur d'accidents.

D'Est-Nord-Est à l'Ouest-Sud-Ouest s'étire une bande peu épaisse de Miocène, la formation prend de l'importance vers l'Est-Nord-Est dans la vallée de l'Oued Mina alors que vers l'Ouest-Sud-Ouest elle est très réduite.

Au Sud-Est : aux environs d'El Mouileh, les dépôts Quaternaires se font de plus en plus importants.

Chapitre III : Hydroclimatologie

1. Introduction :

L'étude des caractéristiques hydroclimatologiques joue un rôle primordial dans la connaissance des comportements des cours d'eau, les variations des réserves, la compréhension des mécanismes d'alimentation et de la circulation des eaux naturelles. Elle permet également d'identifier les termes du bilan hydrique notamment les précipitations, les températures et l'évapotranspiration.

2. Climatologie de la zone d'étude :

La zone d'étude se situe à les hauts plateaux, elle est caractérisée par un climat de type semi-aride frais à la limite de l'aridité, et la présence de chaînes montagneuses dans la partie orientale provoquent l'augmentation des précipitations sur les versants exposés au vent, son régime climatique dépend de deux paramètres principaux :

La précipitation et la température.

Station de mesure :

L'étude climatologique sera basée sur l'interprétation des données météorologiques enregistrées au niveau de la station d'Ain Bouchekif(W.Tiaret), **Tab N° 01**.

Dans cette station, on a des observations faites sur une période de 27 ans (1986-2013).

Tab N° 01 : les Caractéristiques de la station d'Ain Bouchekif (1986-2013).

Station / Paramètres	Les coordonnées en UTM		Zone	Altitude Z (m)	Période d'observation
	X (UTM)	Y (UTM)			
Ain Bouchekif	361 514.01	3 912 160.19	31S	976	1986-2013

3. Les facteurs climatiques :

Les facteurs climatiques jouent un rôle déterminant dans l'alimentation des nappes souterraines par le biais de l'infiltration ; cette dernière dépend directement du taux des précipitations tombées sur la région.

3.1 Les précipitations :

Les précipitations constituent le facteur primordial dans le comportement hydrologique du bassin, les mesures de celles-ci permettent d'évaluer la quantité d'eau tombée et surtout d'estimer la quantité destinée aux écoulements.

3.1.1 Les Précipitations moyennes mensuelles :

Sur une période d'observation qui s'étale sur **27 ans**, les précipitations moyennes mensuelles de la région d'étude dans la station d'Ain Bouchekif représentées sur le tableau N° (02).

Tab N° 02 : Les Précipitations moyennes mensuelles de la région d'étude (station d'Ain Bouchekif– Tiaret « 1986-2013 »).

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout	Totale
P Moy Mensuelle en (mm)	27,57	36,17	40,65	37,89	44,09	42,11	37,44	43,12	33,24	10,01	5,17	12,70	370,17

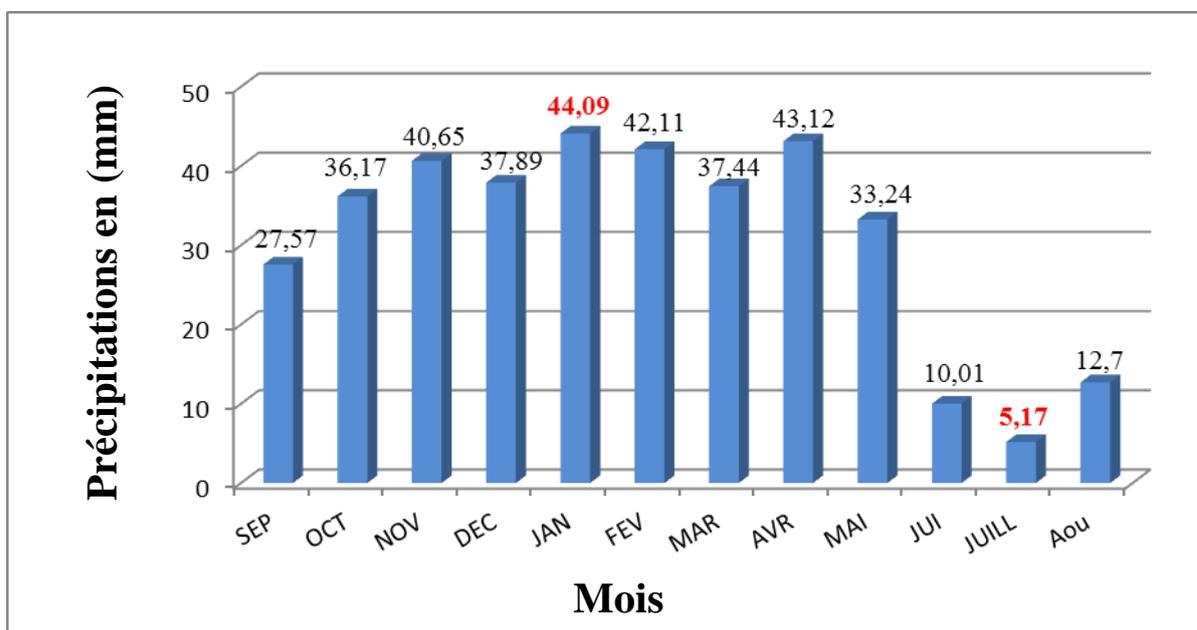


Fig N° 04: Répartition des précipitations moyennes mensuelles de la région d'étude (station d'Ain Bouchekif – Tiaret « 1986-2013 »).

Janvier est le mois le plus pluvieux où on a enregistré une moyenne de l'ordre de **44.09 mm**, tandis que Juillet est le mois le plus sec auquel on note une moyenne de l'ordre de **5.17 mm**.

3.1.2 Les variations interannuelles des précipitations :

Dans le tableau N°03 sont mentionnées les précipitations annuelles de la région d'étude (1986-2013).

Tab N° 03 : Précipitations interannuelles en (mm) de la région d'étude (station d'Ain Bouchekif – Tiaret « 1986-2013 »).

Année	Lame Précipitée	Année	Lame Précipitée
1986/1987	360.3	2000/2001	343.7
1987/1988	327.2	2001/2002	346.6
1988/1989	344.8	2002/2003	325
1989/1990	254.8	2003/2004	455.5
1990/1991	388.1	2004/2005	272.5
1991/1992	350	2005/2006	437.3
1992/1993	247.8	2006/2007	314.3
1993/1994	208.7	2007/2008	300.5
1994/1995	407.8	2008/2009	568.2
1995/1996	494.5	2009/2010	594.6
1996/1997	353.2	2010/2011	393.3
1997/1998	458.1	2011/2012	351.6
1998/1999	230.4	2012/2013	587.4
1999/2000	278.3	P moyennes interannuelles.	370.17

On remarque que la moyenne interannuelle des précipitations est de **370.17** mm.

La variabilité des données des précipitations mensuelles est exprimée par un paramètre permettant de distinguer les années excédentaires de celles déficitaires. C'est le " coefficient pluviométrique " (C_p) obtenu par le rapport de la pluviométrie d'une année à la pluviométrie moyenne de toute la série d'observation.

Il est donc en relation proportionnelle avec la pluviométrie et on a :

$$C_p = P / P_{moy}$$

Où:

Cp : Coefficient pluviométrique.

P : Pluviométrie annuelle de l'année en (mm).

P Moy : Pluviométrie moyenne annuelle en (mm).

- une année est dite excédentaire (AE) Si : $C_p > 1$.

- une année est dite déficitaire (AD) Si : $C_p < 1$.

Tab N° 04 : Coefficients pluviométriques de la région d'étude (Station d'Ai Bouchekif – Tiaret 1986-2013).

Année	Lame Précipitée	Cp	Obs	Année	Lame Précipitée	Cp	Obs
1986/1987	360.3	0.97	AD	2000/2001	343.7	0.93	AD
1987/1988	327.2	0.88	AD	2001/2002	346.6	0.94	AD
1988/1989	344.8	0.93	AD	2002/2003	325	0.88	AD
1989/1990	254.8	0.69	AD	2003/2004	455.5	1.23	AE
1990/1991	388.1	1.05	AE	2004/2005	272.5	0.74	AD
1991/1992	350	0.95	AD	2005/2006	437.3	1.18	AE
1992/1993	247.8	0.67	AD	2006/2007	314.3	0.85	AD
1993/1994	208.7	0.56	AD	2007/2008	300.5	0.81	AD
1994/1995	407.8	1.10	AE	2008/2009	568.2	1.53	AE
1995/1996	494.5	1.34	AE	2009/2010	594.6	1.61	AE
1996/1997	353.2	0.95	AD	2010/2011	393.3	1.06	AE
1997/1998	458.1	1.24	AE	2011/2012	351.6	0.95	AD
1998/1999	230.4	0.62	AD	2012/2013	587.4	1.59	AE
1999/2000	278.3	0.75	AD	Obs : Observation			

D'après le tableau ci-dessus concernant les résultats du coefficient pluviométrique, nous remarquons que :

- Il y a 17/27 années déficitaires et 10/27 années excédentaires.

- Il y a une alternance entre les années excédentaires (AE) et celles déficitaires (AD).

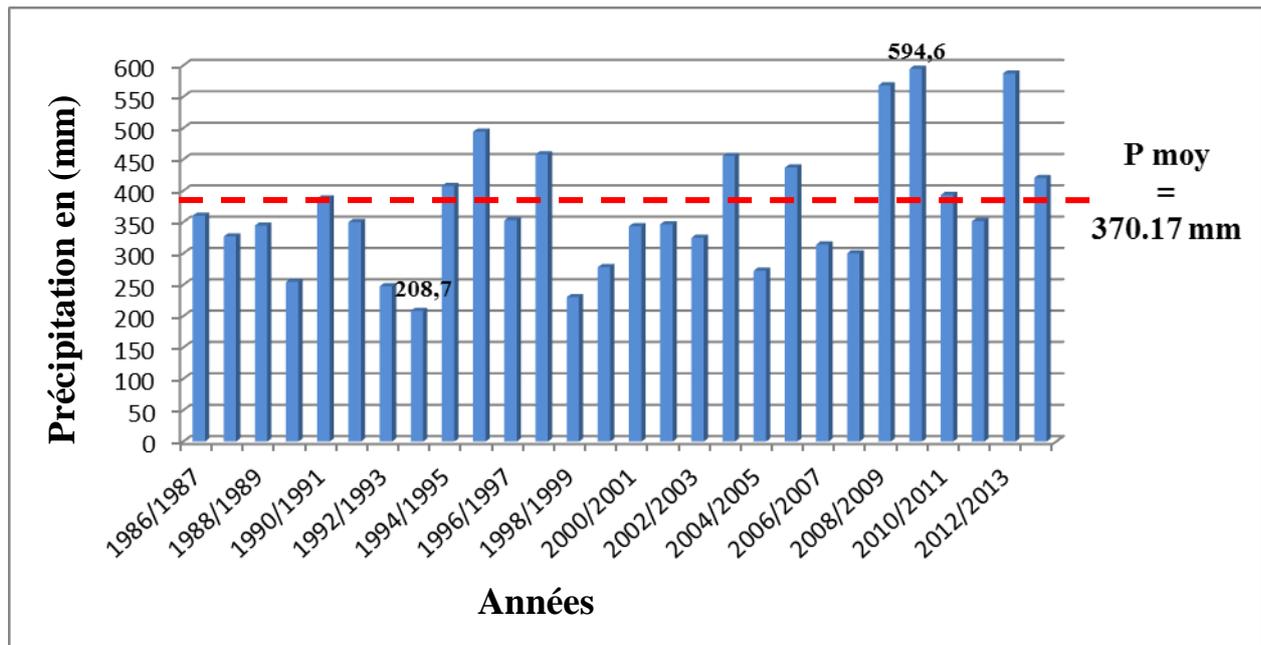


Fig N° 05 : Répartition des précipitations interannuelles de la région d'étude (station d'Ain Bouchekif « 1986-2013 »).

L'analyse de la courbe des variations interannuelles des précipitations sur une période de **27 ans**, montre que l'année 2009/2010 est l'année la plus arrosée avec **594.6** mm/an par contre l'année 1993/1994 est la plus sèche avec **208.7** mm/an.

3.2 Températures :

Si les précipitations constituent l'apport en eau, les températures jouent un rôle important dans les pertes en eau par le phénomène d'évaporation.

Elles constituent l'autre élément majeur conditionnant le climat de la région.

3.2.1 Températures moyennes mensuelles :

L'analyse des données des températures moyennes mensuelles est basée sur les données relevées au niveau de la station d'Ain Bouchekif de l'année 1986 jusqu'à 2013. Elles sont présentées dans le tableau N° (05).

Tab N° 05 : Les températures moyennes mensuelles de la région d'étude (station d'Ain Bouchekif « 1986-2013 »).

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fév	Mar	Avril	Mai	Juin	Juill	Aout	Moy
T Moyenne Mensuelle en (°C)	23.3	18.4	11.5	7.7	8.1	9.4	12.7	15.9	22.5	26	30.2	29.5	17.9

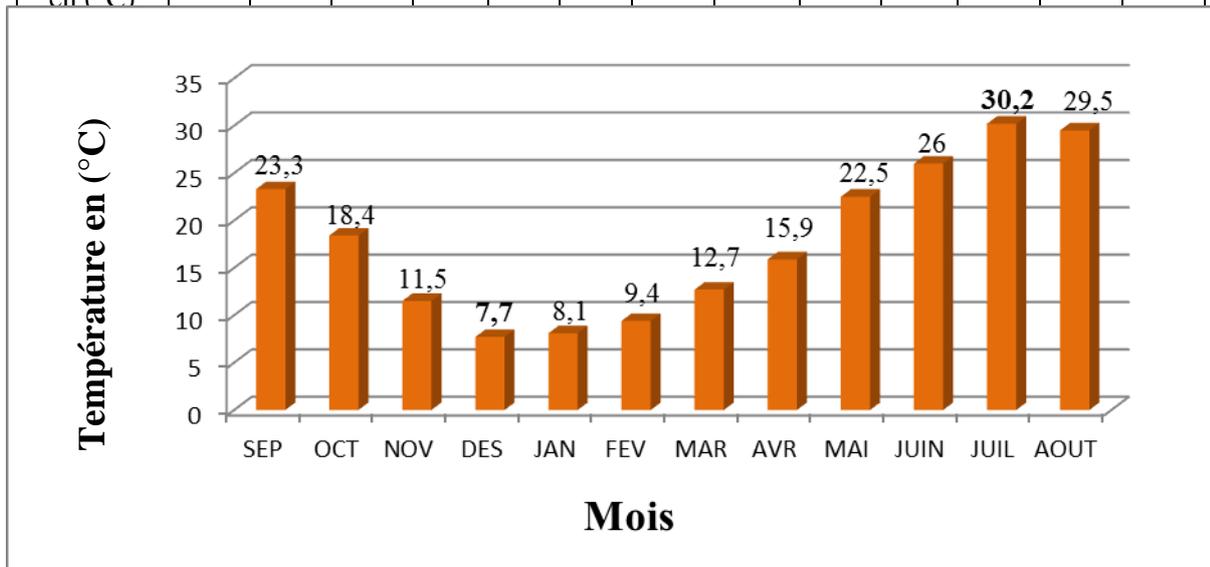


Fig N° 06 : Les températures moyennes mensuelles de la région d'étude (station d'Ain Bouchekif « 1986-2013 »).

On remarque que le mois le plus froid est le mois de Décembre avec une température moyenne mensuelle de **7.7 °C** par contre le mois le plus chaud est le mois de Juillet avec une température moyenne mensuelle qui atteint **30.2 °C**.

3.2.2 Diagramme Pluvio-thermique (Ombro-thermique) :

Le diagramme Pluvio-thermique est la combinaison des températures et des précipitations mensuelles moyennes, il permet de déterminer les périodes véritablement sèches et humides.

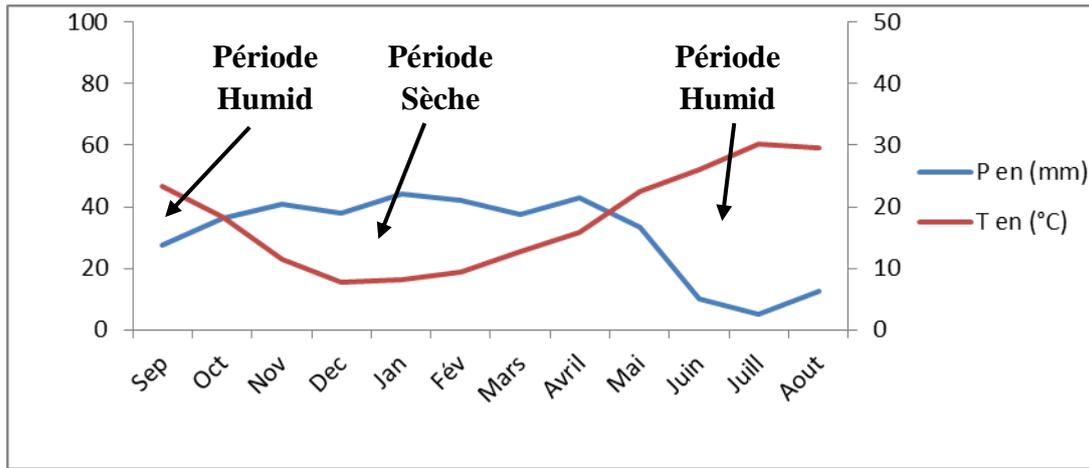


Fig N° 07 : Diagramme Ombro-thermique de la région d'étude (station d'Ain Bouchekif « 1986-2013 »).

D'après le diagramme mentionné en Fig N°07, on peut déterminer deux périodes bien distinctes :

- Une période Sèche qui s'étend de mois d'Octobre jusqu'au mois de Mai.
- Une période Humide qui s'étend de le mois de Mai jusqu'au mois d'Octobre.

3.3 L'humidité :

L'humidité relative de l'air est le rapport, exprimé en pourcentage, de la tension de vapeur d'eau à la tension de vapeur d'eau saturante.

Les données d'humidité relative moyenne à la station d'Ain Bouchekif durant la période d'observation allant de l'année 1986 à 2013 sont reportées dans le tableau suivant :

Tab N° 06 : L'humidité relative moyenne mensuelle de la station d'Ain Bouchekif (1986-2013).

Mois	SEPT	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUIL	AOUT
Humidité (%)	53	62	72	77	79	77	67	64	58	44	36	53

On remarque que le mois le plus humide c'est Janvier, il est de l'ordre de **79 %** et le mois le moins humide c'est Juillet il est de **36 %**.

3.4 L'évaporation :

C'est le processus physique de la transformation de l'eau en vapeur. Elle est un paramètre essentiel, car il représente une partie de la fonction de « sortie » dans le bilan hydrologique d'une région donnée. Cependant il est difficile de le mesurer, car il dépend de plusieurs facteurs qui sont variables dans l'espace et dans le temps, tels que la température, les précipitations, la vitesse des vents, l'humidité de l'air, l'état du sol et la végétation. Les mesures de l'évaporation à la station d'Ain Bouchekif sont mentionnées dans le tableau suivant :

Tab N° 07 : L'évaporation moyenne mensuelle de la région d'étude (station d'Ain Bouchekif « 1986-2013 »).

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juillet	Aout	Totale
Evaporation en (mm)	54	38	21	15	18	18	25	29	43	64	96	88	509

On remarque que l'évaporation maximale est observée au mois de Juillet, elle est de l'ordre de **96 mm** et l'évaporation minimale est observée au mois de Décembre qui est de **15mm**. L'évaporation annuelle est de **509 mm**.

4. Indices Climatiques :

4.1 Climatogramme d'Emberger :

En vue de classer le bioclimat de notre région d'étude, nous avons utilisé la méthode d'EMBERGER (1955).

Les précipitations exercent une action prépondérante pour la définition de la sécheresse globale du climat.

Les limites de séparation entre les différents étages climatiques restent encore imprécises. Il est intéressant de signaler qu'il ne s'agit pas de lignes au sens géométrique du mot, mais plutôt de bandes de transition mixte. À ce titre, Emberger a bien précisé que, sur le diagramme, les limites ont été tracées là où le changement de la végétation a été observé (Emberger L, 1955).

Le quotient d'Emberger est spécifique au climat méditerranéen, il est le plus fréquemment utilisé en Afrique du Nord. Le quotient Q2 a été formulé de la façon suivante :

$$Q2 = [2000P / M^2 - m^2]$$

La valeur $(M + m)/2$ du fait de son expression en degrés Kelvin (K°) varie peu, Stewart (1969) l'assimile à une constante $k = 3.43$, d'où le quotient $Q3$.

$$Q3 = 3,43 \times [P / M - m] = 56.43$$

P : Pluviosité moyenne annuelle (en mm).

M : Moyenne des températures maximales quotidiennes du mois le plus chaud (en $^\circ C$)

m : Moyenne des températures minimales quotidiennes du mois le plus froid (en $^\circ C$).

Q2 : Quotient d'Emberger.

Q3 : Quotient d'Emberger.

Le quotient $Q3$ de la zone d'étude est égal à 56.43 calculé à partir des données climatiques obtenues durant une période de 27 ans (1986-2013).

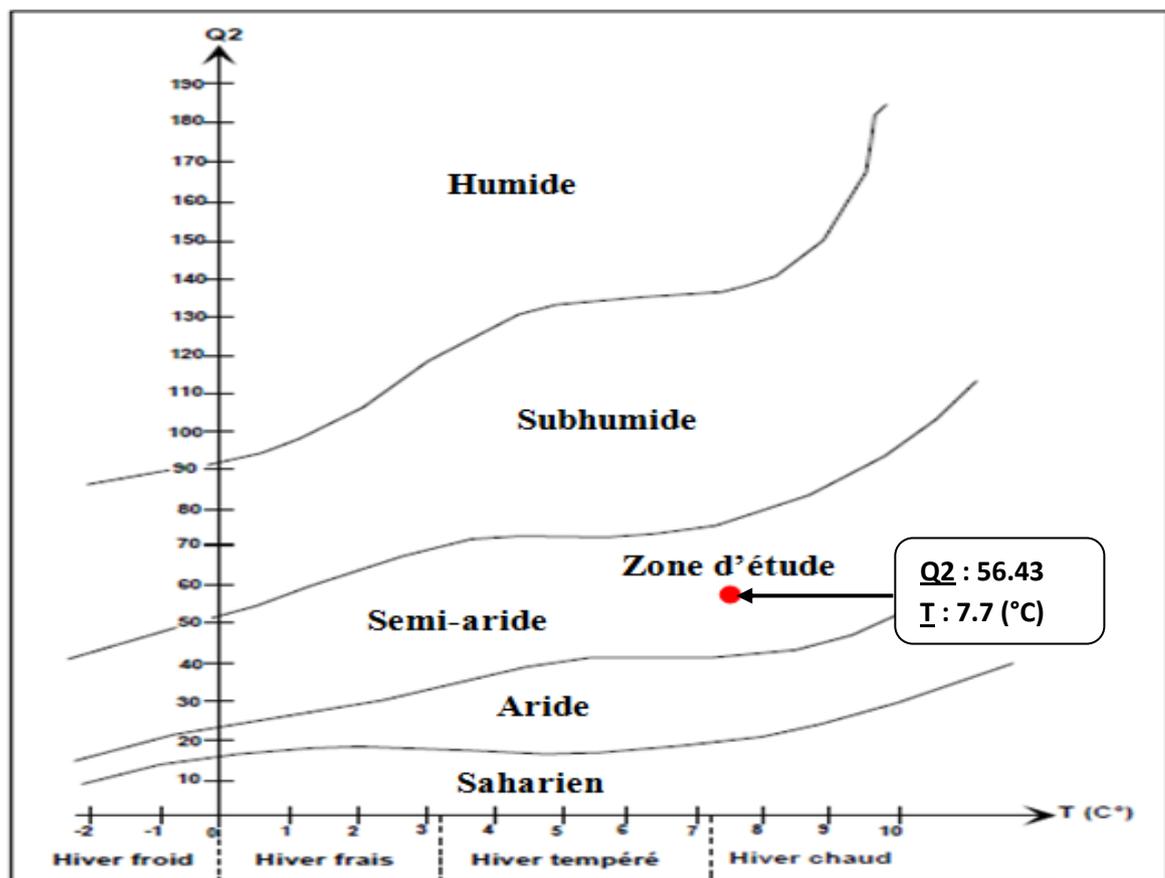


Fig N° 08 : Position de la zone d'étude dans le climatogramme d'Emberger.

4.2 L'indice climatique de DE MARTONNE (1923) :

La formule climatique de De Martonne est appelée indice d'aridité, il est en fonction de la température et de la précipitation :

Avec :

A : indice d'aridité annuelle.

P : précipitation moyenne annuelle en (mm).

T : température moyenne annuelle en (°C).

Si :

- $A < 5 \implies$ le climat est hyperaride.

- $5 < A < 7.5 \implies$ le climat est désertique.

- $7.5 < A < 10 \implies$ le climat est steppique.

- $10 < A < 20 \implies$ le climat est semi-aride.

- $20 < A < 30 \implies$ le climat est tempéré.

- $A > 30 \implies$ le climat est humide.

$P = 370.17$ mm et $T = 17.9$ °C et $A = 13.26$

Donc d'après l'indice de De Martonne, le climat de notre région est du type semi-aride.

5. Conclusion :

Le climat qui règne dans notre région d'étude est semi-aride, il est caractérisé par un hiver froid et pluvieux et un été chaud et sec.

Le secteur appartient à une zone peu pluvieuse, avec une précipitation moyenne annuelle de l'ordre de 370.17 mm. Toutefois il fait signaler la nature assez exceptionnelle des orages où on peut déceler des hauteurs de précipitations égalant certaines valeurs mensuelles en périodes pluvieuses. Cet aspect est surtout observé entre les mois de Mai à Aout.

La température moyenne annuelle est de l'ordre de : 17.9 C° avec des écarts entre les minimas et les maximas pouvant atteindre 10 à 20°.

Chapitre IV :
Hydrogéologie et
Piézométrie

1. Introduction :

L'étude hydrogéologique de la zone d'étude a pour but de différencier les horizons aquifère. Elle nous permet de mieux comprendre les différents zones d'alimentation, l'écoulement des eaux souterrains, et les possibilités d'attendre et d'exploités ces eaux.

2. Les types des aquifères :

Les eaux souterraines dans la région que nous avons étudiée sont liées à quatre ensembles lithostratigraphiques, nous retiendrons donc :

- L'aquifère du Jurassique Supérieur.
- L'aquifère du Crétacé Supérieur.
- L'aquifère du Miocène Inférieur et celui du Quaternaire.

2.1 L'aquifère du Jurassique Supérieur :

2.1.1 Nappe de l'oxfordien :

Les dépôts Oxfordien sont largement répartis dans notre secteur d'étude, recouverts au Nord par les formations du Crétacé Supérieur, le Tithonique et le Kimméridgien à l'Ouest et à l'Est, ils affleurent largement au Sud et au centre. En égard aux contraintes lithologiques, il faut admettre l'existence d'un aquifère unique circulant à faible profondeur, au niveau des fissures et de fractures qui recouperent la formation créent un lien hydraulique entre ses différents bancs, lien qui facilite l'infiltration et l'écoulement des eaux. D'après les observations que nous avons peut réaliser il apparait que dans la plupart des cas, les sources qui drainent les eaux de l'Oxfordien émergent soit au contact des grés et des argiles de l'Oxfordien soit à la faveur d'une fracture dans les dolomies, les différentes émergences reconnues présentent des débits de l'ordre de 0.5 à 1 l/s, et évoluant en fonction du temps. **(Chadli H, 1986).**

L'alimentation de la nappe nous parait liée d'une part à l'infiltration directe des eaux atmosphériques, au Sud au voisinage de Tamatit, et au centre, au niveau de la région de Tafraoua, d'autre parts à des apports indirects à partir des aquifères du Kimméridgien du Tithonique, ou du sénonien qui forment la couverture de l'Oxfordien dans certains secteurs. Nous avons échantillonné sur cette nappe les eaux de la source d'Ain Tamatit.

2.1.2 Nappe aquifère du Kimméridgien – Tithonique :

Nous avons vu que les niveaux perméable étaient constitué par un ensemble de grés tendres et de dolomies ces formations affleurent il y a de bon nespossibilités d'alimentation à partir des précipitations.

Les émergences liées à cet aquifère se situent soit au contact avec l'Oxfordien soit à la limite des couches argileuses qui constituent un écran dans le Tithonique. Les eaux de la nappe du Kimméridgien et du Tithonique, circulant peu profondément, leur transit est rapide et la minéralisation faible, ces eaux se portent donc particulièrement aux A.E.P. dans les secteurs où les débits du Kimméridgien-Tithonique recouvrent l'Oxfordien, on peut envisager l'hypothèse d'une communication entre les deux aquifères.

2.2 Aquifère du Crétacé Supérieur :

En raison des relations étroites entre les diverses formations du Sénonien, Turonien, Cénomaniens, le Crétacé Supérieur présente un aquifère multicouche unique, cet aquifère connaît une grande importance en particulier au Nord et au Sud du secteur. Les niveaux du Turonien et du Sénonien constitués en grande partie de dolomies, calcaires, grés et conglomérats, présentent une bonne perméabilité qui facilite l'infiltration des eaux superficielles, les dépôts Argilo-Marneux du Cénomaniens constituent un écran qui permet à son contact, l'installation d'émergences comme Ain Karman, Ain Rhaicha.

Plus au Sud, là où ils affleurent, les dépôts argileux de l'Oxfordien constituent un bon niveau de base pour l'aquifère du Crétacé supérieur ; Ain El Kessia à l'est et Ain Khedem au centre émergent à ce niveau. (**Chadli H, 1986**).

Au Nord, certaines sources qui drainent les eaux du Crétacé supérieur, comme Ain Ras El Khaneg, Ain Ras Tousnina, Ain Beida, alimentent des cours d'eau peu importants. Les eaux du Crétacé Supérieur nous apparaissent caractérisées par une circulation à faible profondeur et en général un transit rapide, les sources liées à ces formations, ont un débit faible et variable, certaines ne coulent que très faiblement où tarissent à l'étiage. Il est cependant des émergences qui méritent une certaine attention si on les compare aux autres sources, c'est le cas d'Ain Mansour au Nord et Ain Draham à l'Ouest la première est citée une source de contact, tandis que la seconde qui émerge à la faveur d'une faille donne naissance à l'Oued Draham, le débit de chaque source atteint les 2 l/s. l'aquifère du Crétacé Supérieur est largement exploitée soit directement par captage des émergences soit au niveau de puits dont la profondeur ne dépasse pas en général 5 m.

2.3 Aquifère du Miocène Inferieur :

Les formations du Miocène inferieur que l'on rencontre en général au niveau de grabens présentent une extension limitée, c'est le cas en particulier dans la vallée de la Mina où ces dépôts constitués de conglomérats, grés, sables à faible cimentation, constituent en raison de leur bonne perméabilité un réservoir drainé par un ensemble de sources qui donnent naissance à l'Oued Mina. L'alimentation de la nappe du Miocène Inferieur se fait à partir des précipitations atmosphériques, au Nord-Est dans la vallée de la Mina, une faille d'orientation N.E-S.W sert de limite orientale aux formations Miocène c'est à son niveau qu'émerge la source de Sidi Ahmed Ben Abdellah, captée par un système de galeries pour l'alimentation en eau potable de la ville de Tiaret, étant donné son débit supérieur à 6 l/s, il est vraisemblable que cette source draine outre les eaux du Miocène, des eaux des nappes liées aux formations du Jurassique et du Crétacé supérieur. Parmi les sources liées à l'aquifère Miocène, Ain Rhiza et Ain El Ouali méritent une attention particulière, leur débit dépasse

1 l/s. Les eaux du Miocène inferieur circulent à faible profondeur et présentent un transit rapide. (Chadli H, 1986).

2.4 Les eaux du Quaternaire :

Les dépôts Quaternaire sont répartis de façon très variable, ils présentent cependant une épaisseur important dans les parties basses des reliefs, ou des graviers mal cimentés, sables non classés, limons sableux, constituent des ensemble de perméabilité moyenne, à bonne.

La plupart du temps dans le secteur étudié, en raison de l'absence d'écrans, les eaux des formations Quaternaire seront drainées en profondeur vers les aquifères du Jurassique ou du Crétacé supérieur. (Chadli H, 1986)

3 Plaine de Mina :

Les systèmes aquifère de la Plaine sont représentés par :

- La nappe libre des Alluvions du Quaternaire récent.
- La nappe captive du Quaternaire ancien-Pliocène continental.
- La nappe des Grés-Calcaires Astiens.

3.1 La nappe libre des Alluvions Quaternaires :

L'aquifère des Alluvions récentes est étendu sur toute la plaine sauf localement au Sud-Est de la plaine. Du point de vue lithologique, les alluvions sont composées par des sédiments

issus de la désagrégation des roches plus anciennes et qui ont été entraînées par les crues des grands Oueds, particulièrement Oued Mina. Il s'agit des sables, limons, argiles grises et rougeâtres d'origine continentale. Les logs lithologiques des forages réalisés dans la plaine montrent qu'il s'agissait de petites lentilles sableuses intercalées par des passées argileuses ayant une épaisseur comprise entre 50 et 70 m. En général cet aquifère est peu important car il fournit des débits très faibles (de l'ordre de 0.5 l/s). Des essais de pompages ont été réalisés au niveau de cinq puits traversant l'aquifère et ils ont permis de calculer la transmissivité qui est de l'ordre de $2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$. Cette transmissivité est faible. (DRE de Tiaret, 1987).

3.2 La nappe captive du Quaternaire ancien-Pliocène Continental :

La nappe en question se trouve sous les alluvions récentes. Du point de vue lithologique, elle est constituée essentiellement de sables et limons du Pliocène continental, de grés-calcaires lumachellique du Calabrien et des sables et argiles villafranchiens. L'épaisseur de ces formations est de l'ordre de 250 m, elle augmente au fur et à mesure qu'on se dirige vers le centre de la plaine.

Le système aquifère de ces formations n'est pas formé de nappes superposées nettement séparées mais à une succession d'aquifères connectés et semi – confinés à une forte anisotropie de perméabilité verticale et horizontale.

Un essai de pompage par palier a été effectué au puits communal Bel Hacelà permis de calculer la transmissivité qui est comprise entre $1 \cdot 10^{-3}$ et $3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$. C'est une transmissivité relativement faible. Un autre essai a été réalisé au niveau d'un forage situé dans les environs de Hamadna et a permis de calculer la transmissivité qui est de l'ordre de $1,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$. Cette dernière est faible. En général cet aquifère fournit des débits faible compris entre 0.5 et 4 l/s.

3.3 La nappe captive des Grés-Calcaires Astiens :

L'aquifère astien est constitué par des grés fins peu argileux souvent à ciment calcaire. Ils sont visibles sur les flancs de l'anticlinal de Guerbousa, sur le flanc Sud-Est de Djebel Mekhlia et Bel Hacel où ils plongent sous les formations du quaternaire vers le centre de la plaine. Ces formations ont une perméabilité de fracture non négligeable en revanche leur perméabilité d'interstices est généralement modérée du fait de leur cimentation calcaire. Le toit de cet aquifère est représenté par les formations du Pliocène continental où les changements verticaux et horizontaux sont fréquents. Ce toit présente donc non pas une barrière étanche mais plutôt une barrière semi étanche favorisant les échanges par ascendance. Concernant le mur de l'aquifère, il est représenté par les marnes bleues plais anciennes.

Les grés calcaires de l'Astien peuvent formés deux types de nappes.

- Une nappe libre située surtout au niveau des affleurements des grés, notamment à Bel Hacel et sur les flancs de Guerbousa.
- Une nappe captive lorsque le toit des grés est composé par des argiles comme la montré un forage pétrolier réalisé dans les années cinquante dans la plaine avoisinante (plaine de Relizaine) et les forages réalisés par l'A.N.R.H en 1987 dans la région de Sidi Khettabet Moulay Abd El Kader.

Les grés ont été traversés à une profondeur de 276 m par le forage pétrolier et à une profondeur de l'ordre de 400 m par les forages de l'A.N.R.H. L'épaisseur des grés est d'environ 30 m et les débits fournis sont de l'ordre de 3 l/s. Le niveau statique de la nappe captive se stabilisait selon le forage à 46,3 et 10 m du sol. **(DRE de Tiaret, 1987).**

3.4 Le substratum :

Il est constitué par les marnes bleues du plaisancien et du Miocène Supérieur qu'on peut observer à l'affleurement au pied des Djebel Bordant la plaine. Au centre de celle-ci, les marnes bleues sont recouvertes par l'Astien, le Pliocène continental et le Quaternaire.

3.5 L'alimentation :

L'alimentation des nappes s'effectue par l'impluvium, représenté par les affleurements de l'Astien, du Pliocène continental, du Calabrien et du Quaternaire. La surface offerte à l'infiltration est de l'ordre de 777,31 Km², ainsi que par les rivières qui traversent la plaine particulièrement Oued Mina et Oued Hillil.

3.6 L'exutoire :

Les principaux exutoires du bassin hydrogéologique de la plaine se trouvent à la confluence d'Oued Mina avec Oued Chéelif. Une partie des eaux souterraines alimente la plaine du Bas Chéelif. L'autre partie alimente probablement la plaine de Relizaine située à l'Est. L'étranglement de la plaine au Sud-Ouest de l'Hillil peut constituer un exutoire possible où l'eau peut s'écoulée à travers les formations de l'Astien et du Pliocène continental vers la plaine de Negma. **(DRE de Tiaret, 1987).**

4 Les Bassani versants :

Le bassin versant de l'Oued Mina est le plus important, et le plus intéressant des sous bassins versants de cette Wilaya. Il contribue à l'alimentation de la prise de Sidi Ouadhah et du barrage Bakhadda. Ce bassin versant dont la superficie est de 2056 Km, repose sur des roches calcaire le plus souvent occupe la partie occidentale du bassin du Cheliff ; la Haute Mina ne représentant qu'un tiers de ce grand cours d'eau (**Bouchentouf K, 1994**).

L'Oued Mina occupe un domaine assez particulier de par son aspect structural et tectonique. En effet, on peut situer d'une façon très grossière l'Oued Mina entre la plaine de Relizane au NW et le parallèle de Tiaret à l'Est. Cet Oued recoupe en fait la partie des piémonts occidentaux du massif de l'Ouarsenis et la partie septentrionale des hauts plateaux Oranais (**Laidani1et al, 2009**).

L'Oued Mina, principal et dernier affluent de la rive gauche du Cheliff, prend sa source dans les monts de Frenda pour confluer avec l'Oued Cheliff après un parcours de 125 km. Il parcourt une distance de 135km environ entre les barrages de Bakhadda et de Smba, avec une orientation Sud-Est, Nord-Ouest (**Hallouz Fet al, 2012**).

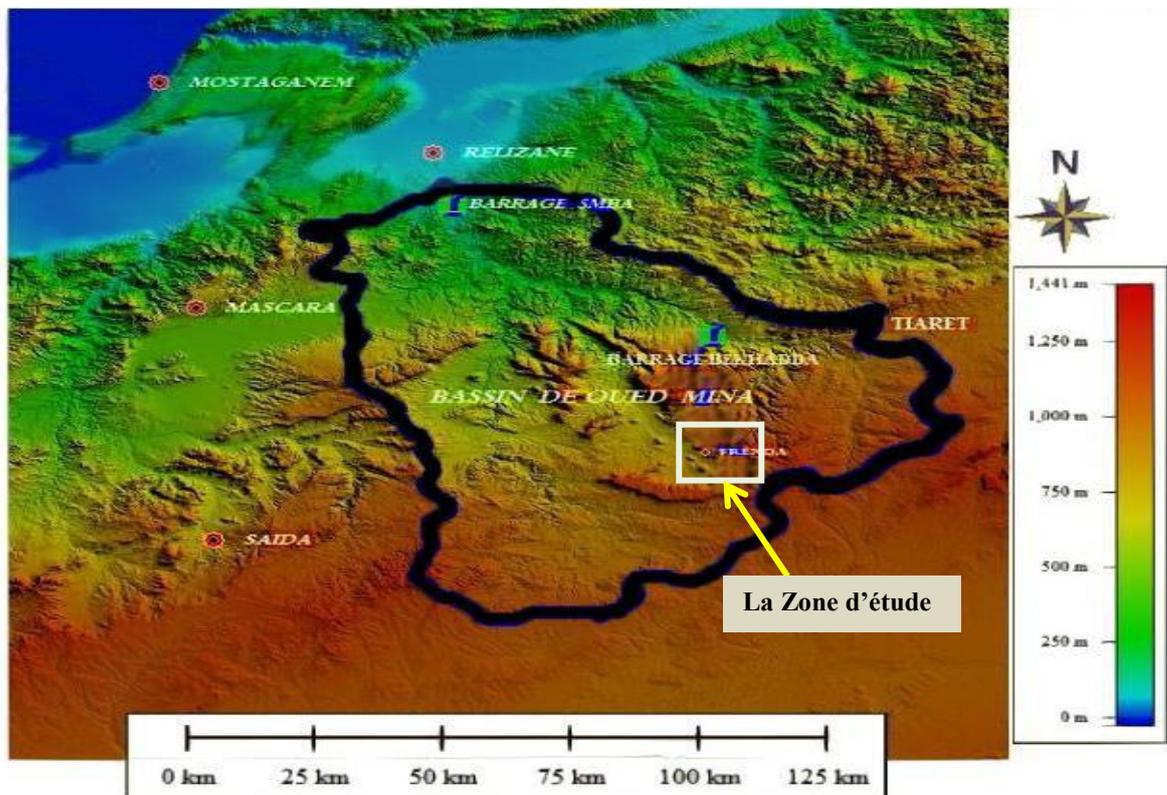


Fig. N° 10 : Carte MNT du bassin de la MINA (**Hallouz Fet al, 2012**).

5 la vallée l'Oued El Abd et Oued El Taht :

5.1 Structure du système aquifère :

On distingue deux types d'aquifère dans le bassin versant de l'Oued El Abd et Oued Taht :

- **L'aquifère Argilo-Gréseux** : formé par le Lusitanien-Kimméridgien dont les caractéristiques sont médiocres à moyennes. Ce sont des formations en position haute et sont rapidement drainées. Les sources ont un débit irrégulier, assez faible. Le Kimméridgien est capté pour l'alimentation de Frenda.
- **Les Dolomies du Jurassique Inférieur et moyen** (Aaléno-Dogger) constituent l'aquifère le plus important. Elles forment un vaste plateau très fracturé, limité au Nord entre Bou Noual et Ain Amara par l'Oued El Abd, en contact avec les dolomies. Dans le sous le bassin de l'Oued El Taht et la plaine de l'Oued El Abd l'aquifère devient captif. **(DRE de Tiaret, 1987).**

5.2 Alimentation :

L'alimentation des dolomies se fait par son impluvium constitué par le plateau qui se trouve en amont de la plaine de Takhmaret.

5.3 L'exutoire :

L'exutoire est constitué par l'Oued El Abd et par les sources qui d'ailleurs rejoignent les oueds El Abd et El Taht environ 40 l/s provenant de Ain Kermes à l'Est et qui s'infiltrent dans les dolomies.

5.4 Caractéristique hydrodynamique :

Les essais effectués par une douzaine de forages donnent des perméabilités comprises entre $1,2 \cdot 10^{-4}$ m/s et $9 \cdot 10^{-4}$ m/s. Les valeurs des transmissivités sont comprises entre $1,4 \cdot 10^{-4}$ m²/s et $1,8 \cdot 10^{-3}$ m²/s. Le coefficient d'emménagement n'a pas été calculé, mais il serait de l'ordre de 10%.

G. Pitaudà déterminé le débit d'écoulement par traitement de hydro grammes enregistrés entre 1970-1975. Il estime les ressources exploitables à $1,2 \text{ m}^3/\text{s}$ soit $37,8 \text{ Hm}^3/\text{an}$. Les ressources exploitables déterminé par la carte des ressources est de $32,2 \text{ Hm}^3/\text{an}$. **(DRE de Tiaret, 1987).**

6 Les ressources :

6.1 Les ressources souterraines :

L'évaluation réelle des potentialités en eau souterraine reste tributaire d'études géo-hydrologiques objectives absentes jusqu'à présent sur le bassin de Oued Mina. La nappe phréatique d'Oued Taht constitue la principale richesse. Le volume des 2 nappes (Medroussa et Frenda) ne dépassent pas 4 Hm³.

6.2 Les ressources superficielles :

Le territoire de la commune de Frenda se trouve dans le bassin versant d'Oued Mina traversée par deux cours principaux Oued Taht et Oued Ferdja tous deux de direction Sud-Est et Nord-Ouest. Le premier au Sud du Chef-lieu est intermittent et le second au Nord est permanent.

On notera qu'aucune importante mobilisation des eaux superficielles n'est recensée sur le territoire de la commune de Frenda. (**G.E.T. Omrane, 2000**)

6.3 Les sources :

Les émergences que nous avons étudiées, peuvent être répartir en trois groupes.

- Source de fissures ou de failles.
- Les sources de contact.
- Sources des séries gréso-dolomitiques de l'Oxfordien et du Kimméridgien tithonique.

6.3.1 Source liées à des failles :

Ces sources montrent un régime irrégulier, le débit est variable, conditionné par les apports atmosphériques, où dans cas par les apports en provenance d'autres niveaux aquifères. Par ordre d'importance.

- **Ain Derhem :**

Les coordonnées de Lambert : (X= 355,7 km / Y= 189,2 km)

Elle émerge à la faveur d'une faille d'orientation Nord-Est, Sud-Ouest. Dans les séries calcaires du Sénonien, l'alternance de ces calcaires avec quelques niveaux argileux et l'existence de fissures a permis la mise en place d'une réserve importante qui alimente la source, le débit est irrégulière, variant de 3 l/s en période humide à 1,5 l/s à l'étiage, cette source donne naissance à l'Oued Derhaem. (**Chadli H, 1986**)

- Ain Chabir :

Les coordonnées de Lambert : (X= 355,6 km / Y= 191,2m k)

Elle émerge dans même conditions, sur une faille d'orientation Nord – Sud dans les grés du Sénonien, cette source présente un débit supérieur à 2 l/s.

- Ain Sbiba :

Les coordonnées de Lambert : (X= 353,3 km / Y= 192,4 km)

- Ain Mekhref :

A 4,5Km environ au Sud-Est de Freneda avant d'arriver à Sbiba, deux stations ont été repérées. Elles sont situées de part et d'autres de la route de MEDRISSA.

1)- L'une bien localisé aux coordonnées de Lambert X= 353,6 km - Y= 194,5 km, parait assez riche et d'âge néolithique.

2)- L'autre sur le plateau (cote 1143) soit sensiblement en X= 352,8 mk -Y= 194,5 km n'offre que des silex épais peu nombreux et quelques dos abattus de dimensions moyennes.

- Ain Medrissa :

L'existence d'un réseau de failles affectant les formations du Crétacé supérieur – Sénonien, et celles du Miocène inférieur discordantes sur le Jurassique, nous laisse supposer que cette source draine un aquifère lié aux calcaire et aux grés du Miocène inférieur, en raison de son débit élevé, plus de 2 l/s, cette source à permis l'alimentation du village de Medrissa, notons toutefois, que le débit est variable et peut descendre à 0,5 l/s en période sèche.

- Ain Nachfa :

Elle émerge à la faveur d'une faille orientée Nord-Est, Sud-Ouest. Comme son nom l'indique, cette source serait sèche en été, l'émergence est liée à un niveau gréseux du Sénonien, son débit faible, de l'ordre de 0,9 l/s, ne dépend que des pluies qui tombent sur le bassin d'alimentation. (Chadli H, 1986).

6.3.2 Les sources de contact :

Ce type d'émergences connait une grande extension dans la région, les exutoires se situent généralement entre deux niveaux de perméabilité différentes, les débits sont variables de 0,1 à 5 l/s, à titre d'exemple, nous citerons deux sources qui méritent plus particulièrement l'attention, ce sont :

- **Ain Mansour :**

L'épaisse série du Sénonien, constituée de calcaires fissurés surmontant un ensemble de grés et de marnes, a permis la mise en place d'un aquifère alimentant une série de sources dont Ain Mansour. Le débit de l'ordre de 1 l/s varie peu au cours de l'année et la source apparaît au contact des grés et des marnes.

- **Ain Rhiza :**

Nous avons vu que le Miocène inférieur connaissait une répartition tantôt sur le Crétacé supérieur, au Sud de la MINA, les conglomérats et grés reposent sur les argiles Jurassique, qui constituent un débit de l'ordre de 1 l/s.

6.3.3 Les sources des séries Grés-Dolomitique du Jurassique Supérieur :

Ces sources drainent les séries Grés-Dolomitique du Tithonique-Kimméridgien et gréseuses de l'Oxfordien Supérieur.

- **Dans les grés Oxfordien :**

L'alternance de niveaux gréseux et argileux, l'existence en surface de niveaux fissurés a permis la mise en place d'un aquifère alimentant une série de sources avec en particulier :

Ain Tamatit, Ain Khedem, Ain Tafraoua, Ain Merzouga. Les débits varient de 0,05 à 1 l/s, à leur émergence, (Chadli H, 1986).

- **Sources issues des dolomies du Tithonique – Kimméridgien :**

Les dolomies, très fracturées et frottement désagrégées par endroits présentent de nombreuses crevasses, cavernes, gouffres, qui permettent un enfouissement et à l'évaporation, ces dolomies constituent sans doute le meilleur réservoir aquifère de la région, elles sont jalonnées par une série de sources qui émergent à la faveur d'un réseau de fissures, nous retiendrons en particulier Ain Oukabene,, Ain Benanane, Ain R'mel, le débit de ces sources est variable, il est de 0,07 l/s à 0,3 l/s. (Chadli H, 1986).

6.4 Les Forages :

Dans la région, les forages constituent la majorité des ouvrages de captages, ils permettent l'alimentation en eau potable de la population rurale et du bétail. Leur profondeur variant entre 77 m à 450 m.

Tab N° 08 : Représentation des caractéristiques des quelque forages dans la région d'étude
(DRE de Tiaret, 2010).

Nom de forage	NS (m)	ND (m)	Pro(m)	X (km)	Y (km)	Z (m)	NP (m)
OUED FARDJA F1	6,56	63,17	160	352,2	197,5	1070	1063.44
FRENDIA F1 (Bendria)	8,72	78,7	450	344,925	194,65	845	836.28
FRENDIA F2	26,29	57,8	420	344,25	192,76	855	828.71
FRENDIA F3	18,2	29,49	399	344	193,7	840	821.8
Ain El Hadid AH 1	44,38	63,89	300	336,9	198,25	785	740.62
Ain El Hadid F2 AH2	32,31	35,8	250	333,55	200,55	777	744.69
Benamra	45	/	246,6	333,15	201	783	738
MEHOUDIA (Matmeur) F1 Bis	8,86	35,21	150	332,35	213,25	629	620.14
Ain Kermes F1	33,1	105	300	354,3	180	1092	1058.9
OUED YAHIA F3	91	131	200	325,7	202,02	795	704

Tab N° 09 : Etat des forages (DRE de Tiaret, 2010).

Etat de forage	débit exploité (l/s)	Formation captée	Age	Commune
en service	10	Grès et dolomies	Sénonien et Jurassique	Frenda
en service	12	Calcaires dolomies	Jurassique	Frenda
en service	15	Calcaires dolomies	Jurassique	Frenda
en service	20	Calcaires dolomies	Jurassique	Frenda
en service	10	Dolomies et marnes	Jurassique	Ain El Hadid
en service	12	dolomies et calcaire	Jurassique	Ain El Hadid
abandonnée		grès, dolomies et marnes	Jurassique	Ain El Hadid
en service	6		Jurassique	Ain El Hadid
en service	8	calcaires	jurassique	Ain Kermes
en service	2	grès, marnes	Callovo- Oxfordien	Ain El Hadid

7 Piézométrie :

Dans l'ensemble, les points d'eau retenus pour établir la carte piézométrique et définir le sens et les écoulements souterrains sont en nombre insuffisants malgré tout, connaissant le régime hydrologique des Oueds, nous essayerons d'examiner les relations éventuelles qu'ils peuvent présenter avec les nappes.

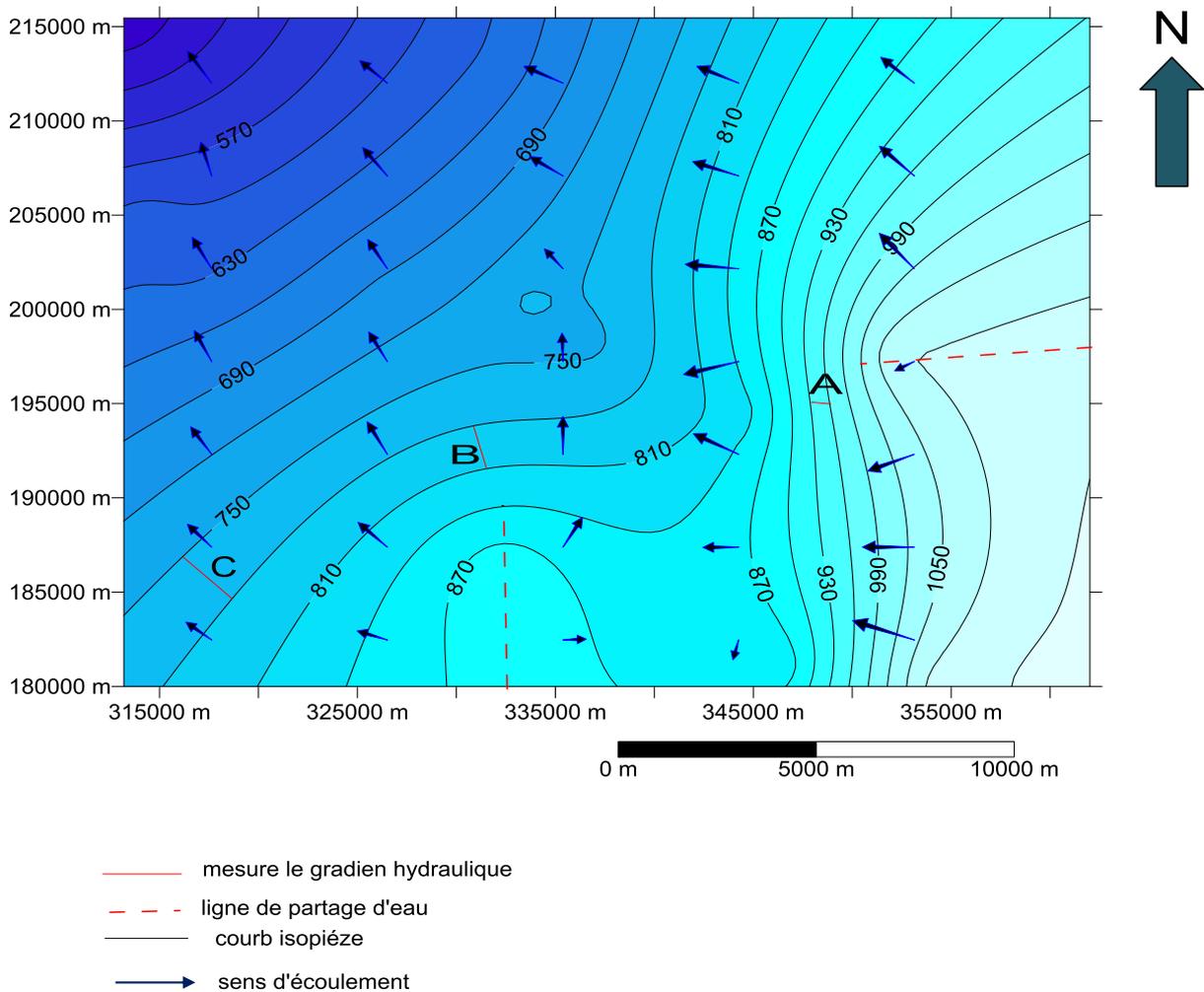


Fig. N° 11: la carte Piézométrique de la zone d'étude.

7.1 Mesure de gradient hydraulique :

La mesure de gradient hydraulique se fait suivant la formule :

$$i = \frac{h_2 - h_1}{l}$$

i : gradient hydraulique

h_2 : le point élevé en (m)

h_1 : le point bas en (m)

l : la distance entre h_2 et h_1 en (m)

Tab N° 10 : Représente la mesure du gradient hydraulique.

	A	B	C
h₁	930	780	750
h₂	960	810	780
l	1071.42	2142.85	3571.42
Gradient hydraulique	0.028	0.014	0.0084

7.2 L'interprétation de la carte piézométrique :

D'après la morphologie de la carte piézométrique de la région d'étude, le sens d'écoulement se fait de l'Est vers l'Ouest puis vers le Nord avec une zone de partage des eaux à l'Est et au Sud, les courbes isopièzes sont séries au niveau de point **A** avec un gradient hydraulique plus fort que le point **B** et le point **C**, qui se traduit par une grande vitesse d'écoulement.

7.3 Evaluation des paramètres hydrodynamiques :

Détermination ponctuelle par les essais de pompage : les pompages d'essais permettent d'étudier expérimentalement l'évolution des caractéristiques des nappes aquifères dans un forage où dans une station d'essai équipée de piézomètres. Les pompages permettent de construire expérimentalement les graphiques :

- Débits : niveau d'eau en fonction du temps de pompage.
- La courbe : rabattement – débit.
- La courbe de remontée.

En effet, lorsque le pompage cesse, la nappe tend vers son équilibre initial le niveau dynamique remonte dans le forage plus ou moins rapidement pour atteindre le niveau piézométrique initial, c'est cette remontée du niveau d'eau dans l'ouvrage que l'on peut représenter graphiquement, en reportant en coordonnées semi – logarithmiques, les niveaux d'eau ou rabattement en fonction du temps, on peut ainsi obtenir des indications directes mais approchée sur les paramètres déterminant la productivité du captage, **T** : la transmissivité et dans certaines conditions **S** : le coefficient d'emménagement des aquifères, conditions hydrauliques aux limites.

Pour préciser les limites et déterminer les caractéristiques hydrodynamiques T et S de l'aquifère, un essai de débit a été exécuté en 14/03/2007 sur un forage situé près du village de FRENDA « Oued Fardja F2 » et destiné à son alimentation.

L'essai de longue durée à portée sur 24 heures, il a été suivi d'une remontée observée pendant 48 heures. Cet essai a permis le calcul de T sur les courbes de remontée et descente.

La courbe représentative de l'équation est obtenue après le report des rabattements pendant le pompage d'essai en fonction du temps sur papier semi – log. L'équation s'écrit : $S = 0,183.Q / T$ qui correspond à la pente de la droite qui est donnée par la croissment du rabattement pour un cycle log comme le débit Q est connu pendant le pompage, dans la méthode de THEIS utilisée ici.

7.3.1 Essai de pompage :

- Sondage de Frenda « Oued Fardja F2 »

Localité : Frenda – Oued Fardja

Date des travaux : Du 14/03/2007 au 15/06/2007

Démarrage des pompages : Le 14/05/2007 à 12H 00

Les coordonnées Lambert du forage :

- X = 351,350
- Y = 199,300
- Z = 1045 m

7.3.2 Caractéristique du forage :

- L'essai 24 heures :
 - Niveau Statique : 26,80 m
 - Niveau Dynamique : 72,20 m
 - Débit : 4 l/s
- L'essai 48 heures :
 - Niveau Statique : 26,80 m
 - Niveau Dynamique : 80,41 m
 - Débit : 5 l/s

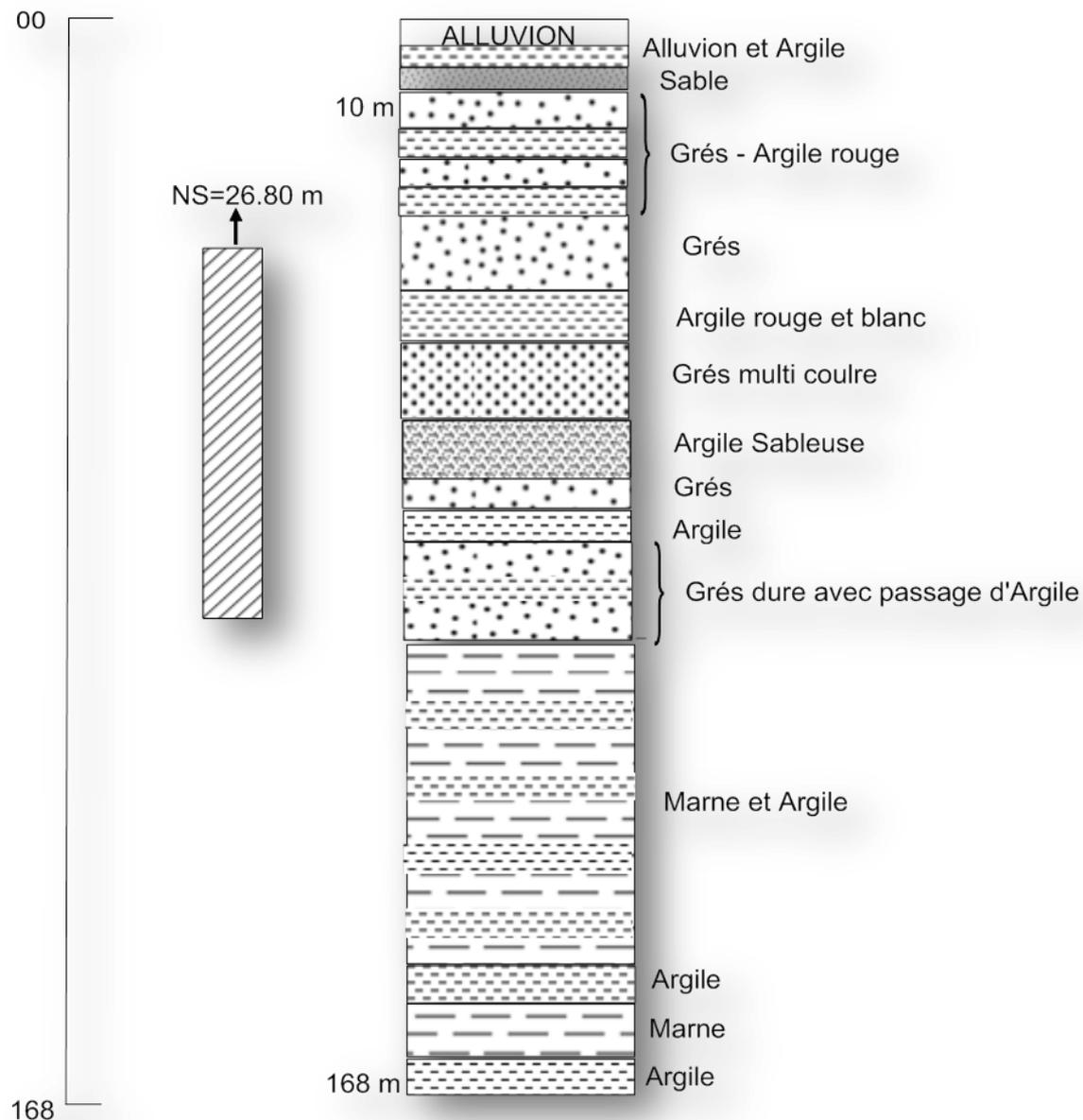


Fig. N° 12 : Log Litho-stratigraphique (Oued Fardja F2) d'Echelle 1/1000

8 Conclusion :

Comme l'a montré l'étude hydrogéologique ci-dessus, sur les cinq ensembles aquifères que compte le bassin versant du Chélif-Zahrez, la zone d'étude est caractérisée par sa richesse en ressources aquifères se répartissant sur les trois ensembles définis au début de ce chapitre à savoir :

- L'aquifère du Jurassique Supérieur.
- L'aquifère du Crétacé Supérieur.
- L'aquifère du Miocène Inférieur et celui du Quaternaire

Chapitre V : Hydrochimie

1. Introduction :

Toute étude hydrogéologique doit être complétée par une étude physico-chimique qui permet de connaître :

- L'origine des eaux souterraines, ainsi que leur potabilité et leurs degrés de pollution.
- Connaître les critères physico-chimiques de la qualité des eaux souterraines.

Ainsi que d'établir la relation entre la géologie et la chimie.

L'interprétation des analyses a pour but de déterminer le faciès chimique, d'effectuer des comparaisons spatio-temporelles et de mettre en évidence les différents éléments pouvant jouer un rôle primordial dans leur répartition et par conséquent d'établir la genèse et l'origine des éléments chimiques.

L'échantillonnage a été effectué sur 04 forages dans une deux zones défèrent dans la région d'étude (Frenda, Ain El Hadid).

Parmi les paramètres physico-chimiques étudiés on a :

-Les paramètres physiques (pH, Résidu Sec).

-Les paramètres chimiques: éléments majeurs

Les cations: Ca^{+2} , Mg^{+2} , Na^+ , K^+ .

Les anions: HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- .

2. Répartition des points de prélèvement de la zone d'étude :

Tab N°11 : Répartition des points de prélèvement de la zone d'étude

forage	X	Y	Z	NS (m)	ND (m)	Débit Q (l/s)	Profondeur (m)
Frenda F2	344.925	194.650	845	8.72	28	19	410
Frenda F3	344	193.70	840	18.20	24.17	32	339
Ain El Hadid F2	333.550	200.550	777	13	35.80	35	250
Ain El Hadid F1	336.900	198.250	785	44.50	63.31	18	300

3. Paramètres Physico-chimiques :

3.1 Résultats et discussion :

3.1.1 Interprétation et discussion des résultats :

La composition minérale des eaux dépend généralement des terrains traversés, principalement des différentes couches géologiques ainsi que la charge physico-chimique et biologique des eaux d'infiltrations.

Les analyses permettent aussi de déterminer la concentration de certaines substances qui peuvent rendre ces eaux suspectes ou impropres à la consommation.

En ce qui concerne l'eau étudiée, les analyses physico-chimiques ont permis de révéler les résultats suivants :

3.1.1.1 Analyses physico-chimiques :

3.1.1.1.1 Les paramètres physiques :

a. Potentiel d'Hydrogène pH :

Le pH dépend de l'origine des eaux, de la nature géologique du substrat et du bassin versant traversé (**Rodier J. 2005**). Ce paramètre conditionne un grand nombre d'équilibres physico-chimiques entre l'eau, le gaz carbonique dissous, les carbonates et les bicarbonates qui constituent des solutions tamponnées conférant à la vie aquatique un développement favorable. Dans la plupart des eaux naturelles, le pH est compris habituellement entre 6 et 8,5 alors que dans les eaux tièdes, celui-ci être compris entre 5 et 9 (**Rodier J, 1996**).

Tab N°12 : Résultats de mesure du pH des points de prélèvements.

Point de prélèvement	Frenda F2	Frenda F3	Ain El Hadid F2	Ain El Hadid F1
pH	8	7.3	8.9	8.8
Norme	6.5 - 9			

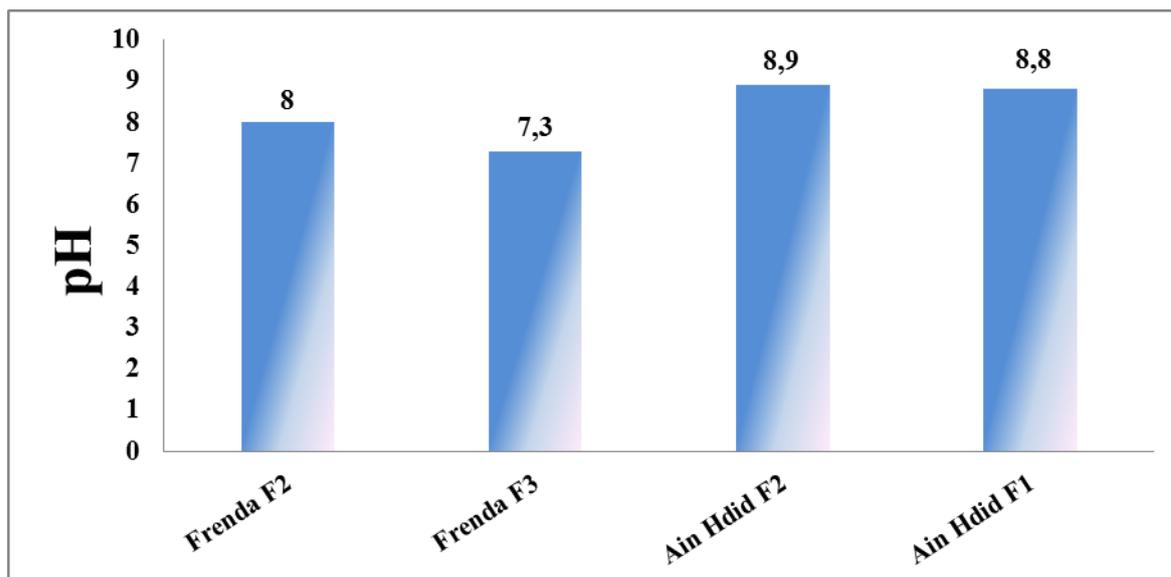


Fig N°13 : Histogramme montrant les valeurs de pH des points de prélèvement.

L'acidité de l'eau ne pose en soi aucun problème vis-à-vis de la santé du consommateur. Les normes édictées par la réglementation locale et internationale en matière de potabilité de l'eau recommandent un pH situé entre 6,5 et 9. Lors des analyses des échantillons d'eau de la zone d'étude à ces normes, il ressort que leur pH est normal étant donné qu'il est compris entre 7.3 et 8.9.

b. Résidu Sec :

La détermination du résidu sec sur l'eau non filtrée permet d'évaluer la teneur en matières dissoutes et en suspension, non volatiles, obtenues après une évaporation d'eau (Rodier et al. 2005). Une eau dont la teneur en résidu sec est extrêmement faible peut être inacceptable à la consommation en raison de son goût et insipide (WHO, 1994).

Tab N°13 : Résultats du Résidu Sec.

Point de prélèvement	Frenda F2	Frenda F3	Ain El Hadid F2	Ain El Hadid F1
Résidu Sec	1182	1076	1100	1380
Norme	1500mg/l			

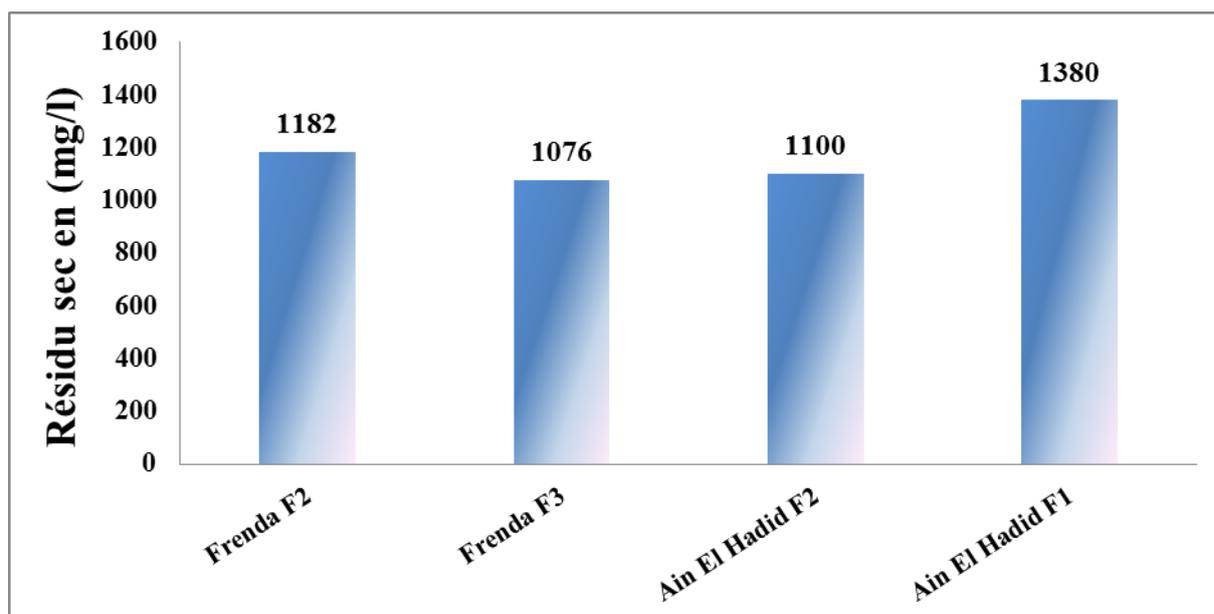


Fig N°14 : Histogramme présente le Résidu Sec en (mg/l) des points de prélèvement.

L'étude des taux du résidu sec, le taux minimum est de l'ordre de 1076 F3(Frenda) et maximum 1380 F1 Ain El Hadid donc les taux du résidu sec ces normes.

3.1.1.1.2 Les paramètres chimiques :

Tab N°14 : Résultats des analyses des points de prélèvement.

Point de prélèvement	Frenda F2	Frenda F3	Ain El Hadid F2	Ain El Hadid F1	Norme
Mg ²⁺ (mg/l)	74	55	55	63	150
(Ca ²⁺) mg/l	35	65	84	94	200
HCO ₃ ⁻ mg/l	146	271	294	271	500
Cl ⁻ (mg/l)	370	350	231	340	500
SO ₄ ⁻² (mg/l)	195	170	223	242	400
Na ⁺	210	225	166	235	200
K ⁺	14	14	9	10	12

a. Les deux forages de Frenda F2, F3 :

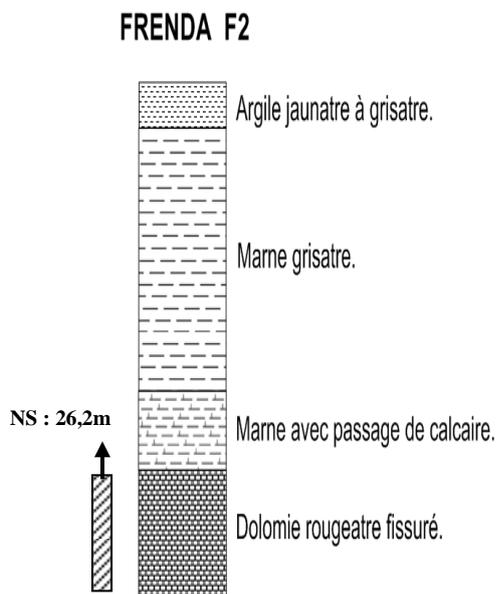


Fig N° 15 : Log stratigraphie de forage de Frenda F2.

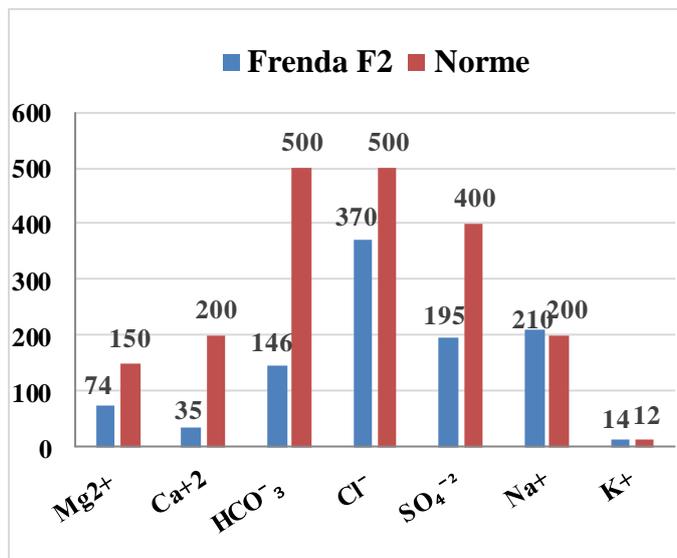


Fig N° 16 : Histogramme représentant les paramètres chimiques (forage de Frenda F2).

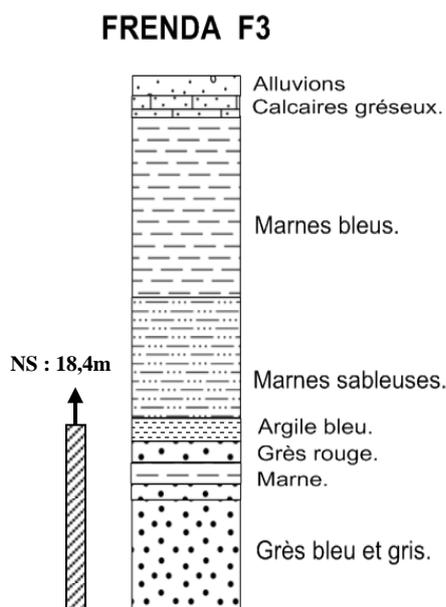


Fig N° 17 : Log stratigraphie de forage de Frenda F3.

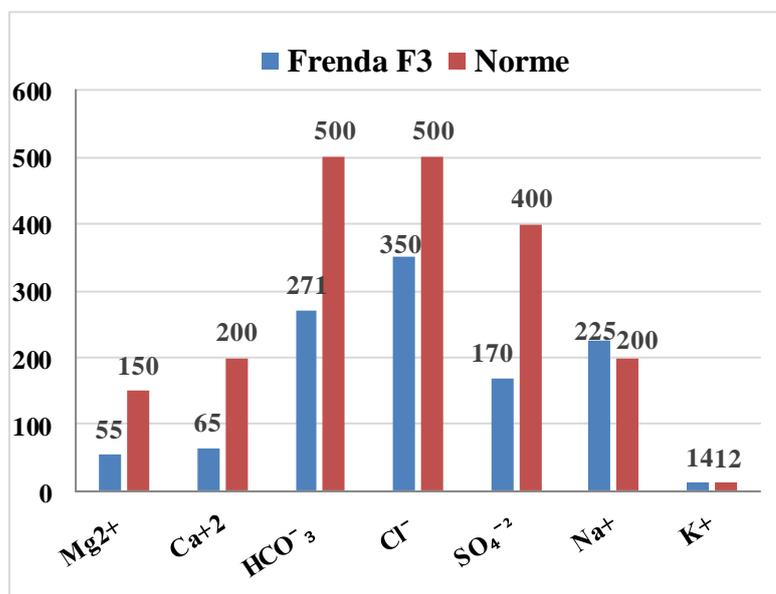


Fig N° 18: Histogramme représentant les paramètres chimiques (forage Frenda F3).

b. Les deux forages d'Ain El Hadid F2, F1 :

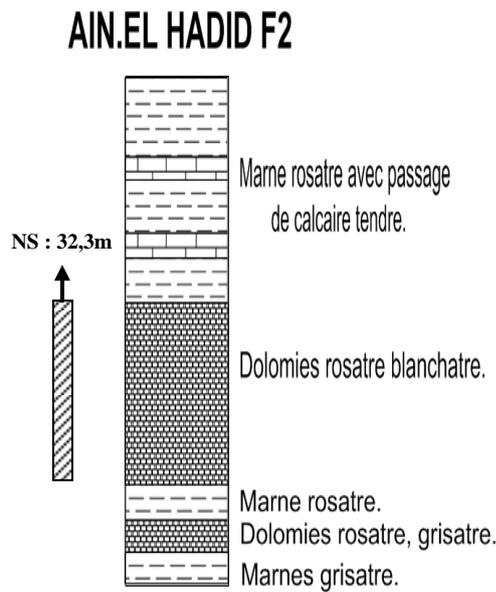


Fig N° 19 : Log stratigraphie de forage d'Ain El Hadid F2.

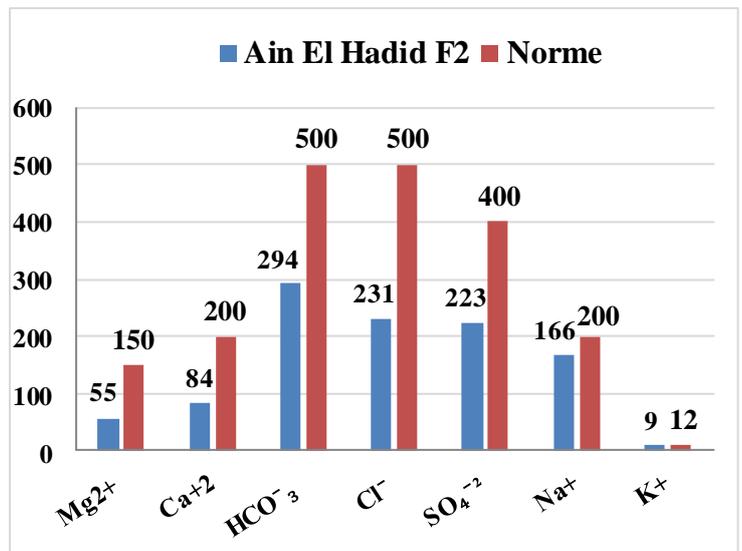


Fig N° 20 : Histogramme represent les paramètres chimiques du forage d'Ain El Hadid F2.

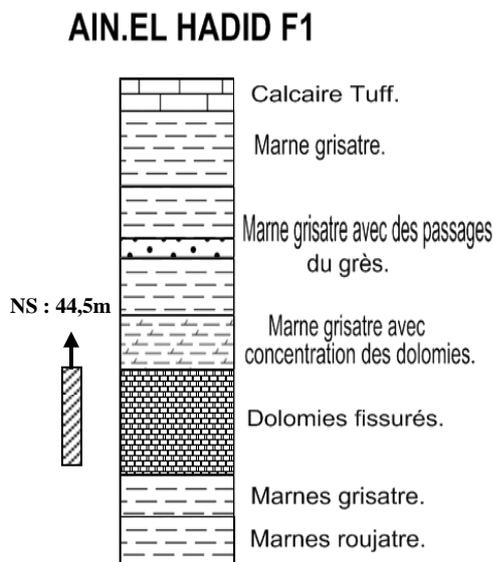


Fig N° 21 : Log stratigraphie de forage d'Ain El Hadid F1.

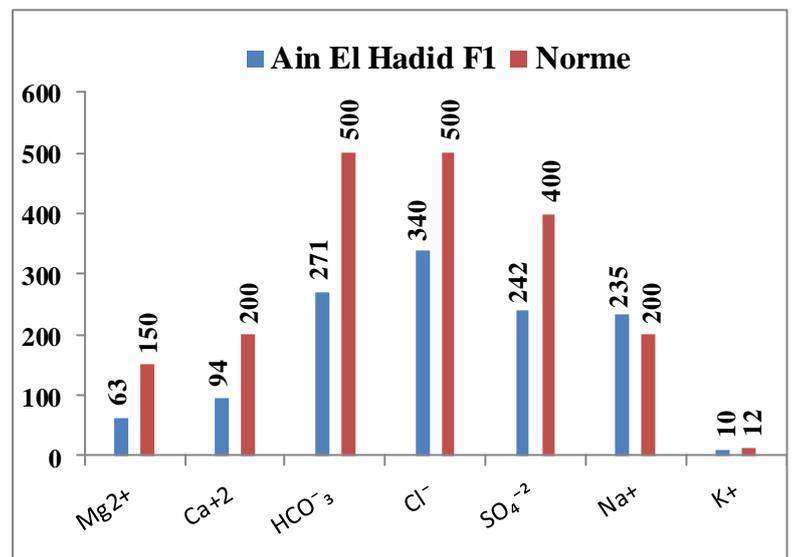


Fig N°22 : Histogramme represent les paramètres chimiques de forage d'Ain El Hadid F1.

4. Interprétation des résultats :

Pour les forages de Frenda F3.F1, les teneurs en éléments Mg^+ , Ca^+ , Cl^- , HCO_3^- , SO_4^- , ne dépassent pas les normes fixées par l'OMS au contraire de Na^+ , K^+ qui présentent des valeurs qu'elle dépasse.

Pour le forage d'Ain El Hadid F2, les éléments Mg^+ , Ca^+ , Cl^- , HCO_3^- , SO_4^- , Na^+ , K^+ possèdent des concentrations dans la norme.

Pour le forage d'Ain El Hadid F1, les teneurs élevées s'observent au niveau de Na^+ .

On peut conclure que la lithologie de formation géologique n'a pas une grande influence sur ces éléments chimiques.

V-3- Conclusion :

L'étude hydrochimie a été réalisée afin de déterminer les différentes caractéristiques physico-chimiques des eaux souterraines de la région.

Les eaux de la zone d'étude sont dans leur grande majorité en conformité avec les normes en vigueur.

Les différents paramètres physico – chimiques (pH, résidu sec, Mg^{+2} , Ca^{+2} , Na^+ , K^+ , HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^-) mesurés sont en deçà des normes requises, ce qui leur confère une qualité assez bonne dans l'ensemble.

Conclusion Générale

Conclusion Générale

Les potentialités très importantes qu'offre la partie amont du bassin versant de Cheliff-Zahrez dans la région de Frenda nous ont permis de découvrir deux aspects contradictoires l'un sur le plan purement hydrogéologique et le second sur le plan environnemental.

En effet, le développement socio-économique de la wilaya de Tiaret en général et celui de Frenda en particulier repose en grande partie sur l'exploitation et l'utilisation à bon escient des ressources hydriques superficielles et souterraines qu'offrent les différents systèmes aquifères rencontrés.

Des études de recherches approfondies en géologie (sédimentologie, lithostratigraphie, hydrologie, hydrogéologie, etc.) permettront sans aucun doute une estimation revue à la hausse des potentialités hydriques de la région.

Malheureusement il y a toujours le côté négatif lorsqu'il s'agit de l'utilisation non contrôlée des ressources naturelles en générale et l'eau en particulier.

La prolifération des ouvrages d'exploitation notamment les forages réalisés par les particuliers sans autorisation et en nombre assez important sur de petites superficies sont à même de détruire la structure géologique de l'aquifère.

L'autre aspect négatif est de loin le plus inquiétant, c'est la pollution de ces eaux aggravée par les rejets (industriels ou domestiques) non contrôlés.

Le bassin versant de la mina dans sa partie amont englobant une bonne partie de la wilaya de Tiaret (qui se trouve à cheval sur celui de l'oued Mina et oued Nahr Ouassel) est très sollicité en eau potable, industrielle et agricole.

La connaissance approfondie de la géologie de cette région notamment les paramètres hydrogéologiques des formations la composant contribuera certainement à une gestion meilleure des ressources hydriques.

Références Bibliographiques

Références Bibliographiques

- ✓ **Bouchentouf K, 1994** : Les bilans d'eau vus à travers les paramètres physico-chimiques et hydrodynamiques : cas du bassin versant de la haute Mina (Tiaret, Algérie). Thèse de Magister, Institut d'hydraulique, Centre Universitaire de Chlef, p.192.
- ✓ **Chadli H. 1986** : L'étude géologique et hydrogéologique de la région Est de Frenda. Université d'Oran. 93p.
- ✓ **DRE (1987 et 2010)** Direction des ressources en eaux de la wilaya de Tiaret.
- ✓ **G.E.T Omrane, 2000** : Le plan d'occupation des sols de Frenda p : 3, 5.
- ✓ **Hallouz F et al (2012)** : Modification du régime hydroclimatique dans le bassin de l'oued Mina mémoire de fin d'études Relizane.
- ✓ **Laidani Y et al (2009)** : évaluation de la pollution des eaux du sous bassin versant de l'Oued Mina, Université Hassiba Ben Bouali, Cheliff; Université Ibn Khaldoun, Tiaret, (Algérie), 2ème colloque international de chimie -CIC2- du 1au 3 décembre 2009, p 12
- ✓ **PDAU, 1995** : plan directeur d'aménagement et d'urbanisme de la commune d'Ain El Hadid, juin 1995 p ; 6, 8, (11 – 15).
- ✓ **R.A.S.F (2001)** Rapport d'Activité de la Subdivision de Frenda.
- ✓ **Rodier J. 2005** :L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. 8eme édition: Dunod, Paris.
- ✓ **Rodier J, 1996** :L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. 6eme édition : Dunod, Paris.
- ✓ **Rodier et collaboration de Bazin C, Broutin J, Chambon P, Champsaur H, Rodi L (2005)** : L'analyse de l'eau, 8^{ème} édition, paris, p 1383.
- ✓ **WHO. (World Health Organisation), 1994.** Directive de qualité de l'eau de boisson. Critères d'hygiène. 2eme édition. Vol 2.Genève. p : 192-200.