



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la recherche Scientifique

جامعة الجيلالي بونعامه خميس مليانة

Université Djillali BOUNAAMA de Khemis Miliana

كلية علوم الطبيعة و الحياة و علوم الأرض

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre

قسم علوم الأرض

Département des Sciences de la Terre



Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du Diplôme de Master

En Sciences de la Terre et Univers

Filière : Sciences de la Terre

Option : Hydrogéologie

Thème

MASSIF DE DOUI, ETAT DE CONNAISSANCE GEOLOGIQUE

Soutenu Le 12 juillet

Présenté par : BENZEROUDA Khadidja

MEGHATRIA Samia

Devant le jury :

Mr. BENZAADA Mohamed

Président

UKM

Mr BOUGARA Mohamed

Encadreur

UKM

Mr. GHARBI Benyoucef

Examineur

UKM

Mr BOUDERBALA AEK

Examineur

UKM

Année Universitaire : 2016/2017

**À LA LUMIÈRE DE NOTRE VIE, À NOS CHERS
PARENTS, NOS CHERS FRÈRES ET SŒURS.**

Meg Benz

Remerciements

- Nous remercions notre **DIEU** qui nous donner la force et le courage de pouvoirs terminé nos études et d'arriver à ces niveaux.
- Nous remercions notre encadreur Monsieur ; **BOUGARA Mohamed**, qui est à l'origine de ce sujet. Ses idées et ses conseils ont été essentiels et enrichissantes pour l'aboutissement de ce mémoire. Et sa disponibilité, aussi pour la confiance et la patience.
- Nous tenons à exprimer sincère reconnaissance à **Mr BEN ALI HAMID** chef de laboratoire d'Algérienne des eaux (**ADE**) d'**Ain Defla** pour l'accueil qu'il a réservé dans son laboratoire, pour son aide et ses conseils précieux, pour sa grande disponibilité et ses qualités humaines.
- *Nous remercions également les membres du jury qui ont fait l'honneur d'apporter leur jugement critique sur cette étude : Mr GHERBI, Mr BENZAADA et Mr BOUDERBALA.*
- Nous tenons à remercier **Mr BOUTALEB, Mr GHARBI, Melle HADJ MOHAMED, et Mr KADI** pour leur aide, soutien et gentillesse.
- Nous exprimons notre gratitude à l'ensemble des enseignants du département des Sciences de la terre qui ont contribué à notre formation, on les prie de bien vouloir croire à notre gratitude en espérant que cet humble travail de cinq années crédibilité de leurs efforts.
- Nous tenons remercier à tous les responsables des lieux de stage et toutes les personnes qui nous aident. (**Salim, Hamza et Abdellah**)

A tous nos ami(e) s, qui nous ont toujours soutenues quand nous en avons besoin, durant la réalisation de se travaille.

Nous n'avons plus les mots pour vous dire combien nous tenons à vous remercier tous et encore merci pour tout.

Table des matières

Remerciements.....	
Résumé.....	
Liste des figures.....	
Liste des tableaux.....	

Chapitre I : Introduction générale

1-Présentation du sujet.....	01
1-1. Objectifs et méthodologie.....	01
2.1. Historique des travaux antérieurs.....	03
2-Situation géographique et cadre géologique général	
2-1. Situation géographique.....	07
2-2. Cadre géologique général.....	12
2.2.1. Les zones internes (tell septentrional).....	13
2.2.2. Les zones externes (tell méridional).....	15

Chapitre II:Etude géologique et structurale

1- Contexte géologique régional.....	17
2-Description des formations géologiques	18
2.1. Le Paléozoïque.....	18
2.1.1. Le socle cristallophyllien (Doui).....	18
2.1.2 Le complexe volcanique (Doui, Zaccar).....	19
2.1.3 La série chisto-gréseuse et conglomératique (Doui, Zaccar et Rouina)...	19
2.2. Le Jurassique.....	20
2.3. Le Crétacé Inférieur.....	23
2. Etude structurale de la zone d'étude.....	24
2.1-Tectonique des massifs à schistosité.....	24
2.1.2-Les phases de plissements dans les massifs du Doui et du Témoulga.....	25

2.1.3-Les phases cassantes	26
2.2-Tectonique de la partie Nord-Ouest d'Ain Defla.....	26
2.2.1-e Etude des linéaments de la zone Nord de Doui.....	28
2.2.2 Etude des fracturations.....	28
2.2.3. Etude du linéament de la zone Ouest d'Ain Defla.....	35
3.1. Interprétation des coupes et carte géologiques.....	37
3.1.1. Coupe S-N d'ElAmra –OuedKhmis.....	37
3.1.2. Schéma structural	37
4. Conclusion.....	39

Chapitre III : le volcanisme paleozoique

1-Etat des connaissances du volcanisme paléozoïque en Algérie du nord.....	40
1.1. Le Doui et le Zaccar	40
1.2. Etude du volcanisme du Doui.....	42
1.2.1. Les observations de terrain du secteur oriental du massif du Doui.....	42
2- Les observations macroscopiques.....	42
3-Conclusion.....	43

Chapitre VI : HYDROCHIMIE

Introduction.....	44
Classification de l'eau.....	56
Conclusion.....	59
Conclusion générale.....	60

Références bibliographique

Résumé :

Le secteur de notre étude compris djebel Doui de Ain Defla , fait partie du bassin du moyen Chéelif adossé à son socle du Dahra au Nord et des massifs à schistosité qui apparaissent en boutonnière de l'Est vers l'Ouest au Zaccar ,au Doui et au Témolga.

Il fait partie des zones externes des Maghribides.deux principaux ensembles constituent notre domaine :

- Le socle anté-néogène et la formation néogènes poste-nappe du bassin du Chéelif

Le schéma structural fait ressortir plusieurs unités géologiques du Nord vers Sud : une unité tellienne d'âge Crétacé supérieur dans la zone Est (El Amra) et à l'Ouest une unité de flysch Maurétanien (crétacé inférieur) dans la région de Tachta . Des dépôts marneux d'âge Miocene et Pliocene couvrent en discordance tout cet édifice, tandis que les terrains liasiques calcaires et schisto-quartzitique, affleurent en boutonnière au sud (massifs à schistosité de Doui et de Témolga).

Les massifs de Temolga et du Doui sont respectivement d'âgeJurassico-Crétacé et paléozoïque a jurassique.il sont affectés par une tectonique polyphaseed'agealpin comme pour les massifs d'Oran,de Bou Maad et Blida. Ce sont essentiellement deux phases majeures de plissement à caractère souple associées à un métamorphisme épizonal qui accompagne la schistosité. Celle-ci est due aux mouvements de serrage N-S lie au rapprochement de l'Afrique au continent Europeen.

La structuration durant l'hercynien du massif du Doui et du Zaccar a vu l'épanchement de roches volcaniques. L'étude pétrographique de ce complexe volcanique paléozoïque montre la présence de tuffacées de tufs volcano-sédimentaires et plus rarement de laves. Ces roches volcaniques de type andésitique, dacitoidique a dacitique et exceptionnellement trachytique-andésitique évoquent les caractères intermédiaire et acide de ce magmatisme dont la nature géochimique et l'origine restent à contraindre.

LISTE DES FIGURES :

Fig (1) : La représentation géographique de la zone d'étude Figure . Le Massif de Doui (Google map).

Fig(2) : Carte du réseau hydrographique de la wilaya d'AIN-DEFLA

Fig (3) : Les principaux domaines structuraux du nord d' Algérie (Braceine 2002)

Fig(4) : Coupe dans le cristallin Kabyle et colonne lithologique des massifs kabyles (Saadallah et Al, 1996)

Fig n(5) la paléogéographie des flysch numidiens (Wildi, 1983)

Fig(6) : Carte de situation générale de la zone externe dans le nord de l'Algérie (braceine, 2002)

Fig(7) : Affleurement de calcaires du jurassique au Nord du Doui

Fig (8) : Représentation géographique de site d'étude n°1

Fig (9) : Représentation géographique de site d'étude n°2.

Fig(10) : Analyse directionnel de la stratification

Fig(11) : Analyse directionnel de la fracturation

Fig(12) : Analyse directionnel de la stratification

Fig(13) : Analyse directionnel de la fracturation

Fig(14) : Le contrainte α_1 (NNW-SSE)

fig(15) : Contrainte α_2 (NE-SW)

Fig (17) : La représentation du site N° 01 Sidi AEK

Fig (18) : La représentation de site N° 02 DHAYA

Fig (19) ; Coupe synthétique N-S el amra (ex kherba) et oued khemis

Fig (20) : Schema structural de la partie ouest de ain defla

Fig (21) : Diagramme **Schoeler-Berkaloff** pour la source de Ain AKAB .

Fig (22) : Diagramme de piper pour la source de Ain AKAB .

LISTE DES TABLEAUX :

Tab(1) : les principaux événements géodynamique dans le nord de l'Algérie (Bracene et al 2002)

Tab(2) : chronologie et évolution des déformations de l'atlas tellien au cours du néogène post-nappe et du quaternaire (Meghraoui 1982)

Tab(3) : Classification des tufs du Doui d'après KIRECHE.

Tab (4) : les paramètres physicochimique de la source Ain Akab.

*Chapitre I:
Introduction
générale*

Présentation de sujet :

La lanière du Chélif, située au sud de celle de BouMaad -Blida, est allongée grossièrement E-W sur 100 km de long et de 20 km de large (fig.). Les massifs primaires et jurassique, de dimensions modestes, apparaissent en fenêtres, isolés les uns des autre au sein du Mio-Plio-Quaternaire de la vallée du Chélif

L'intérêt de ce travail est d'essayer d'apporter un certain nombre d'interprétation basé sur la relation sédimentologique et tectonique entre les différentes formations géologiques du Doui. Se basant sur les données de terrain et les observations macroscopiques, il s'agit d'apporter quelques éléments nouveaux concernant les différents facies, qui affleurent dans la partie orientale du Massif du Doui, notamment le comportement hydrogéologique de certaines formations paléozoïques.

Objectifs et méthodologie :

Le présent travail est une contribution à la connaissance de la géologie de la région du tell septentrional, et plus particulièrement de la région d'Ain Defla (ex Duperré) et de Miliana.

L'étude cartographique a été effectuée par le levé de deux coupes géologiques d'EL AMRA et d'EL ABADIA à l'aide des supports de cartes géologiques et topographiques (carte géologique de Miliana (1/50.000), publiée en1951, ainsi que la carte topographique au 1/25.000) et la carte géologique de Carnot (1/50.000).

La tectonique est basée sur une analyse structurale en effectuant une carte linéamentaire ainsi qu'un schéma structural.

Sur le terrain :

La méthodologie utilisée est basée principalement sur la vérification de quelques limites cartographiques, la reconnaissance des faciès, la prise de mesures de pendage et d'échantillonnage.

Des prélèvements systématiques d'échantillons volcaniques représentatifs des différents secteurs du Doui, ont été effectués en tenant compte de leur position dans la série stratigraphique.

Au laboratoire :

Des photographiques aériennes, image Google Earth, des modèles numériques de terrain ont été utilisés. Une analyse macroscopique a été opérée. Des levés de terrain des différents faciès rencontrés ont abouti à la reconnaissance de la chronologie des différentes formations. Ces dernières viennent compléter celles effectuées par Kireche (1977) notamment dans le Massif de Doui.

Une analyse hydrochimie effectuée au niveau de laboratoire d'Algérienne des eaux (ADE) d'Ain Defla et laboratoire chimique N°3 au niveau de l'Université de Djilali Bouna ma.

2. Historique des travaux

Sur les massifs du Chéelif :

Les massifs du Chéelif ou massifs à schistosité sont connus depuis longtemps pour leur complexité géologique. En effet, plusieurs auteurs se sont succédés afin de cerner certaines questions entre autres, celles liées à leur couverture sédimentaire et à la mise en place du volcanisme qui y est associée (âge, nature, etc.). Nous résumerons ici quelques éléments essentiels des travaux réalisés jusqu'à présent dans ces régions :

-En 1873, Pomel, publia un mémoire concernant la géologie de la région de Miliana accompagné d'une carte au (1/200.000).

-Gentil 1904 affine cette étude avec une cartographie plus détaillée au 1/50.000 de la région de Miliana, il attribua l'âge primaire au schiste du Zaccar Chergui, ainsi qu'aux schistes et quartzite du Doui.

-En 1932, Glangeaud étudie très rapidement les massifs du Zaccar attribue les terrains connus comme étant du Primaire, au Néocomien, au Barrémien et à l'Aptien en s'appuyant sur des données paléontologiques qui s'avéraient par la suite totalement erronées.

-Les travaux entrepris par Glangeaud et Mattauer (1949-1950) consistaient à corriger les interprétations de Geoffroy (1933), tout en confirmant l'appartenance des formations volcaniques au Primaire avec la persistance de l'incertitude concernant l'âge secondaire des schistes de Littré.

-Berthiaux et Vataire (S .N. REPAL, 1964) apportent des précisions d'ordre tectonique dans le Massif du Chéelif, l'étude paléontologique et stratigraphique étant réalisée par Khodja (1968).

-Lepvrier et al. (1970) et Lepvrier (1971 ; 1978) mettront en évidence un métamorphisme de type green-schiste dans les massifs de Boumaad tandis que les travaux de Kirech (1977 ; 1993) abordent l'étude microtectonique.

Sur le domaine tellien :

La zone tellienne ouest algéroise fut l'objet d'investigations géologiques des la première moitié du XIXe siècle, on citera succinctement :

-Pomel (1858;1873), qui réalisa une étude stratigraphique et cartographique dans les régions de Miliana et de Chenoua, et il était le premier qui donna une classification rationnelle du Miocène algérien dont les principaux termes sont : le Cartennien, l'helvétien et le Sahélien.

-Péron (1883) critique dans son ouvrage « Description géologique de l'Algérie », les divisions de Pomel et adopte la classification suivante du système Miocene : Tongrien, Langhien ,Hélvétien et Tortonien.

-Ficheur (1890) qui demeura la référence de futurs géologues.

-Brives , Gentil(1903) et Savornin(1920) réalisèrent des cartes qui servirent de supports et de documents de référence aux travaux récents de L.Glangeaud (1932).

- Deperet (1896) rangea les grés cartenniens dans le Burdigalien, les marnes sous-jacents dans le Langhien et le terrain helvétien de Pomel dans le vindobonien (Hélvétien et Tortonien).

- Joleaud (1908) estimait que le Cartennien englobait à la fois le Burdigalien et l'Hélvétien, tandis que l'Hélvétien de Pomel correspondrait au Tortonien de l'Europe.

-Glangeaud (1925) découvrit la nappe de flysch albo-aptien et il confirme l'existence des nappes de charriage en Algérie. En 1932, il définit clairement les différentes phases tectoniques qui ont structuré toute la région littorale centrale en Algérie, sa thèse est une œuvre capitale pour la compréhension de la géologie des environs d'Alger et sert encore de support à toute initiative appliquée (aménagement du territoire, géotechnique, hydraulique et géologie minière).

-En 1952 , la tenue du XIX congrès géologique international à Alger, accéléra la réalisation de la carte géologique de l'Algérie au 1/500.000.

-Glangeaud et al (1952) , a étudié le Néogène de l'Ouest d'Alger en détail dans une publication du service de la carte géologique d'Algérie

- Durand Delga (1952 ; 1955) signale l'existence d'une discordance entre les terrains paléozoïques et les terrains métamorphiques à Beni-Afeur , au sud de Jijel.

-Durand Delga et Lambert (1955) ont mis en évidence la nappe de flysch Tithonique-Néocomien baptisée la nappe de Guerrouch.

-Les recherches pétrolières ont permis de cartographier la zone tellienne et ont abouti à la mise en évidence de nappes tellienne notées : A, B (nappes tellienne au sens strict) et C (les nappes de flysch).

-Aymé (1965) publia la nouvelle carte géologique d'Alger au 1/50.000 mais sans apport structural car il ne reporta aucune structure cassante sur la carte.

- Cassan (1967), range le Cartennien dans le Serravalien Moyen, l'équivalent du l'Elveziano.

- Lepvrier et Magné (1975) ont pu préciser, grâce à la microfaune, le Néogène post-nappes du tell occidental.

- Durand Delga (1967 ,1969), établi une synthèse du Tell avec la proposition du terme de dorsal kabyle en remplacement de chaîne calcaire. Il définit également la zone pré-kabyle pour désigner les formations telliennes dont la base est constituée par des terrains du Trias et du Jurassique de type Babors et du Crétacé de type flysch kabyle.

-Vila(1980), considéra cette zone pré- kabyle comme la couverture secondaire du socle de l'Eddough.

-Gélard et Raoult (1969), définissent respectivement en petite et Grande Kabylie deux séries de flyschs distinctes: la série maurétanienne et la série massylienne. Ainsi Gélard (1969), reconnaît la continuité stratigraphique entre l'unité de Guerrouch (Durand Delga et Lambert, 1955) et l'unité de Penthievre (Neumann et Vila , 1967) équivalente de l'unité de Djebel Zima (Tefiani, 1967) et définit le flysch maurétanien.

-Raoult (1969), définit le flysch massylien comme étant une série composite formée de flysch Albo-aptien (Glangeaud, 1938) et du flysch à microbrèches du Crétacé supérieur.

-Tefiani (1970) et Bouillin et al (1973), ont défini en Grande Kabylie les Olistostromes.D'autres auteurs avaient reconnu antérieurement ces

olistostromes; cependant, ils refusaient d'utiliser ce terme à cause de son ambiguïté.

-Lepvrier (1967 ; 1968 ;1969 ; 1970 ; 1974), réalisa, dans l'Ouest algérois, de nombreux travaux sur le domaine interne (Ténès et chenoua) ainsi que sur les zones telliennes du Massif du Dahra.

-Andrieux et al (1971), proposèrent le terme de microplaque d'Alboran pour désigner un bloc formé par des terrains du domaine kabyle (socle et sa couverture mésozoïque) alors que la théorie de la tectonique des plaques venait d'être lancée.

-Wildi (1983), réalisa une synthèse où tous ces aspects ont été largement signalés.

-Belhai (1987) a étudié la mise en place des flyschs en relation avec un cisaillement transcurant E-W responsable de la structure en éventail au niveau du massif de Chenoua (Algérie).

II. Situation géographique et le cadre géologique général : La situation géographique

Le Massif du Doui est situé à 140 Km à l'Ouest d'Alger, dans la vallée du Chélif. Il est limité au Nord par les monts du DAHRA et au sud par le massif d'Ouarsenis. Les communes limitrophes sont respectivement, la commune d'Ain Defla, des Aribes, de Djelida et de Bourached.

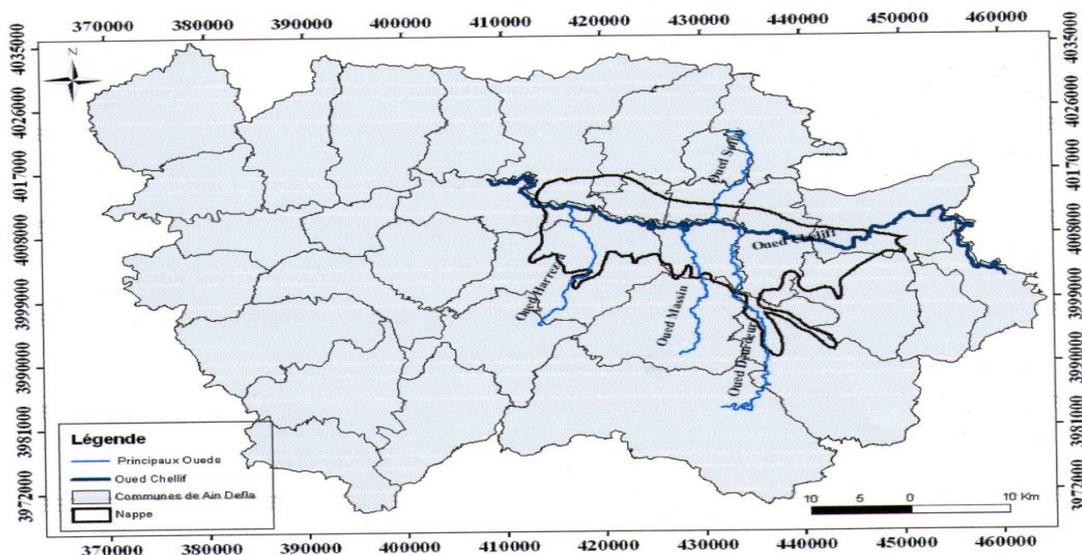


Fig (1) : la représentation géographique de la zone d'étude. Le Massif de Doui (Google map).

2. La démographie

La répartition géographique de la population de la région d'Ain Defla se caractérise par une concentration importante au nord et dans les grandes agglomérations qui se situe sur l'axe routier (RN 04). Selon le dernier recensement général de la population et de l'habitat (RGPH 1998), la wilaya comptait 743500 habitants sur une superficie de **4851,21km²**. La wilaya d'Ain Defla accorde au secteur de l'agriculture, une place primordiale, elle représente la principale source de revenus pour la majorité de la population de la région.

2.3. Morphologie et relief

2.3.1. La morphologie :

La zone est représentée par des collines ou des dépressions constituées des retenues collinaires, des barrages tels que le barrage d'Oued Melouk à Zedine et la retenue de l'oued Tizgal située à gauche du chemin qui mène vers El Attaf. Les vallées sont formées d'une succession de bassins sédimentaires d'allure synclinale, les formations géologiques affleurent de part et d'autre de la vallée, alors qu'elles présentent qu'un léger pendage au Nord formant la plaine du Chéelif jusqu'à les monts de Dahra où il commence à prendre un pendage très élevé plus au Nord. On admet l'existence de trois unités morphologiques :

- Le lit majeur du Chéelif,
- Les piémonts des bordures Nord et Sud,
- Les niveaux des terrasses. Le faciès alluvionnaires est le résultat de la désagrégation de la roche provenant des montagnes du flanc Sud.

2.3.2. Le relief :

Le Massif de Doui est une zone de charnière et de transition entre l'atlas tellien et les hautes plaines. Il est situé entre : deux zones dépressionnaires, le Haut Chéelif à l'Est et le Moyen Chéelif à l'Ouest. La chaîne montagneuse de Dahra dont les altitudes sont supérieures à 800 m au Nord et les monts de l'Ouarsenis au Sud, culminant à une altitude de 1985 m. Il s'étend jusqu'à l'oued Chelif à l'Est.

2.4 Le climat :

Le climat est caractérisé par un été sec et chaud et un hiver froid. Les zones montagneuses enregistrent des périodes d'enneigement plus au moins faibles. La partie centrale du territoire correspond à une vaste dépression qui enregistre des températures très élevées en été et un climat froid à relativement doux en hivers. La frange sud de la région est influencée par le climat du Sahara (vents du sud), et une période d'enneigement très élevée en comparaison à la frange Nord de la dépression. On relève donc une différence sensible des paramètres climatologiques entre les différents ensembles morphologiques de la région, à savoir :

- Les zones montagneuses au nord et au sud.
- Les plaines alluviales de l'Est et l'Ouest.

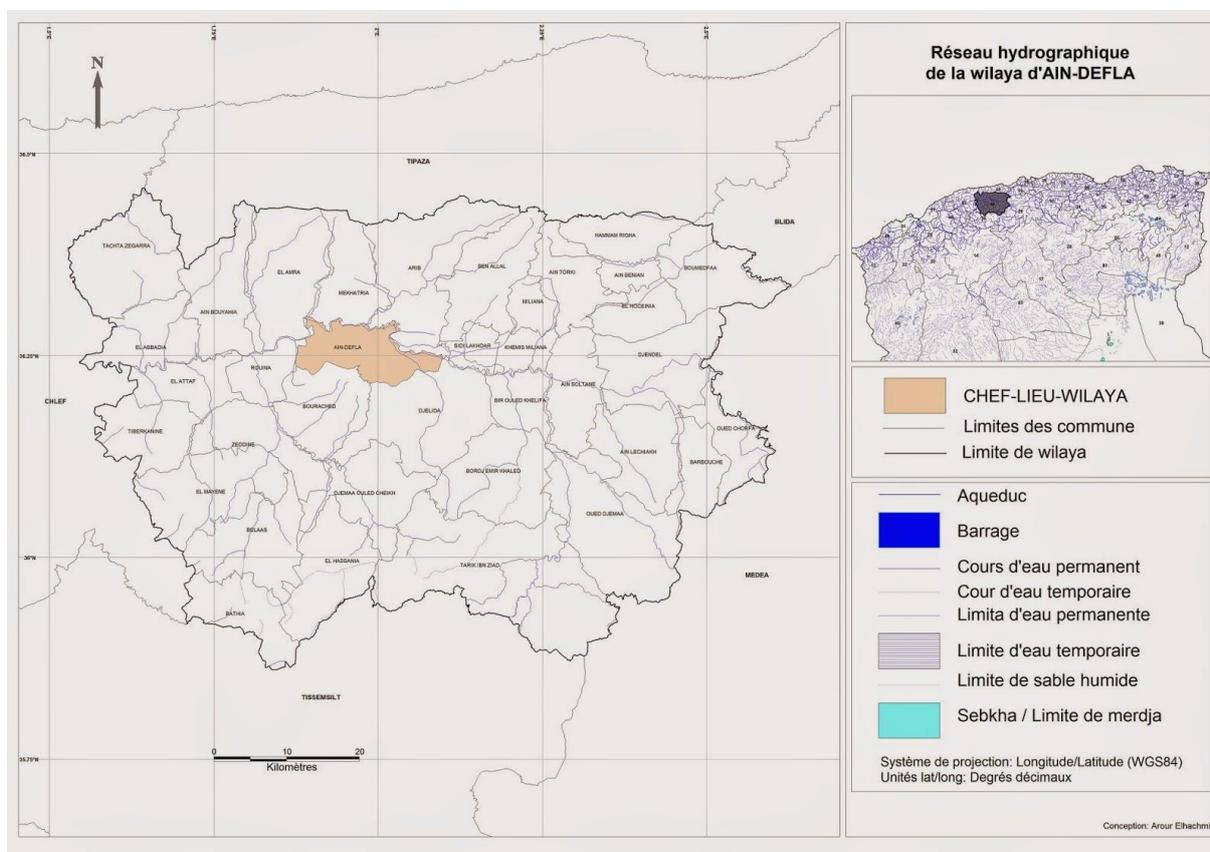
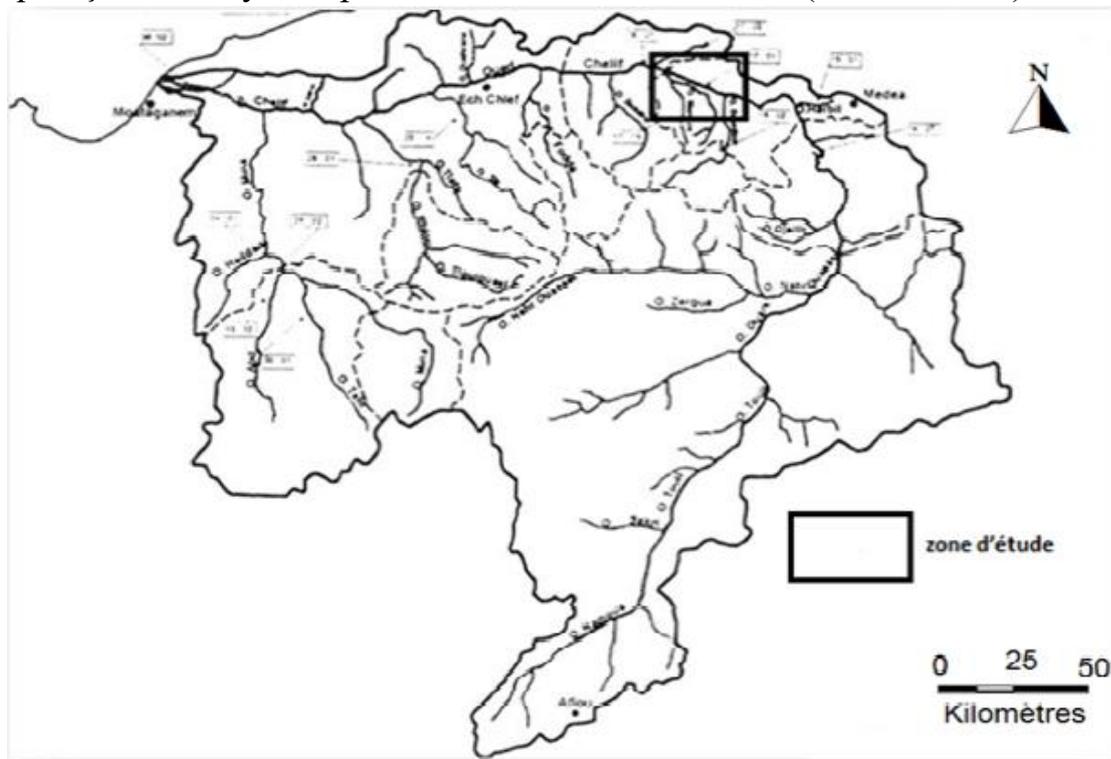
La wilaya d'Ain-Defla présente un climat méditerranéen semi-aride avec un caractère de continentalité très marqué et un écart de température de 20°C entre les températures du mois de janvier et celle d'août. L'été s'étend sur 5 à 6 mois environ avec des masses d'air chaud à partir du mois de mai. La pluviométrie reste variable et atteint 500 à 600 mm/an. Une série d'étages climatiques qui va du sub-aride au fond de la vallée au sub-humide sur les reliefs. Cette situation est liée à l'orographie : plus l'altitude est élevée plus l'étage est humide. De même pour l'enneigement qui touche les reliefs de plus de 600 m d'altitude.

2.5 Le réseau hydrographique :

Le réseau hydrographique dans cette aire géographique est moins dense, il est marqué par des écoulements plus ou moins importants et une évapotranspiration très élevée.

Le réseau hydrographique est constitué de nombreuses ravines qui alimentent des cours d'eau à caractère torrentiel. Ces cours d'eau rentrent en crue en hivers et s'assèchent immédiatement après l'arrêt des pluies. Ils sont caractérisés par un écoulement violent qui charrie de grands blocs de roches à partir des massifs montagneux environnants. Ces écoulements torrentiels causent de grands dommages aux infrastructures agricoles et aux exploitations agricoles situées le long de ces cours d'eau. A noter que la pluviométrie dans cette région, varie du nord vers le sud. La région la plus arrosée correspond au nord du secteur et

qui reçoit en moyenne près de 577 mm d'eau en 2011(ANRH Blida)



Fig(2) :Carte du réseau hydrographique de la wilaya d'AIN-DEFLA

La Végétation :

La zone d'étude ne présente pas une grande richesse floristique et faunistique du fait d'être une zone à caractère agricole. La surface occupée par les forêts dans la région d'Ain Defla est constituée essentiellement par despin d'Alep - Chêne liège, Eucalyptus, Thuya, Chêne vert , Cyprès,- Chêne zen et Cèdres.

Le mont de Doui constitue un promontoire exceptionnel qui recèle de nombreux sites naturels avec une couverture végétale assez bien conservée, notamment l'épervier qui a élu habitat dans les falaises, tout comme il offre des paysages pittoresques et des panoramas admirables. Ainsi ces richesses plaident en faveur du mont Doui pour le développement d'une intense vocation d'écotourisme. Pour ce qui est de l'infrastructure, il existe déjà un réseau de pistes de 62 km, un réseau de tranchées pare-feux de 30 ha, trois points d'eau de source, Aïn Debouz et Taïloula, un puits sur le plateau d'El Abed, un poste de vigie et une maison forestière.

Cadre géologique général:

Le territoire de notre recherche et ses environs appartiennent à différentes unités géologiques de l'Algérie du nord dont nous présentons ici quelques traits essentiels :

Les différentes unités géologiques de l'Algérie du nord

Le nord de l'Algérie septentrional est constitué de plusieurs unités structurales dispersées le long de la côte méditerranéenne qui appartiennent à la chaîne alpine d'Afrique du nord appelé aussi les Maghrébides (Durand-Delga,1969).

D'âge Tertiaire, cette chaîne s'étend de l'Ouest à l'Est sur 2000 km depuis l'Espagne du sud à l'arc callabro-sicilien (fig.1). Elle est séparée de la plate forme saharienne par l'accident sud-atlasique en Algérie (KAZI-TANI,1986) et

par l'accident sud atlasique au Maroc (LA VILLE, 1985).

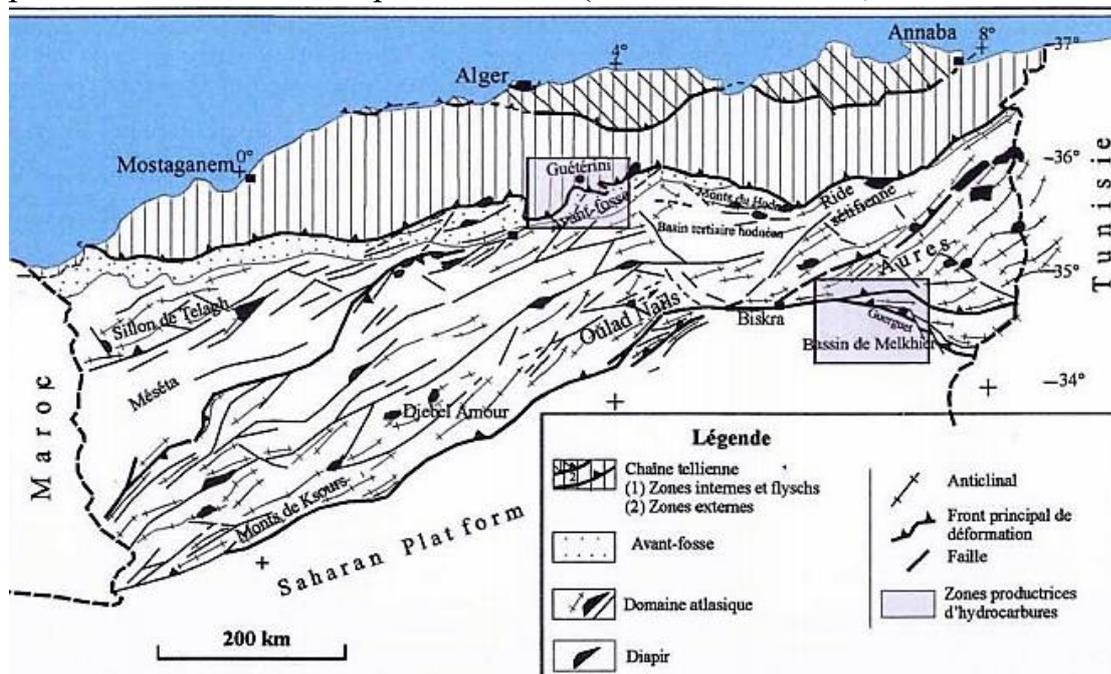


Fig (3):les principaux domaines structuraux du nord d' Algerie (Braceine 2002)

En Algérie cette chaine montre du Nord au Sud les trois domaines suivants :

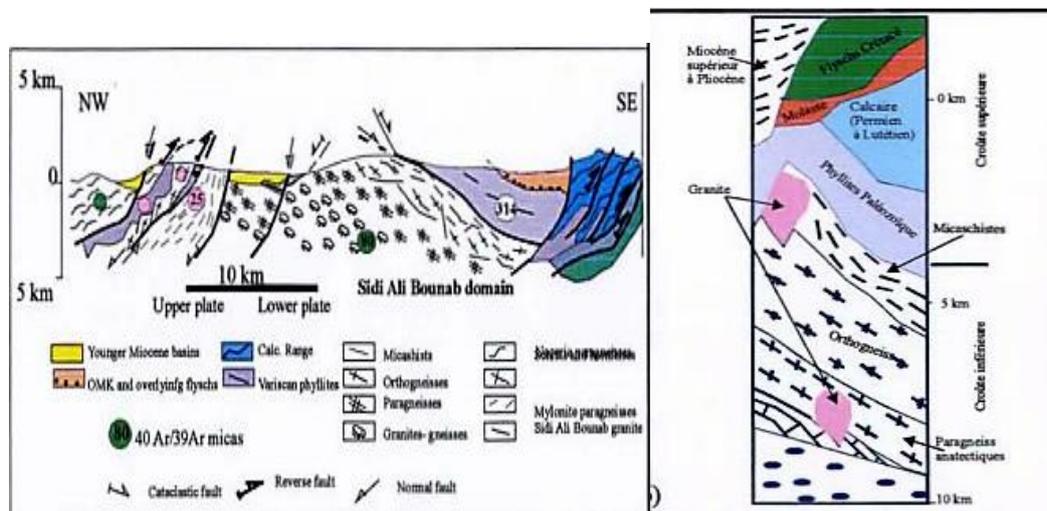
Les Zones internes (Tell septentrional) :

Elles sont constituées par :

-le socle kabyle : Série métamorphique catazonale, mésozonale et épizonale , qui affleurent dans les massifs de Chenoua , Alger, Grande Kabyle et Petite Kabylie .

-Le Paléozoïque kabyle : Peu ou pas métamorphique, en contact cata clastique avec le cristallin et constitué des terrains représentées par des formations pelitiques, gréseuses et carbonatées allant de Cambrien supérieur jusqu'au Carbonifère, c'est le substratum autochtone de la dorsale kabyle (saadallah,1992). Il affleure dans les massifs de Chenoua , dans la petite kabylie et la grande Kabylie ou' affleure la série complète allant de Cambrien supérieur au Carbonifère moyen.

-la dorsale kabyle : c'est la couverture méso-cénozoïque du socle kabyle , situé au sud immédiat du Paléozoïque . Elle est reconnue dans tout le domaine des Maghrébides(dorsale rifaine, dorsale bétique et dorsale kabyle) et se présente sous forme d'écaillés d'âge Permo-triasique à Eocène moyen (Lutétien). La dorsale kabyle (Durand Delga,1969) appelée parfois « chaine calcaire »(Glangeaud,1932) à cause de l'importance du Jurassique inférieur calcaire, affleure au cap Ténès ,au Chenoua , au sud est d'Alger (massifs de Laraba et de Bou Zegza), dans le Djurdjura , au Nord de Constantine et au Sud d'Annaba (Zit Emba).-l'Oligo-Miocène kabyle : c'est une formation d'âge Oligocène à Miocène inférieur discordant sur le socle kabyle. Elle est composée essentiellement de conglomérats.



fig(4) :coupe dans le cristallin Kabyle et colonne lithologique des massifs kabyles (Saadallah et AL,1996)

Zone intermédiaire (nappes de flysch) :

Ce sont des formations allochtones ou bien des nappes pelliculaires d'âge Crétacé-Paléogène chevauchant les unités telliennes. Les flyschs sont répartis en deux groupes fondamentaux: les flysch Mauritanien et les flyschs Massyliens (Bouilin et al.,1970) auxquels s'ajoute une troisième série plus récente d'âge Oligo-Miocène : les flyschs Numidiens.

Les flyschs occupent des positions internes , médianes et externes :

- a) Le flysch Maurétanien : il est relativement épais et occupe une position interne dans le domaine des flysch. Il est composé d'alternances de bancs argileux, calcaires et gréseux.la série débute par des radiolarites rouges du

- Dogger-Malm et se termine par des niveaux conglomératiques du Paléocène.
- b) Le flysch Massylien : occupe une position externe dans le domaine des flysch et comporte une série périto-bréchiq ue d'âge Crétacé supérieur.
- c) Le flysch numidien : constitué de niveaux gréseux d'âge Oligocène terminal-Aquitani en épais de plusieurs centaines de mètres qui reposent sur des argilites versicolores oligocènes. Ce flysch repose anormalement à la fois sur les zones interne et sur les zones externes.

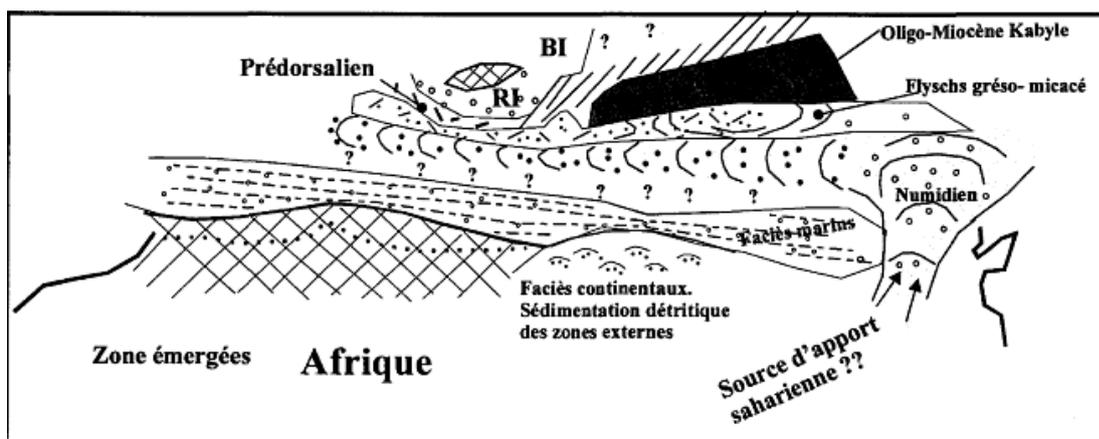


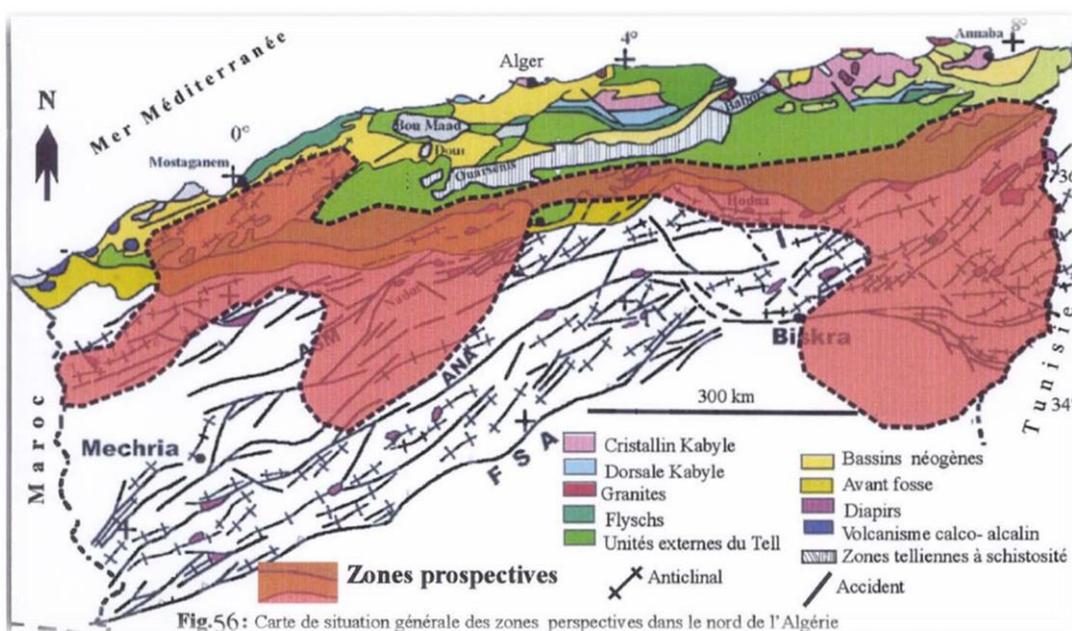
Fig n(5) la paléogéographie des flysch numidiens (Wildi,1983)

Les zones externes (Tell méridional)

Le Tell méridional est limité entre les zones internes au nord et l'avant-pays au sud. Il est constitué par un ensemble de nappes allochtones pelliculaires imbriquées les unes dans les autres, constituées principalement de marnes d'âge crétacé à néogène et qui ont été charriées sur une centaine de kilomètres vers le sud. Il forme une large bande entre les zones interne et l'avant pays pré-atlasique. Dans ce domaine des nappes , il existe aussi des massifs autochtones (Durand-Delga,1969) représentés entre autres, par les massifs du Dahra-Boumaad (dit autochtone nord tellien) et l'autochtone de Chélif, Blida,

Babors...), seraient des zones anticlinales où les nappes allochtones sont inexistantes ou ont été mises à nu par la tectonique post-nappes. Mais les travaux récents ont démontré leur allochtonie (Lévrier et al, 1970; Belhai,1996). Le Tell est aussi représenté par un ensemble des zones parautochtones caractérisées par leur schistosité et l'écaillage avec des déplacements peu important comme les massifs à schistosité (le Parautochtone Oranais).

En Algérie, les nappes telliennes s'étendent de l'Oranie jusqu'à la Tunisie et chevauchent les Hauts Plateaux, qui sont: la zone ultra-tellienne (Durand Delga,1969), la zone tellienne sensu-stricto, la zone péni-tellienne (Villa,1977).



Fig(6) : carte de situation générale des zone perspective dans le nord de l'Algérie (Braceine,2002)

*Chapitre II:
Etude géologique
et structurale*

Contexte géologique régional

Les formations géologiques qui affleurent dans la région correspondent aux formations néogène du Chéelif, aux flyschs d'âge Crétacé et au Paléozoïque qui affleurent en boutonnière (Massif du Doui et de Témoulga).

Les bassins néogènes de l'Algérie occidentale sont des bassins synorogéniques dont l'histoire est étroitement liée aux phases ultimes et paroxysmales de l'orogénèse alpine (Perrondon, 1957). Le bassin de Cheliff en fait partie ; c'est une dépression intra montagneuse orientée E-W, situé dans l'Atlas tellien occidental. Il est constitué de terrains récents-néogènes et quaternaire, tandis que les massifs de bordure (BouMaad , Dahra et Ouarsenis) sont formés de terrains plus anciens où le Crétacé prédomine (Belhai,1996)

Dans la zone centrale du bassin, affleurent en boutonnière des terrains d'âge Siluro-dévonien et liasique (Kirèche, 1977) : il s'agit des Massif de Doui, Rouina et Temoulga. Le Doui sépare le bassin du bas Cheliff à l'Ouest, du Moyen Chéelif à l'Est.

La série sédimentaire, qui distingue le bassin de ses bordures, est postérieure à la mise en place des nappes de charriage (période Alpine) dont la dernière phase se situe (Delteil, 1974) à la limite Miocène moyen-Miocène supérieur. C'est probablement à cette époque du Langhien probablement que débute l'individualisation du bassin, avec notamment une subsidence active (Perrodon, 1957) dont témoigne une formation marneuse épaisse (4 à 5000 m) et monotone.

L'évolution tectonique du bassin au cours du néogène et du Quaternaire, prend le relais de la tectonique tangentielle. Plusieurs phases de déformations sont mises en évidence (Perrodon, 1957 ; Thomas et Philip, 1977 ; Meghraoui, 1981)

Le style tectonique dominant au cours du Miocène post nappe fonctionne en graben limité par des flexures bordières (Perrodon, 1957)

La région orientale du bas Cheliff est soumise après une première phase distensive NNW-SSE, d'âge Miocène moyen (Serravalien-Tortonien inférieur), à mécanisme essentiellement compressif (Tortonien supérieur-Quaternaire).

II. Description des formations géologiques :

La série géologique de la zone d'étude est relativement complète puisqu'on y rencontre les dépôts post-nappes au centre et au Nord de la zone. Associées à ces formations affleurent dans le Doui et le Zaccar des séries volcaniques.

1. Le Paléozoïque

Les massifs du Chélif sont constitués de bas en haut par la succession suivante :

1.1. Le socle cristallophyllien de Doui :

L'affleurement de socle réduit (1km² vallée de l'oued Ouaguenay au sud du Doui) montre un complexe granodioritique grenu légèrement orienté écrasé et fortement altéré. Des roches blanchâtres à grain grossier à minéraux blancs abondants de grande taille alternent avec des roches verdâtres à grain fin plus riches en chlorite et biotite que les premières et parfois plus altérées, elles renferment parfois des cristaux assez grands (1 à 2mm) lenticulaires ou arrondis.

La composition minéralogique est sensiblement identique pour les différents faciès : plagioclase, micas (biotite chlorite), quartz et minéraux opaques en sont les constituants essentiels. Apatite et zircon y sont présents, parfois. La structure gneissique, ocellée, soulignée par une alternance de lits clairs riches en cristaux de feldspath étirés en yeux et de lits sombres micacés. Les surfaces de foliation se moule autour des grands cristaux amygdalaires. La texture est granoblastique, légèrement orientée. L'anisotropie de la roche est marquée par les phyllites disposées à plat dans la foliation et l'étirement des porphyroblastes. L'écrasement différentiel est plus marqué dans certains niveaux, accompagné d'une altération poussée des plagioclases et d'une chloritisation importante.

1.2.Le complexe volcanique

Dans le massif du Doui ou il affleure au nord, à l'est et au sud et dans le Zaccar, le complexe volcanique se compose de laves noires ou lie-de-vin associées à des tufs et des micros brèches volcano-sédimentaire gris-verdâtre ou noir. Stratiformes, tufs et laves sont impliqués dans les plissements qui affectent les massifs.

Les tufs sont constitués de globules de lave ovoïdes ou allonges, de phénocristaux de plagioclase, de grains de quartz associés à des débris de roches argileuses ou argilo-gréseuses. Tous ces éléments sont liés par un ciment quartzo-feldspathique et micacé parfois carbonaté d'importance variable atteignant rarement 50% de la roche. La texture est dans l'ensemble microbréchique (taille comprise entre 0.9 et 10mm) .on y distingue quatre types :

1 : un tuf microbréchique gris-verdâtre à grain grossier (2-10mm)

2 : un tuf noir à grain fin, compact et massif

3 : un tuf argileux brun, friable

4 : un tuf schisteux, lustre, gris ou noir

L'âge du complexe volcanique n'a pu être précisé. Situé sous la formation schisto-grés-conglomératique rapportée par analogie avec celles d'Oranie au westphalien-stéphanien, il serait d'âge viséen supérieur, au plus westphalien. Cet âge est celui retenu pour le complexe volcano-détritique calco-alkalin de l'avant-pays oranais par GUARDIA(1975) dans les Traras et LUCAS(1942,1952) à Oujda et Tfirit.

1.3.La série schiste-grés-conglomératique :

Dans les massifs du Doui, Zaccar et de Ruina, une puissante formation schisto-gréseuse et conglomératique, fait suite au complexe volcano-sédimentaire. C'est dans le Doui qu'elle est plissée avec le jurassique.

Les schistes gris-noir, ou lie-de-vin, sanites, portant souvent des taches de réduction verdâtre, alternent avec des quartzites blancs, roses, ou lie-de-vin, en barres métriques à pluri métrique à grain fin grossier passant à de véritables poudings à gros galets de quartz rose au blanc, en barre ou lentilles pluri métriques les barres conglomératique renferment des éléments de la formation

volcano-sédimentaire sous-jacente et des dragées de quartz (facies verrucano, GOURINARD, 1952).

Cette formation détritique, non daté, antéjurassique, comparable à celle daté du Djalkhar et des andalouse en Oranie (Fenét 1975), pourrait être du Westphalien-Séphanien et monterait probablement jusqu'au permien.

2. Le jurassique

La séries du Chélif étant modifié par l'action combinée du Epimétamorphisme et de la déformation, il nous a paru utile de les comparer à celles non transformées et peu ou pas déformées de l'Ouarsenis et de koudiatlarouah.

Le jurassique de l'Ouarsenis forme les éperons calcaires du massif du grand pic de l'arête verticale de Sra Abdelkader des chicots de Rokba de Batha et de Belkhairt. Il offre une coupe de près de 700m dans laquelle le lias le Dogger et le Malm sont représentés le lias inferieur, correspondant à des dolomies brunes et des calcaires dolomitique est mal date. Son épaisseur est variable mais souvent réduite et son facies, connu par ailleurs dans tout de tell, est peu fossilifère (Dalloni 1936 ; Lucas 1952 ; Calembert 1952 ; Durand-Delga 1954 ; Gourinard 1954 ; Mattauer 1955 et Dubar (1954) permettant de caractériser le carixien-domerien. Le lias supérieur est représenté par quelques mètres de calcaire gréseux et de calcaire marneux formant combe au-dessus de la masse compacte des calcaires domeries et dates du toarcien au grand pic (Calembert, 1952 mattauer 1958, fares-khodja, 1968) .le dogger est représenté au voisinage du grand pic (Calembert 1952) par l'alénien et le bajocien, dont le facies calcaire a filaments caractéristique, se trouve sous le Callavo-Oxfordien schisteux. Le jurassique supérieur est caractérisé par les marnes schisteuses et lespelites du Callovo-Oxfordien (Calembert 1952, Mattauer 1958, Fares –Khodja 1968) et les calcaires blancs et marnes du tithonique.

L'anticlinal de koudiatLarouah (barrage d'oued fodda) situe entre l'Ouarsenis et le Chélif offre une coupe complète permettant d'utiles comparaisons avec le Chélif et les autres régions telliennes. Dans ce massif, le jurassique complet atteint 600m avec un lias basal dolomitique, un lias inferieur et moyen à calcaires compacts, massifs, oolitique à nombreux organisme (Brachiopodes), un lias supérieur assez marneux. Le dogger y est calcaire à *Cancellophycus* à *Calpionelles* à la tectonique.

Dans les massifs du Chélif, les calcaires jurassique forment les massifs montagneux du Ruina et du Témoulga ainsi que certain affleurements au Doui, à El karimia et à Sidi Djilali.

Ils sont transformés, recristallisés. Une dolomitisation secondaire affecte certains niveaux du Lias. Les fossiles sont rares ou difficilement déterminable. au difficultés stratigraphiques s'ajoutent des complications tectonique qui à l'exception du massif de Rouina ou la serres est complète, ne permette pas établissement aisé d'une coupe continue.

Les séries sont fortement indurées par le métamorphisme et raccourcies par les plissements.

Au Djebel Témoulga, la série jurassique assez complète, est peu épaisse .

Dans le massif Doui, le jurassique constitue des affleurements réduit, le plus souvent effondrés sur les côtés Nord-Nord-Ouest et Sud massif.

Dans les partie Nord de Doui, ce sont les affleurements de sidi Slimane, koudiat Teli, kef N'sour, kef Debbouz, kodiatsro fabeidaain Defla et kef Dahman

- A l'Est il affleure à Oued Mohamed, Oued Talaouine, Oued Cheriech et Oued Ouaguenay.
- Au sud, ce sont les terrain de Oued Tizegha, Oued Doarain hadj et Oued Mamrah

Le Jurassique de Doui peut être subdivisé en cinq termes lithologiques (Kirech 1993) :

Terme A : les calcaires dolomitiques gris-noire (50m) ;

Terme B : les calcaires massifs gris bleus (100m) ;

Terme C : les calcaires détritiques en bancs décimétriques (50m)

Terme D : une alternance calcschisteuse vari colore, détritique (30m) ;
Terme E : les calcaires blancs massifs (20m)



Fig(7) : Affleurement de calcaires du Jurassique au Nord du Doui

Au Zaccar (Ain N'Sour) ou le jurassique repose en discordance ou de façon transgressive sur le Paléozoïque recouvert par du Néocomien au Nord et au Sud Massif , les calcaires francs du Zaccar sont couronnés à l'Ouest (sidi Mdjehed) et au Nord(kefTazrout) par un faciès Schisto-calcaire à Radiolaire attribué au Malm.

Cependant les grès quartites à débris de plantes apparaissant au Tazrout peuvent être , par analogie rattachés au grès de l'Ouarensis, au Dogger (mattauer,1958)

3. Le crétacé inférieur :

Dans les massifs du Chéelif, l'épaisseur du crétacé est très réduite en le comparant à celui de l'Ouarsenis et au Dahra. Il affleure au Nord du Doui après de Sidi Slimaine, et au sud près du socle. Ce sont surtout des Calcschistes, des Schistes argileux et Grés quartzites de la série de Littré (Mattaueer 1958) qui pourraient représenter le Crétacé inférieur.

On y distingue de bas en haut les séries suivantes :

- les calcaires en gros banc métriques gris bleu à intercalations marneuses, schisteuses (50 m).
- les schistes argileux à galets mous et calcschistes à grains fins (50m).
- les schistes bréchiques à pyroclastite
- les Calcschistes à bancs calcaires décimétriques peu épais

III. Description des autres unités géologiques :

Le domaine tellien couvre la partie septentrionale de la région d'Ain Defla, il constitue l'extension Sud du Dahra Ouest Algérie. Ces formations sont subdivisées d'après Lévrier (1970) en deux unités fondamentales :

_ L'unité inférieure : (crétacé inférieur et moyen) : dite Bouma ad ; elle est autochtone et marquée par une intense schistosité.

_ L'unité supérieure : (crétacé supérieur à Lutétien supérieur) : allochtone dite : l'unité des Quatre Mamelons.

Le tellien du Dahra est rangé dans le haut tellien par W. Wildi (1983) (Belhai, 1996)

IV. Etude structurale de la zone d'étude :

-Tectonique des massifs à schistosité :

Les massifs à schistosité comme leur nom l'indique se caractérisent par une schistosité bien visible. Ce sont les massifs du Doui, du Temoulga, de Rouina et plus à l'Est des Zaccar. Des plis synschisteux affectent les séries paléozoïque et mésozoïque au cours de deux phases de déformation superposées : la première est une déformation majeure associée à un métamorphisme épi zonal de direction N 120°, et la seconde de direction qui lui est transversale, à schistosité de crénulation-dissolution moins étendue de direction N 50° (Kireche, 1993).

Ce type de déformation est associé à une fracturation intense faisant apparaître la rigidité du matériel plissé. Le style tectonique des terrains rigides Jurassique et primaires est complètement différent des autres formations d'âge Tertiaires (affectées par sa plasticité permet de dégager les grands ensemble).

La structure actuelle de toute la région est le résultat de plusieurs phases de plissements d'âge primaire, secondaire et tertiaire.

Le massif du Doui :

Les coupes réalisées par Mattauer, (1958) donnent une idée sur la structure du massif :

-dans sa partie NE on rencontre une série qui prend régulièrement puis disparaît rapidement vers le sud où l'on rencontre des plis aigus affectant la série schisto-quartziteuse et la série volcanique. L'orientation de ces plis qui est fort bien soulignée par des crêtes de quartzites, est assez irrégulière et varie d'E-W à N-W par rapport à la tectonique souple qui oppose un style cassant net sur le flanc Nord et Ouest du Doui. En effet, plusieurs failles sont observées et deux d'entre elles forment une fosse subméridienne dans laquelle vient se déposer le Crétacé supérieur.

Cette phase cassante est contemporaine à la phase de plissements sus-citée et est probablement d'âge tertiaire mais vraisemblablement antérieure au Miocène du Chélib qui entoure le massif. L'aspect relevé de ce miocène laisse suggérer une surrection récente du massif (Mattauer 1958).

Le massif du Doui se caractérise par des plis de dimensions diverses qui affectent la série Schisto-gréseuse ainsi que le Jurassique sus-jacent. De petits plis affectent aussi les schistes de la série volcanique et le socle cristallophillien.

A travers le massif on a pu constater l'existence de réseaux de diaclases de maille métrique a décimétrique.

2. Les phases de plissement dans les massifs du Doui et du Temoulga :

*la première phase est bien représentée dans le massif de Temoulga du Doui elle est semblable a celle décrite dans les massifs de Chenoua et de Bou Maad par Leprevier (1971)et dans le Cristalophilien

Elle est décrite comme étant la phase majeure de plissement essentiellement représentée par des plis couches particulièrement visibles dans le flanc sud du Temoulga accompagnés d'une schistosité. Le style tectonique varie selon le matériel affecté mais il garde globalement le caractère souple des structures formées au cours de cette phase.

Les grands plis de la première phase sont bien représentés dans le Temoulga et formant une succession d'anticlinaux et de synclinaux tectonique de dimension métrique.

Le schiste de littré au Doui et au Temoulga montrent des plis d'échelle décimétrique a métrique accompagnés d'une schistosité de flux.

Le complexe volcanique du Doui est affecté par une schistosité de flux très pénétrative, dans les tufs argileux elle correspond aux débits des roches de même manière que dans les schistes de Littré.

*la deuxième phase est semblable a la première avec un degré de métamorphisme moins prononcé. Elle est visible dans les schistes du Doui ainsi que dans les calcaires du Temoulga.

La taille des plis est variable (centimétrique a hectométrique) la nature de la schistosité qui les affectent varie entre une schistosité de flux et celle de fracture (Kireche 1977)

-les plissements majeurs de taille hectométrique sont fortement déversés dans le flanc nord du massif

-les plissements mineurs ont des axes de direction $n00^\circ$ à $n10^\circ$ avec des plans axiaux de direction variable

-les linéaments de deuxième phase sont en micro plissement et en étirement.

-les linéations d'étirement sont soulignées par les rognons de silex dans les formations liasique du Temoulga. L'étirement est marqué dans les rognons par l'allongement de leurs structures ainsi que leurs croissances minérales dans leurs zones d'ombres de pression.

Les rognons de silex sont parallèles a la direction de la structure de phase de parfois ils présentent des formes plissées ou sigmoïdales qui indique leurs rotations autour d'un axe Nord-Sud.

Lorsque l'on compare le style tectonique des deux phases de plissement on remarque alors de grande similitude vu leur contexte de formation dans les conditions de pression et de température presque identique responsable d'un métamorphisme léger de type schiste vert (Kirech 1977).

L'âge de cette déformation schisteuse accompagnée de métamorphisme est anté-Crétacé car les formations de ce dernier n'ont pas été schistositées.

*la troisième phase dite post-schisteuse, correspond à une tectonique de compression N-S qui provoque des ondulations a grand rayon de courbure témoin du bombement qu'a subit le massif du Doui et du Temoulga. l'âge est probablement Miocène (Glangeaud 1932) a fini-Oligocène (Kirech 1977)

A cette période compressive lui succède une autre distensive responsable d'une tectonique cassante post-nappe.

b-les phases cassantes :

la phase cassante tardive qui succède aux phases de plissements dans les massifs à schistosité, est représentée par des failles et des diaclases de direction générale NE-SW, au Nord de Doui les failles sont de direction N-S .

outre les failles associées aux mouvements compressifs contemporains à la phase 3 plicative, d'autres failles sont le résultat de mouvements distensifs (calcaire du jurassique du Doui) avec une orientation générale NE-SW.

Le réseau de diaclases se compose de deux familles de direction orthogonale. Les deux familles sont de direction successives E-W (métrique) et N-S (décimétrique), subverti cales.

3. Tectonique de la partie Nord-Ouest d'AinDefla :

Dans le cadre de ce travail, nous avons réalisé une analyse structurale, de la partie comprise entre Ain Defla et El Amra jusqu'à El Abadia.

Une étude cartographique suivante et des transversales géologiques, Nord-sud ont été exécutées dans le but de comprendre la géométrie des différents ensembles et de déduire la structure tectonique de cette zone du Moyen-Chélif. Ainsi, il était nécessaire de réaliser à partir de la photographie satellitaire une trame dense pour visualiser sur un plan cartographique les différents linéaments qui traversent la zone et les analyses.

En deuxième lieu, il s'agissait de faire à partir des coupes de terrain, une analyse géométrique de notre terrain.

Afin de comprendre les phénomènes qui ont engendré la déformation de la zone d'étude, il est nécessaire d'aborder le cadre structural et de revoir l'évolution de cette déformation depuis le début du Tertiaire de cette chaîne tellienne.

L'Atlas Tellien qui appartient à la branche sud de chaîne alpine du pourtour de la Méditerranée, se compose essentiellement des terrains allochtones, chevauchants et des terrains autochtones appartenant au domaine Africain. Les principaux traits structuraux se sont définis durant l'orogénèse alpine, avec des phases paroxysmales à l'Eocène et au Miocène inférieur (Mattauer, 1958, Delteil, 1974, Vila, 1980). Des nappes de charriage, formées d'unités de flysch crétacé et paléogènes, accompagnées de terrains calcaire du Jurassique et de terrains métamorphiques du Paléozoïque, ont subi des déplacements à vergence sud et se trouvent en contact anormal sur les formations autochtones Jurassiques et crétacées. Ces contacts sont soulignés par un front de nappes ayant une direction E-W le long de la chaîne atlasique. Les déformations relatives aux phases Alpines dans l'Atlas Tellien sont la conséquence de mouvements de convergence entre la plaque Afrique et Eurasie.

La reconstitution de ces mouvements indique un rapprochement de la plaque africaine depuis l'Oligocène suivant une direction N-S à NW-SE (Maghraoui, 1989).

Selon (Belhai, 1996), la tectonique néogène (Miocène et Pliocène) révèle deux événements majeurs :

1. La mise en place des nappes telliennes au cours du miocène inférieur et moyen, par un glissement gravitaire du Nord vers le Sud, contemporaine à l'ouverture de la Méditerranée.

2. A partir du Miocène supérieur, des chevauchements à vergence Sud accomodés par des décrochements conjugués NW-SE (dextre) et NE-SW (senestre) affectent toute la région.
3. L'individualisation des bassins tardif Néogènes, sur toute la frange littorale Ouest algéroise est orientée Est-Ouest, par une tectonique distensive postérieure à la mise en place des nappes de charriage. cette distension a engendré un volcanisme calco-alcalin (Bellon et al, 1984).

La tectonique poste nappe liée à la fermeture du bassin méditerranéen connue depuis le Tortonien en compression N-S, est à l'origine des plissements d'âge Moi-Plio-Quaternaire, et est responsable de la structuration finale des zones telliennes

Principales directions dans le Tell :

L'atlas Tellien est structuré en plis, plis-failles inverses sur une bande étroite E-W à NE-SW. Ces structures tectoniques résultent d'une déformation compressive de direction N-S à NNW-SSE, liées à la convergence des plaques africaine et européenne.

Depuis le crétacé supérieur (70ma), les mouvements entre les plaques tectoniques africaine et européenne connaissent un changement depuis le régime de coulissage vers une convergence qui progresse avec une vitesse au niveau du Tell, estimée à 0.9cm/an par Mckenzie(1972) (in Tapponier, 1977). les études plus récentes de Maghraoui (1989) l'estime à seulement 0.5 cm/an associant la convergence avec un léger mouvement de la plaque Africaine. ceci a conduit ,sur la marge d'Afrique du Nord , à la création sur une bande large d'environ 300 km d'un édifice alpin maghrébin de direction globale E-W , perpendiculaire à la contrainte de raccourcissement de direction moyenne oscillant suivant la transversale de NNE à NNW.

La partie orientale du bas Chélif à laquelle appartient notre d'étude, renferme une partie de la bordure sud du Dahra de formation crétacé, ou le Néogène est relativement peu épais est fortement influencé par la tectonique cassante du substratum crétacé. Le réseau de faille qui l'affect est direction NE-SW et E-W (Perrodon, 1957)

Etude des linéaments de la zone Nord de Doui :**Etude des fracturations :**

Notre recherche est basée sur l'étude géologique et cartographique des grands faciès susceptibles d'être un aquifère. Le terrain qui fait l'objet de cette étude correspond aux massifs montagneux du Doui. Ce massif émerge au milieu de la plaine de Chéelif.

Site N°1 :

, on peut dire qu'on observe des calcaires fracturés dans ce site n°01 on qu'il est divisé en 3 stations, premièrement on parle de la station 1 de coordonnées de ($y = 36^{\circ} 14' 17'' N$ et $x = 1^{\circ} 55' 30'' E$) qui inclut des formations de calcaires gris bleu et aussi des formations de quaternaires sont formées en grande partie de dépôts détritiques, la direction est vers le NW, on découvre aussi une faille décrochante (est une faille souvent verticale, le long de laquelle deux compartiments rocheux coulissent horizontalement l'un par rapport à l'autre.) ou de décrochement senestre (lorsque l'observateur faisant face à la faille voit l'autre compartiment glisser vers sa gauche) mesurable elle a de 3m d'hauteur et une ouverture entre 10 et 15cm, les mesures de plans de stratification et plan de fracturation sont formées dans le rose dans la fig. ()

On passe ensuite à la station 2 de coordonnées de ($y = 36^{\circ} 14' 24'' N$ $x = 1^{\circ} 54' 23'' E$) des mêmes formations mais de différentes mesures des plans fig. ()

Et une 3ème station ($y = 36^{\circ} 14' 85'' N$ $x = 1^{\circ} 53' 37'' E$) de formation dacite on peut les définir comme des roches magmatiques volcaniques composées de quartz,

Le 2ème site :

Ce site s'appelle Dhaya qui se trouve à l'Ouest de la ville de Ain Defla sur la fraction de la route de Bourached dans les coordonnées de ($y = 36^{\circ} 14' 38.32'' N$; $x = 1^{\circ} 54' 17.78'' E$; $z = 251m$). Il est connu par l'affleurement du calcaire blanc



Fig (8) : Représentation géographique de site d'étude n°1

Pour l'étude de la fracturation qui affecté le secteur d'étude, nous avons affecté 400 mesures dans les 2 stations (1.2).

Cette étude linéamentaire aboutit à la réalisation d'un diagramme en tenant compte respectivement le pourcentage de nombre des linéaments pour chaque classe par rapport le nombre total.

L'analyse statistique par la méthode des rosaces quantitatives à données les résultats suivant :

-qui correspondant a l'étude de stratification, La direction de la stratification est variée entre $N 41^{\circ}$ - 50° avec un pendage moyen d'ordre 46° NW (Fig : 10)

- pour l'étude des fracturations, on compte trois principales directions (fig : 11) :

- $N 20^{\circ}$ - 30° avec un pendage moyen d'ordre 43° NE.
- $N 340^{\circ}$ - 350° avec un pendage moyen d'ordre 15° NW
- $N 300^{\circ}$ - 310° avec un pendage moyen d'ordre 70° NW

D'après l'analysedirectionnel de la fracturation on distingue 2 type de contrainte α_1 et α_2 sur la figure () probablement liée à la surrection Tortonienne dans la zone de Chelliff (Bracène 2002).

Pour le site N°2 :



Fig (9) : Représentation géographique de site d'étude n°2.

Pour l'étude de la fracturation qui affecté le secteur d'étude, nous avons affecté 180 mesures dans les 3 stations (1.2.3).

Qui correspond à l'étude de stratification, La direction de la stratification est variée entre N 320°-340° avec un pendage moyen d'ordre 10°NW (Fig : 12)

- pour l'étude des fracturations, on compte trois principales directions (fig : 13) :

- N 330°-340° avec un pendage moyen d'ordre 23°NW.
- N 40°-50° avec un pendage moyen d'ordre 38° NE
- N 300°-310° avec un pendage moyen d'ordre 24° NW

Pour cette analyse directionnelle de la fracturation aussi on distingue 2 types de contrainte α_1 et α_2 sur la figure (14 ,15)

Conclusion :

Dans notre site, après une analyse directionnelle, statistique, la variation de la direction de fracturations : pour le site 1

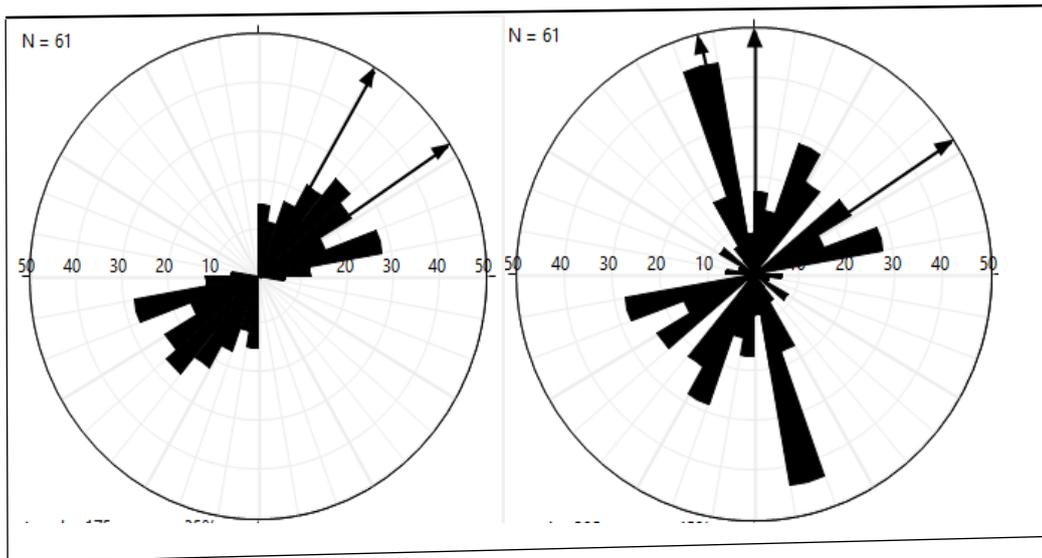
- N 20°-30° avec un pendage moyen d'ordre 43°NE.
- N 340°-350° avec un pendage moyen d'ordre 15° NW.
- N 300°-310° avec un pendage moyen d'ordre 70° NW.

Et pour le site 2 :

- N 330°-340° avec un pendage moyen d'ordre 23°NW.
- N 40°-50° avec un pendage moyen d'ordre 38° NE.
- N 300°-310° avec un pendage moyen d'ordre 24° NW.

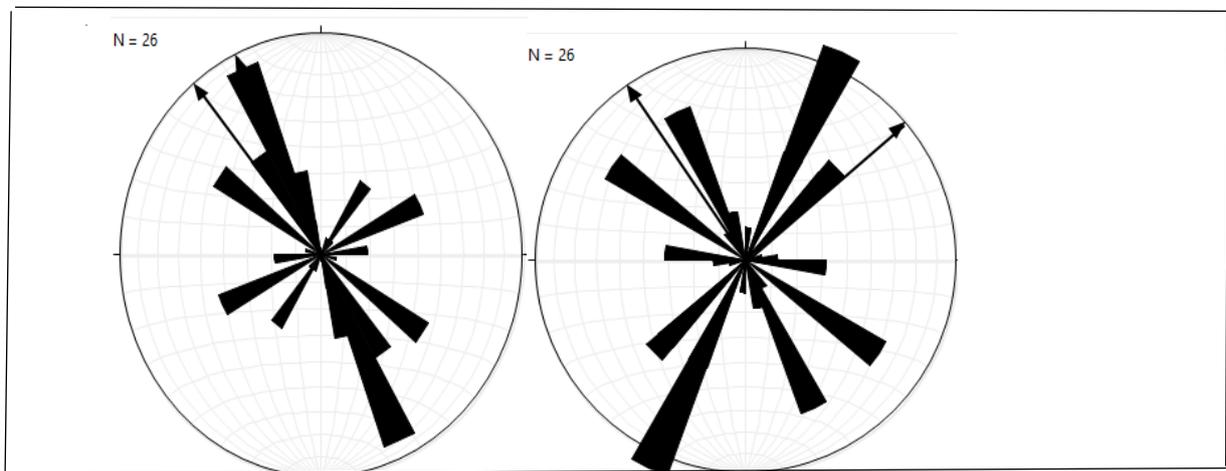
2 type de contrainte α_1 et α_2 sur la figure () probablement liée à la surrection Tortonienne dans la zone de Chelliff (Bracène 2002).

Ces fracturations favorise l'accumulation et la circulation des eaux soit de les eaux de surface ou bien eaux souterraine. Cette interprétation qui vienne de l'ensemble des données de surface (mesures de déformation et/ou observations géologiques). et bien sur l'existence des point d' eaux au bas de notre site.



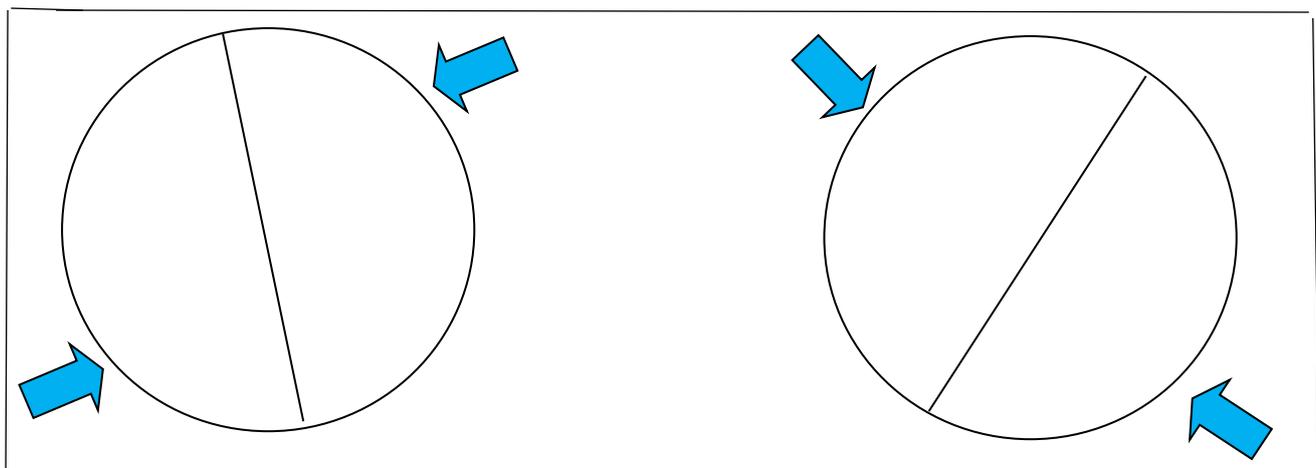
Fig(10) : Analyse directionnel de la stratification

Fig(11) : Analyse directionnel de la fracturation site n°1



fig(12) : Analyse directionnel de la stratification

Fig(13) : Analyse directionnel de la fracturation site n°2



Fig(14) : Le Contrainte α_1 (NNW-SSE)

fig(15) : Contrainte α_2 (NE-SW)

Age	Geodynamic events		Areas
		Phases	
Villafranchian	Convergence	Compression	South atlasic front (East)
Pliocene		Distension	Aures mountains
Tortonian		Compression	1-Chellif 2-Aures mountains and Tell
Early Miocene		Distension	Aures mountains
Oligocene			
Late Eocene		Compression	Saharan Atlas
Late Cretaceous Early Palaeocene			
Late Cretaceous	Post rifting(1)		
Middle Cretaceous		Distension	Aures mountains
Lower Cretaceous		Distension(2)	(1) -Saharan Atlas (2) Tell and Aures mountains
Malm		Diapiric events	(1)Western Saharan Atlas
Dogger			
Liassic	Rifting	Distension	Saharan Atlas Telagh,Aurès mountains
Triassic	Pre-Rifting	Distension	

Triassic salt mobility

Tab.2: Les principaux événements géodynamiques dans le nord de l'Algérie (Extrait de Bracene *et al.*, sous presse, voir article III)

Tab :Les Principaux événements géodynamique dans le nord de l'Algérie (Brècene et al 2002)

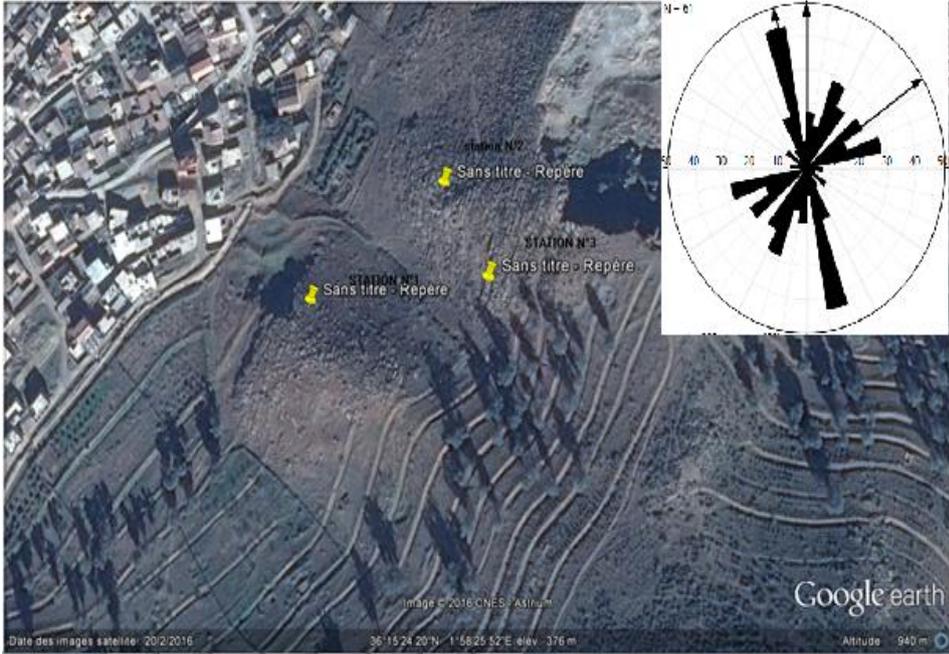


Fig (16) : la Représentation du site N° 01 Sidi AEK



Fig (17) : la Représentation de site N° 02 DHAYA

Etude du linéament de la zone Ouest d'ainDefla :

L'analyse statistique du linéament tracé est représentée par une rosace de direction et un histogramme de fréquences de la longueur cumulée. La rosace directionnelle indique une orientation préférentielle NE-SW, d'autres directions moins importantes montrent une direction subméridienne et E-W.

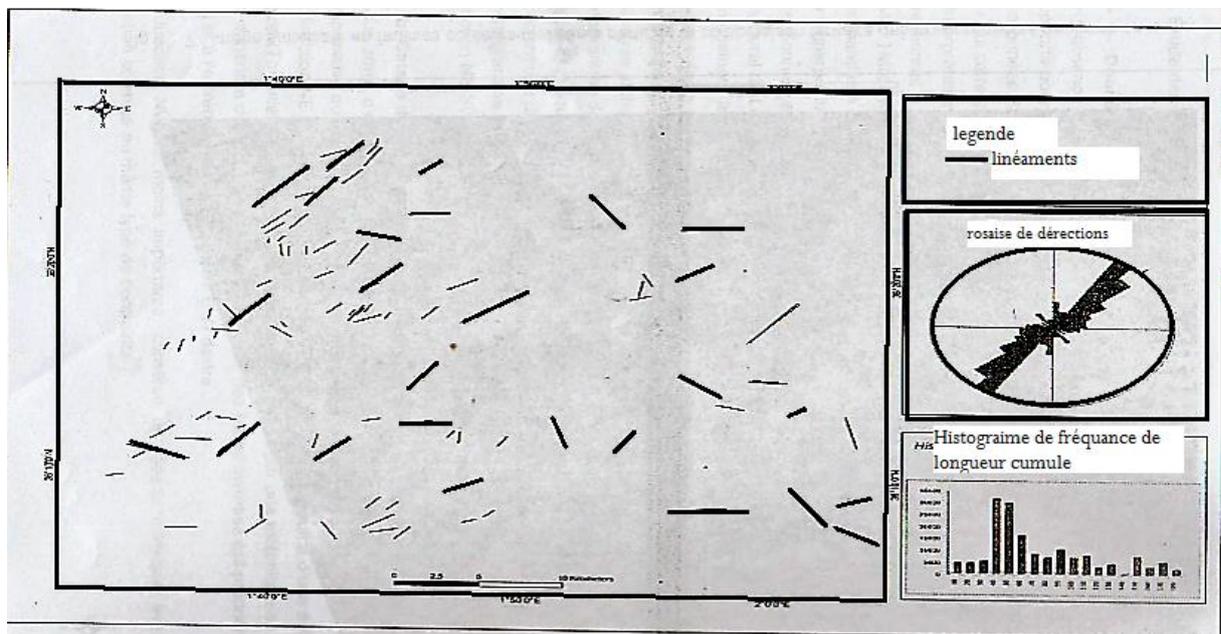
L'histogramme de fréquences montre que les linéaments les plus longs sont dans la direction NE-SW à NNE-SSW.

La zone étudiée a subi des déformations en alternance à dominante distensive ou compressive qui sont gouvernées par des mouvements décrochant.

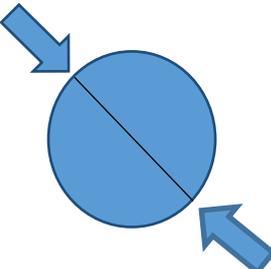
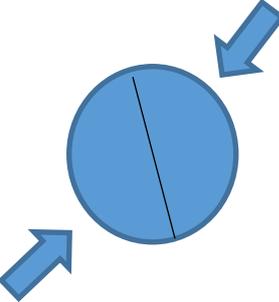
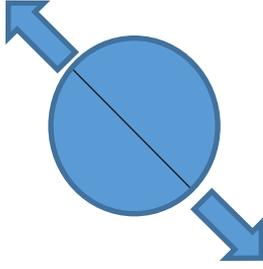
la direction NE-SW que dessine la carte linéamentaire est le résultat d'une déformation post-nappe (Tortonien-Messinien entre -8.5 et -5.5 MA) régie par une tectonique en transpression.

Elle engendre des structures plissées ainsi que des failles inverses qui prennent naissance le long et à l'extrémité de décrochement E-W dextre.

La direction NW-SE moins importante, constitue un réseau conjugué avec la première direction soumise au même type de contrainte. (Belmouloud Fawzi, 2012)



Fig(18) : Carte linéamentaire de la région réalisée à partir de l'image satellite Landsat 7
(Belmouloud Fawzi(2012))

perides	Ma	Regime de deformation	Failles	plis
quaternaire		Compression $Z=N161$ 	Décrochements : Senestres N-S a NNW-SSE Dextres NW-SE Failles inverses à composantes senestres NE-SW	Plis éjecte Pli-faille NE-SWa ENE- WSW
Pliocène supérieur		Episode compressif N-S	-----	E-W
	1.5	Compression $Z_1=N022$	-----	-----
	5.5		Décrochements senestres NE-SW et dextres N-S	N110
9				
Pliocène inférieur		Episode distensif ?	Failles normales syn-sédimentaires	-----
Messinien Tortonien supérieur		Mouvements compressifs NE-SW Subsidence	-----	NW-SE a E-W
Tortonien inférieur Serravalien		Phase de distension NNW-SSE 	Failles normales conjugées NE- SW et E-W	- -----

Tabl(2) : chronologie et évolution des déformations de l'atlas tellien au cours du néogène post-nappe et du quaternaire (Meghraoui 1982)

Interprétation des coupes et cartes géologique :

. Coupe NNW-SSE El Amra –oued Khemis

à la sortie ouest d'El Amra (ex Kherba) notre coupe s'amorce par des dépôts alluvionnaires limoneux ensuite ce sont les premiers dépôts pliocènes avec des alternances de grès de conglomérats et de marnes de couleur jaune pâle de quelque dizaines de mètres de même direction puis N040-65 s'ensuivent des formations marneuses de quelques mètres de même direction puis ce sont des conglomérats béchiques et des grès calcaires d'une cinquantaine de mètres d'épaisseur du Miocène inférieur.

Plus en bas dans la série une alternance de bancs gris bleuâtre, décimétriques de quartzites et de marnes pendent vers le nord. Il s'agirait peut être du lambeau flysch décrit par Glangeaud 1932 lorsqu'il a décrit le trias de Carnot (El Abadia) qui se trouve justement à une dizaine de mètres de cet affleurement (voir la partie étude géologique de ce travail)

Le schéma structural :

Au nord, le prolongement sud du Dahra est constitué essentiellement des formations Crétacé inférieur et supérieur schisteux très déformées surmontées par des flyschs mauritanien notamment dans la région de Tachta. D'âge crétacé inférieur il est formé par des intercalations grésopelitique, surmontées d'un Sénonien calcaire et bréchique.

Les dépôts du Néogène poste nappe qui englobe le Miocène inférieur et supérieur ainsi que Pliocène est essentiellement marneux avec des passées gréseuses et conglomératiques recouvrant en discordance l'ensemble des formations. L'épaisseur est assez importante témoignant d'une forte subsidence, due selon Pérondon (1957) à un effondrement gravitaire jouant le long de faille.

Plus au sud sur les massifs autochtone à schistosité du Témolga à l'Ouest, du Rouina au centre et du Douia l'est individualisé par des mouvements verticaux du Miocène inférieur.

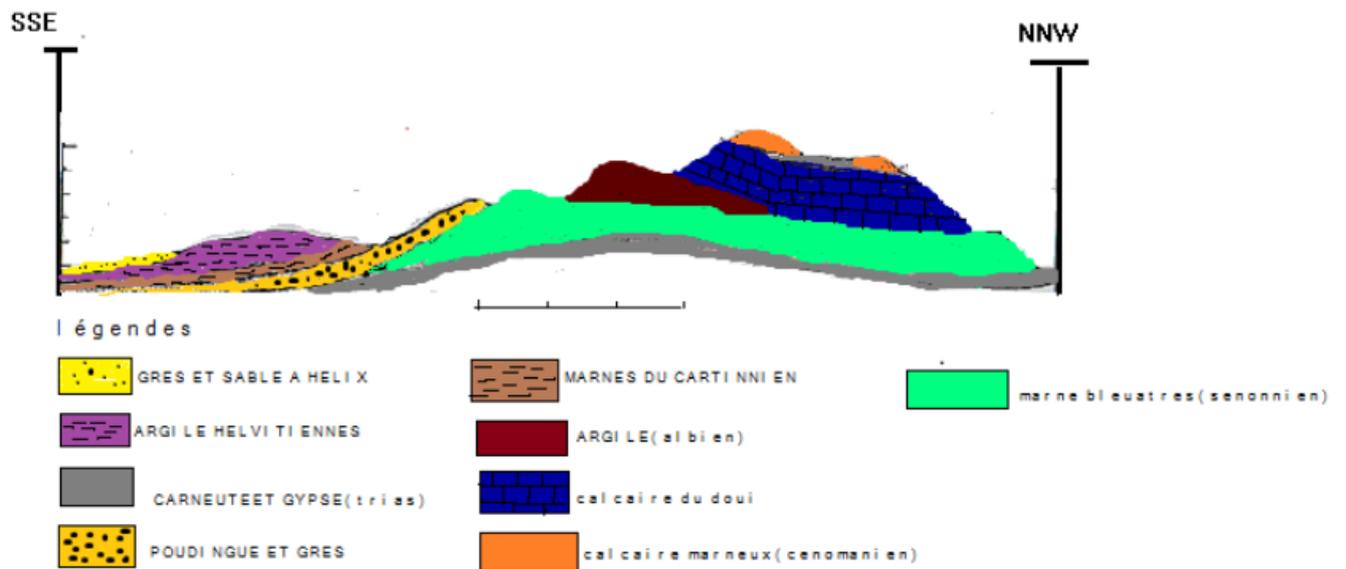


Fig (18) ; Coupe synthétique N-S El Amra (ex kherba) et Oued Khemis(Belmouloud,2012), modifié

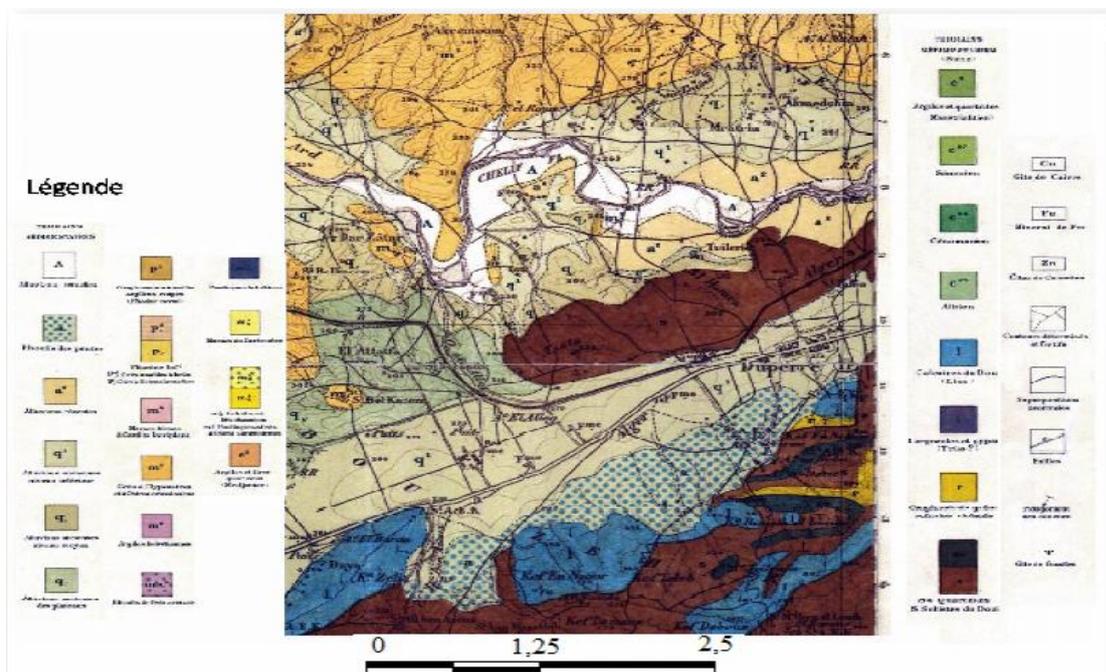


Fig (19) : Schéma structural de la partie Ouest de Ain Defla

Conclusion partie structurale :

La cartographie et les coupes de terrain ainsi que les compilations bibliographiques permettent de donner un aperçu de la structure de la zone du moyen Chéelif entre Ain Defla, El Amra et El Abadia.

Le miocène moyen post-nappe est discordant sur le crétacé supérieur tellien au sud d'Al Amra jusqu'à proximité d'El Abadia. Plus à l'ouest, ce Miocène moyen-supérieur est directement transgressif sur le flysch mauritanien (flysch de Guerrouch). Plus au Sud, le Mio-Plio-Quaternaire est discordants sur le massif du Doui et de Temolga(ElAttaf).

Le tellien et le flysch Maurétanien sont des nappes mise en place au Miocène inférieur, tandis que les massifs du Doui et sont respectivement d'Age Jurassico-Crétacé et Paléozoïque à jurassique.

Le massif de Doui a été structuré durant les phases hercyniennes et repris au cours du cycle alpin. Cette structuration est passée par des épisodes distensifs responsables d'effusion magmatiques au cours du Carbonifère inférieur.

*Chapitre III: Le
volcanisme
paléozoïque*

1. Etat des connaissances du volcanisme paléozoïque en Algérie :

Le volcanisme paléozoïque est assez peu étudié en Algérie mis à part quelques travaux ponctuels réalisés par Kirech(1977 dans le Doui , a Tifrit dans la région de Saïda(Mahmoudi 2009 et les caractéristique géochimique de ces séries ainsi que leur mode de mise place dans la série paléozoïque (Age, stratigraphie, contexte structural et géodynamique)restent encore très peu contraints.

A la lumière de l'ensemble de ces travaux nous essaierons d'apporter sur la base de nos propres observations (de terrain et en lames minces) quelques éléments de réflexion sur la nature de ce volcanisme, l'hydrothermalisme qui l'accompagne ainsi que les interprétations possibles sur leur mise en place en les comparant à ceux connus par ailleurs.

Le volcanisme paléozoïque au Doui et au Zaccar :

La série éruptive primaire apparait au sud-est du Doui et au nord-est dans la région du Zaccar. Une étude a été réalisée par Kireche 1977 dans le massif du Doui (coupes stratigraphiques et lames minces) et quelques descriptions sont également fournies par Glangeaud. Cette série éruptive primaire apparait sous le Permo-Trias dans le Doui et est inter stratifiée entre les schistes Paléozoïque et le Permo-Trias dans le Zaccar. Elle comprend dans les deux massifs des roches intrusives holocristallines (dans le Zaccar ce sont des dolorites andésitique ,des roches très altérées, alitasses, des rhyolites d'aspect fluidal des andésites et des dacitoides, des roches volcaniques vitreuses et des tufs volcaniques renfermant des débris de ces roches ainsi que des fragments de roches sédimentaires (grès, schistes) quartz, plagioclases, magnétite repris dans un ciment sericiteux argileux chloriteux ou calcaire sont également présents.

Les descriptions faites dans le Doui (Kireche 1977)permettent de distinguer 1 des tufs (bréchiqes ,microbréchiqes, tufs argileux bruns, tufs schisteux (tab 1)des laves microlitiques porphyrique a plagioclase quartz biotite chlorite muscovite calcite zircon minéraux opaque et des laves noires sans quartz sauf sous forme de micro filons secondaires a plagioclases de type andésine biotite mica blanc chlorite minéraux opaque.

Type de tuf	taille des grains	fraction pyroclastique
Tuf 1	2-10mm	>50%
Tuf2	1-2mm	>50%
Tuf3	1-3mm	>50%
Tuf4	2-4mm	>50%

Tab() : Classification des Tufs du Doui d'après Kirech1977

L'Age de mise en place de ces séries volcanique du Doui plus en moins controversé ont été tour attribuées au permien puis au Permo-Trias et enfin au viséen.

Selon (Gentil1902)ce volcanisme est attribué au permien du fait qu'elles sont surmontées par des séries schisto-quartzeuses et conglomératique analogues à celle des Taras à Oran , date du Permo-Trias ,tandis que (Mattauer1958)rattache le volcanisme du Doui et du Zaccar au viséenpar analogie au volcanisme GharRouben.dans les travaux Kireche 1977 ces séries sont attribuées au permien vu leur position sus-jacentes par rapport aux formation aux formations conglomératique Permo-Triasique.

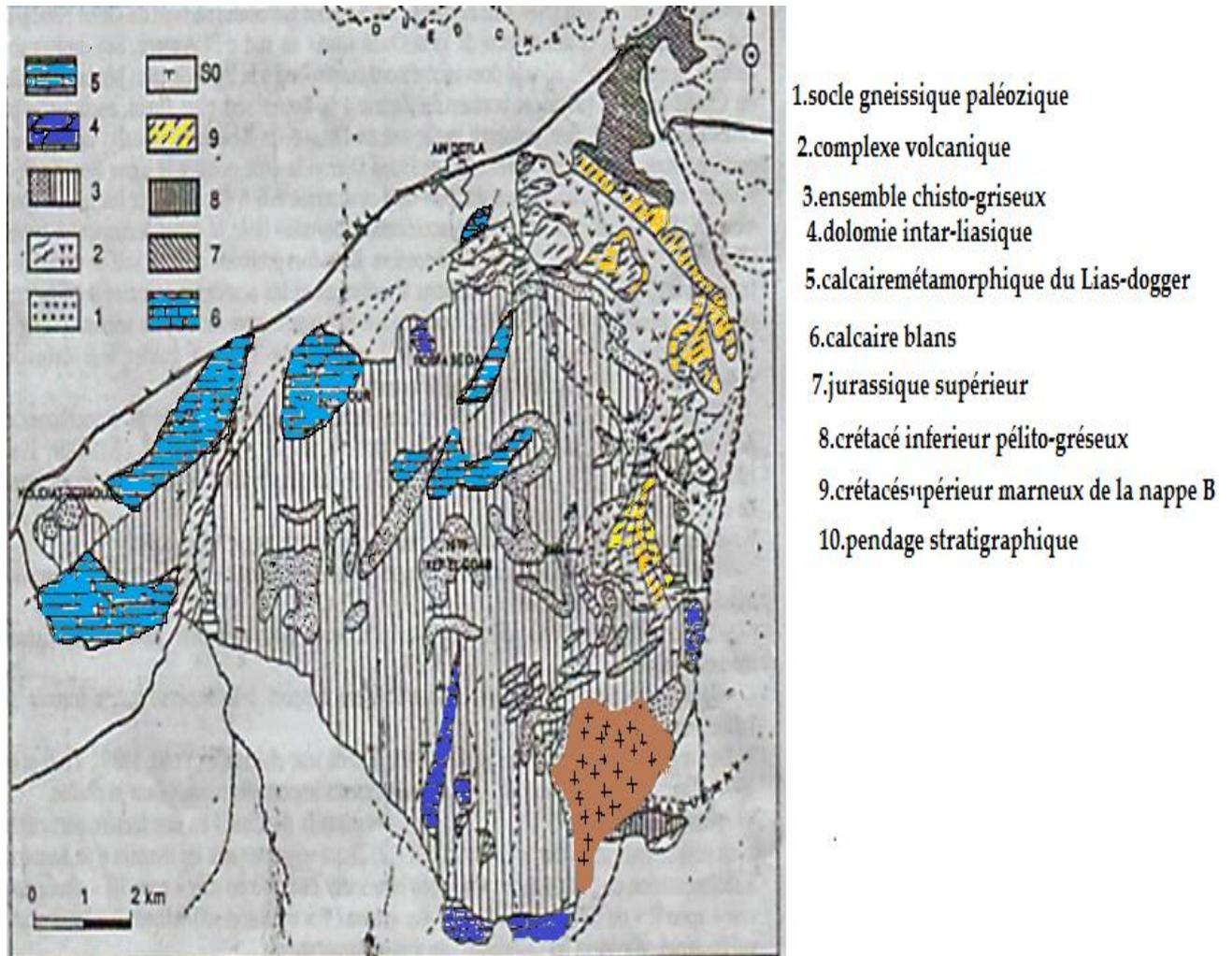


Fig () : Carte géologique de Miliana au 1/50.000 (Glangeaud et Mattauer, 1952)

Etude du volcanisme du Doui :**Les observations de terrain :****a. Dans les différentes parties du secteur oriental du massif du doui :**

Le complexe volcanique du Doui plus précisément dans sa moitié est représenté avec celui du Zaccar les seules pointements du volcanisme paléozoïque dans le tell méridional.

***au NE du Doui (douar Feghaliya) :**

A la sortie de Feghaliya juste à 20m de la route apparait un affleurement de roches volcanique de couleur gris-clair à la patine d'une superficie d'environ 500m² et 50m de hauteur. A la cassure nous avons pu observer trois facies différentes grâce à l'échantillonnage plus ou moins serré que nous avons effectué cet ensemble est affecté par des accidents de direction NE.

Doouar Dahmane (secteur sud est) :

Cette station se situe dans le douar Dahmane entouré par les massifs montagneux de Doui dont le plus élevé peut atteindre les 650m l'aspect générale de l'affleurement volcanique est stratifiée de 1 à m d'épaisseur.

Les premiers affleurements sont de couleur plus ou moins sombre montrant de nombreuses injections de quartz sous forme lenticulaire ou en veine d'aspect diaclase souvent en échelons de direction générale N 10° affecté par des fibres de direction N245°

-AU SSE du Doui (à la sortie de village de Ain Deflaseghira)

Au SSE du Doui à proximité du marabout Sidi Said les roches massives ou en lambeaux dispersées le long d'une petite colline correspondrait d'après la carte géologique de Miliana à des roches intrusives et métamorphiques

Cet affleurement est assez intéressant par diversité (environ 04 facies) pour une surface très restreinte d'où la difficulté lors de l'échantillonnage

Conclusion :

Les différentes observations des roches volcaniques représentatives du volcanisme paléozoïque de la partie est de Douir révèlent la présence de roches quasiment toutes altérées à des degrés variables.

En définitive l'étude de ces roches nous a permis de montrer la présence de roches tuffées, tuffites pyroclastiques à grains plus ou moins grossiers et plus exceptionnellement des laves (de type trachytique et Outrachi-Andésitique)

*les tufs volcaniques rencontrés dans la région sont de type andésitique à dacitique et ont un aspect soit :

1-tuffe microbreccique à grains fins dépourvu de phénocristaux de plagioclase et de quartz à fond phylliteux recristallisé

2-soit avec une texture finement microcristalline montrant quelques rares petits cristaux des phénocristaux de quartz et de plagioclase associés à d'anciens minéraux ferromagnésiens complètement opacifiés (anciens reliques d'amphibole, biotite).

*Chapitre IV:
Hydrogéochimie*

I.Introduction :

Dans le but de la préparation de notre projet de fin d'étude qui l'intitulé Identification litho stratigraphique et cartographie des grande facies sepsitible d'être un aquifère Nous avons rencontré avec une source d'eau dans notre site de recherche (site N°1)la source Ain l'Akab. ($y= 36^{\circ} 14'16''N$ et $x= 1^{\circ} 55'24''E$) Nous avons réalisé notre étude au niveau de laboratoire de l'Algérienne des eaux d'(ADE) de la wilaya d'Ain Defla .pour les analyses in situ, nous avons utilisé l'appareillage de laboratoire de l'Université de Khemis Miliana, pour atteindre notre objectif nous avons suivre le plans de travaille suivant.

I. 2. Prélèvement :

Le Prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté ; il conditionne les résultats analytiques et l'interprétation qui en sera donnée L'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physico-chimiques de l'eau (gaz dissous, matières en suspension, etc.).

Globalement, il est donc nécessaire de mettre en place une organisation structurée, de disposer d'un personnel qualifié, de développer une méthodologie adaptée à chaque cas,de procéder à un choix judicieux des points de prélèvement et d'utiliser le matériel convenable

I. .1. But de prélèvement :

En dehors des études de contrôle et des recherches scientifiques, la plupart des prélèvements d'eau résultent de l'application des textes législatifs et réglementaires ayant pour objet l'hygiène, la lutte contre la pollution, la surveillance des installations classées et des stations de traitement la police des eaux, etc.

le matériel de prélèvement doit faire l'objet d'une attention particulière. L'emploi de flacons neufs en verre borosilicaté de préférence bouchés émeri ,ou

le cas échéant avec des bouchons en polyéthylène ou en téflon maintenus pendant 1 heure dans de l'eau permutée puis séchés, est recommandé, surtout s'il s'agit de doser des éléments volatils comme le mercure, les sulfures, les cyanures. Certes leur prix de revient est élevé mais ils sont susceptibles de réutilisation après un lavage adéquat si l'échantillon n'est pas excessivement pollué.

Le mode de prélèvement variera suivant l'origine de l'eau. Dans le cas d'une rivière, d'une nappe ouverte, d'un réservoir, d'une citerne, la bouteille sera plongée à une certaine distance du fond (50cm) et de la surface, assez loin des rives ou des bords ainsi que des obstacles naturels ou artificiels, en dehors des zones mortes ou des remous, et en évitant la remise en suspension des dépôts.

Le volume nécessaire pour une analyse complète d'eau varie de 2 à 5 litres, non compris les prélèvements spéciaux. Sauf pour certains dosages particuliers à pratiquer sur place (oxygène dissous, PH), l'analyse n'a pas un caractère extemporané.

Le prélèvement subira obligatoirement un certain temps de transport et une attente au laboratoire avant la mise en route analytique. Ces temps devront être réduits au minimum.

I. 2.2. Mode de prélèvement :

- l'eau est prélevée dans des bouteilles particulièrement propres (stérilisées) et rincées plusieurs fois avec l'eau distillée.
- Les flacons sont remplis sans agiter l'eau au contact de l'air.
- Les flacons sont bouchés aussitôt que possible car certaines analyses (oxygène, gaz carbonique, PH) exigent d'éviter toute agitation et contact avec l'air.

I. 2.3. Condition de prélèvement :

Le matériel de prélèvement doit faire l'objet d'une attention particulière. Les bouteilles sont en plastique de 1.5 L pour les analyses physico-chimiques.

Pour le prélèvement d'eau distillée.

Si le prélèvement est réalisé à l'aide d'un flacon en plastique (usage unique), généralement distillée à l'analyse physico-chimique, il est nécessaire de rincer 2 à 3 fois avec l'eau prélevée avant le remplir, (**Guiraud, 1998**).

I. 2.4. Principaux renseignements à fournir pour une analyse d'eau (but d'analyse) :

1. Identité du préleveur
2. Date et heure de prélèvement.
3. Particulier ou autorité demandant l'analyse.
4. Motif de la demande d'analyse (analyse initiale ou contrôle périodique, pollution, intoxication, épidémie, etc.) et usage de l'eau (boisson, lavage, breuvage, incendie, industrie, etc.).
5. Ville ou établissement que l'eau aliment ; le cas échéant, le type de traitement utilisé.
6. Nom du point et localisation précise.
7. Origine de l'eau (source, puits, forage, rivière, lac, barrage, citerne, etc.).Aspect particulière (couleur, débris, etc.).
8. Température de l'eau à l'émergence et celle de l'atmosphère au moment du prélèvement. Condition météorologiques du moment (précipitation, vent, pression atmosphérique, etc.).
9. Débit approximatif à la minute ou à la seconde .Dans le cas d'une nappe souterraine, préciser la profondeur et l'épaisseur de cette nappe.
10. Nature géologique des terrains traversés, aspect du milieu naturel.
11. Causes de souillures permanentes ou accidentales auxquelles l'eau paraît exposée (établissement agricole ou industriel, rejet de ville ou d'usine, puit perdu, cimetière, etc.).
12. Enregistrer les remarques des usagers ou riverains concernant les variations d'aspect ou de débit ainsi que les modifications provoquées par les pluies ou la fonte des neiges.

I. 2.5. Technique de prélèvement :

Il y a deux types de méthodes d'analyses :

- A. Méthode d'analyse in situ.
- B. Méthode d'analyse au laboratoire.

A. Analyse in situ :

La température, le PH, la conductivité et l'oxygène dissous doivent être mesurés in situ. En effet, ces paramètres sont très sensibles aux conditions de milieu et sont susceptibles de changer dans des proportions importantes s'ils ne sont pas mesurés sur site.

Certains paramètres peuvent évoluer pendant le transport des échantillons au laboratoire.

B. Analyse physico-chimique :

L'analyse physico-chimique permet le dosage des paramètres suivant :

A. 2.1. Paramètre physiques :**•PH**

Le pH (potentiel Hydrogène) mesure la concentration en ions H^+ de l'eau. Il traduit ainsi la balance entre acide et base sur une échelle de 0 à 14, 7 étant le PH de neutralité.

Ce paramètre caractérise un grand nombre d'équilibre physico-chimique et dépend de facteurs multiples, dont l'origine de l'eau.

Le PH doit être impérativement mesuré sur le terrain à l'aide d'un PH-mètre ou par colorimétrie.

-Principe :

La mesure du PH d'une solution s'appuie sur la mesure du potentiel d'une électrode à hydrogène plongée dans la solution le PH égale au cologarithme décimal de l'inverse de sa concentration en ion H^+ .

-Appareil : pH Mètre

-Electrode : Electrode de pH combinée

-Réactifs : Tampon pH = 9

- Tampon ; pH = 7

- Tampon ; pH = 4

Evaporer à sec au bain marie ou à l'étuve à 75 - 88° C de la même manière que pour l'échantillon.

-Mode opératoire :

-Prendre 10 ml de l'échantillon à analyser.

-Ajouter 2 à 3 gouttes de **NaOH à 30 %**.

-Ajouter 1 ml de salicylate de sodium.

-Evaporer à sec au bain marie ou à l'étuve 75 - 88° C.

(Ne pas surcharger ni surchauffer très longtemps) laisser refroidir.

-Reprendre le résidu avec 2 ml. H₂SO₄ laisser reposer 10 mn.

-Ajouter 15 ml d'eau distillée.

-Ajouter 15 ml de tartrate double de sodium et de potassium puis passer au spectrophotomètre au 420nm.

-Etalonnage de l'appareil :

- Allumer le PH Mètre.

Rincer l'électrode avec de l'eau distillée.

- Prendre dans un petit bécher, la solution tampon PH = 7

-Régler l'agitation à faible vitesse.

- Tremper l'électrode de pH dans la solution tampon PH = 7

- Laisser stabiliser un moment jusqu'à affichage du standard 2.

- Enlever l'électrode et la rincer abondamment avec l'eau distillée.

- Ré étalonner de la même manière avec les solutions tampon PH= 9 où PH = 4.

- Puis rincer abondamment l'électrode avec l'eau distillée.

• Dosage de l'échantillon :

- Prendre environ 100 ml d'eau à analyser.

-Mettre un agitateur avec une faible agitation.

- Tremper l'électrode dans le bécher.
- Laisser stabiliser un moment avec une faible vitesse d'agitation.
- Puis noter le PH.

- **La conductivité :**

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm² de surface et séparées l'une de l'autre de 1 cm.

Elle est l'inverse de la résistivité électrique.

L'unité de conductivité est le Siemens par mètre (S/m).

La conductivité électrique d'une eau s'exprime généralement en micro siemens par centimètre (μS/cm). La relation entre la résistivité et la conductivité est la suivante :

-Principe :

Mesure de la conductance électrique d'une colonne d'eau délimitée par deux électrodes de platine (Pt) (ou couvertes de noir de platine) maintenues parallèles.

Si R est la résistance de la colonne d'eau en ohms.

S sa section en cm² et la sa longueur en cm.

La résistivité électrique en ohms-cm est

Est appelé constante de l'élément de mesure

-Matériel :

Conductimètre.

-Mode opératoire :

D'une façon générale, opérer de la verrerie rigoureusement propre et rincée, avant usage, avec de l'eau distillée.

Rincer plusieurs fois la cellule à conductivité, d'abord avec de l'eau distillée puis en la plongeant dans un récipient contenant de l'eau à examiner ; faire la mesure dans un deuxième récipient en prenant soin que les électrodes de platine soient complètement immergées.

Agiter le liquide (barreau magnétique) afin que la concentration ionique entre les électrodes soit identique à celle du liquide ambiant. Cette agitation permet aussi d'éliminer les bulles d'air sur les électrodes.

Agiter le liquide (barreau magnétique) afin que la concentration ionique entre les électrodes soit identique à celle du liquide ambiant. Cette agitation permet aussi d'éliminer les bulles d'air sur les électrodes. Introduire alors le thermomètre aussi près que possible de la cellule. La température du liquide ne devra en aucun cas varier pendant la mesure.

-Expression des résultats :

Le résultat est donné directement en $\mu\text{S}/\text{cm}$.

• Température :

La température de l'eau est un paramètre de confort pour les usagers. Elle permet également de corriger les paramètres d'analyse dont les valeurs sont liées à la température (conductivité notamment).

De plus, en mettant en évidence des contrastes de température de l'eau sur un milieu, il est possible d'obtenir des indications sur l'origine et l'écoulement de l'eau.

La température doit être mesurée in situ. Les appareils de mesure de la conductivité ou du PH possèdent généralement un thermomètre intégré

Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision .En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz , dans la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique , dans la détermination du PH , pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels ,etc.

-Principe :

La Température est mesurée par un thermomètre et les valeurs obtenues sont estimées en C° .

-Mode opératoire :

Le thermomètre est rincé dans l'échantillon, et on laisse l'appareil se stabiliser puis la valeur de la température est notée.

• Oxygène dissous :

L'eau absorbe autant d'oxygène que nécessaire pour que les pressions partielles d'oxygène dans le liquide et dans l'air soient en équilibre. La solubilité de l'oxygène dans l'eau est fonction de la pression atmosphérique (donc de l'altitude), de la température et de la

Minéralisation de l'eau : la saturation en O_2 diminue lorsque la température et l'altitude augmentent.

La concentration en oxygène dissous est un paramètre essentiel dans le maintien de la vie, et donc dans les phénomènes de dégradation de la matière organique et de la photosynthèse.

-principe :

La mesure d'oxygène dissous dans l'eau se fait à l'aide d'un oxymètre (HACH-USA). L'appareil affiche le taux d'oxygène en mg/l et en %.

-mode opératoire :

On étalonner d'abord l'oxymétrie puis on introduit directement l'électrode dans le flacon de l'échantillon.

• Turbidité :

La turbidité d'une l'eau est due à la présence des matières en suspension finement divisées : argile, limon, grains de silice, matières organiques, etc.

La mesure de la turbidité permet de préciser les informations visuelles sur l'eau. La turbidité traduit la présence de particules en suspension dans l'eau (débris organiques, argiles, organismes microscopiques...). Les désagréments causés par une turbidité auprès des usagers sont relatifs car certaines populations sont habituées à consommer une eau plus ou moins trouble et n'apprécient pas les qualités d'une eau très claire. Cependant une turbidité forte peut permettre à des

micro-organismes de se fixer sur des particules en suspension. La turbidité se mesure sur le terrain à l'aide d'un turbidimètre.

-Principe :

Comparaison de la lumière diffusée et la lumière transmise par l'échantillon d'eau et par une gamme étalon constituée de solutions de formazine.

La mesure de la lumière diffusée est significative pour les eaux de faible turbidité non visible à l'œil nu (par exemple les eaux de boisson).

La mesure de la lumière transmise est significative pour les eaux de turbidité visible à l'œil nu (par exemple les eaux polluées) et pour les eaux de faible turbidité contenant des substances qui ne diffusent pas.

Pour tout échantillon d'eau, la mesure de la lumière diffusée et de la lumière transmise permet la détection de matières non dissoutes, absorbant mais diffusant mal, qui passeraient inaperçues par la seule mesure de la lumière diffusée.

-Appareillage :HACH 2100N

Cuvette d'évaluation de la transparence constituée d'une cuvette de verre incolore de 50 mm de diamètre.

- Etalonnage de l'appareil :

A l'aide des solutions d'étalonnage de formazine de 400 NTU on prépare une solution fille de 40 NTU et effectuer la mesure

Ou faire l'étalonnage avec les solutions fournies avec l'appareil.

-Mode opératoire :

Remplir une cuvette de mesure propre. Bien essuyer avec du papier hygiénique avec l'échantillon à analyser bien homogénéisé et effectuer rapidement la mesure, il est nécessaire de vérifier l'absence de bulle d'air avant la mesure.

-Expression des résultats :

La mesure est obtenue directement en NTU.

B.2.2. Paramètres organoleptiques :**• Odeur et Saveur**

Une eau potable de bonne qualité, incolore et ne présente pas d'odeur toute odeur, la saveur dépend essentiellement de la qualité et la nature des corps dissous, toute odeur est signe de pollution ou de la présence de matières organique décomposition.

A l'état naturel, une concentration de la minéralisation, introduit un goût plus ou moins accentue dans l'eau, s'il y a absence des sels habituels et d'anhydride carbonique, la saveur de l'eau sera fade, c'est le cas de l'eau des citernes.

Pour les méthodes d'analyses ordinaire, les sens olfactifs peuvent seuls dans une certaine mesure les déceler.

• Couleur

La couleur de l'eau est due aux éléments qui s'y trouvent à l'état dissous ou colloïdal, elle est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due substance en solution, et apparente quand les substances en suspension y ajoutent leurs propres colorations.

•Traitements correcteurs :

-clarification : par décantation et filtration

- adsorption

-Oxydation

B.2.3. paramètre chimiques :**•Détermination de l'alcalinité (HCO_3^-) :**

L'alcalinité d'une eau correspond à la présence des hydrogénocarbonates, carbonates et hydroxydes.

-Principe :

On détermine les volumes successifs d'acide fort en solution diluée nécessaire pour neutraliser les PH du 8.3 et de 4.3 le volume d'eau a analyses .LeTA (titre

alcalimétrique) et TAC (titre alcalimétrique complet) permettant de calculer le taux des éléments favorables à l'alcalinité des eaux.

L'eau à analyser doit être conservée de préférence dans des récipients en polyéthylène ou en verre borosilicaté et l'analyse doit être pratiquée dans les 24 heures après le prélèvement.

-Définitions :

Le titre alcalimétrique ou TA mesure la teneur de l'eau en alcalins libres et en carbonates alcalins caustiques. Le titre alcalimétrique complet ou TAC correspond à la teneur de l'eau en alcalins libres, carbonates et hydrogénocarbonates.

-Mode opératoire :**-Détermination du TA :**

Prélever 10 ml d'eau à analyser dans une capsule de porcelaine blanche de 12 cm de diamètre environ. Ajouter 1 à 2 gouttes de solution alcoolique de phénophtaléine. Une coloration rose doit alors se développer. Dans le cas contraire le TA est nul, ce qui se produit en général pour les eaux naturelles dont le PH est inférieur à 8.3. Verser ensuite doucement l'acide dans la capsule à l'aide d'une burette, en agitant constamment, et ceci jusqu'à décoloration complète de la solution (PH 8.3).

Soit V nombre de millilitres d'acide utilisés pour obtenir le virage.

-Détermination du TAC :

Utiliser l'échantillon traité précédemment ou le prélèvement primitif s'il n'y a pas eu de coloration. Ajouter 2 gouttes de solution de méthylorange et titrer de nouveau avec le même acide jusqu'au virage du jaune ou jaune orangé (PH 4.3). S'assurer qu'une goutte d'acide en excès provoque le passage de la coloration du jaune orangé au rose orangé.

(PH 4). soit V' le nombre de millilitres d'acide 0.02 N versés depuis le début du dosage. Retrancher de ce volume 0.5 ml, quantité d'acide nécessaire pour le

virage de l'indicateur, qui est un peu plus faible que le PH de neutralisation exacte de l'hydrogénocarbonate.

-Expression des résultats :

1) TA :

V/5 exprime le titre alcalimétrique en milliéquivalents par litre.

V exprime le titre alcalimétrique en degrés français (en effet, 1°f correspond à 10 mg de carbonate de calcium ou à 0.2 m^{eq} /L).

2) TAC :

V'-0.5 /5 exprime le titre alcalimétrique complet en degrés français.

•Détermination de l'azote ammoniacal (NH₄⁺) :**-Principe :**

Mesure spectrométrique à environ 655nm du composé bleu formé par réaction de l'ammonium avec les ions salicylate et hypochlorite en présence de nitroprussiate de sodium.

-Réactifs :**-Réactif I :**

- Acide dichloroisocyanurique 2 g.

- Hydroxyde de sodium 32 g

.- H₂O distillé q.s.p 1000

- Réactif II (coloré) :

- Tri citrate de sodium ...130 g.

- Salicylate de sodium130 g.

- Nitroprussiate de sodium ...0.97 g.

- H₂O distilléeq.s.p 1000 ml.

-Appareillage :

Spectrophotomètre UV-Visible

Mode opératoire :

- Prendre 40 ml d'eau à analyser

- Ajouter 4 ml du réactif I

- Ajouter 4 ml du réactif II et ajuster à 50 ml avec H₂O distillée et attendre 1h. 30

L'apparition de la coloration verdâtre indique la présence de : NH₄⁺

Effectuer la lecture à $\lambda=655$ nm.

-Expression des résultats :

Le résultat est donné directement en mg/l.

•Dosage des nitrites (NO₂⁻)

-Principe :

Les nitrites réagissent avec le Sulfanilamide pour former un composé diazoïque qui, après copulation avec le N1Naphtyléthylènediaminedichloride donne naissance à une coloration rose mesurée à 543nm.

-Réactifs :

Réactif Mixte :

- Sulfanilamide40 g.
- Acide phosphorique100 ml
- N-1- Naphtyle éthylène diamine 2 g.
- H₂O distillé.....q.s.p 1000 ml.

-Appareillage :

Spectrophotomètre UV-Visible

-Mode opératoire :

- Prendre 50 ml d'eau à analyser
- Ajouter 1 ml du réactif mixte.
- Attendre 10mn.

L'apparition de la coloration rose indique la présence des NO₂⁻.

Effectuer la lecture à $\lambda=543$ nm.

-Expression des résultats :

Le résultat est donné directement en mg/l.

•Dosage des nitrates (NO₃⁻)

Méthode au salicylate de sodium.

-Principe :

En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitrosnylate de sodium coloré en jaune et susceptible d'un dosage colorimétrique.

-Réactifs :

-Solution de salicylate de sodium à 0.5 % (renouveler toutes les 24 h.).

0.5 Gr de salicylate de sodium dans 100ml d'eau distillée.

-Solution d'hydroxyde de sodium à 30 %.

30 gr de NaOH dans 100 ml d'eau distillée.

-H₂SO₄ concentré

-Tartrate double de sodium et de potassium.

- Hydroxyde de sodium Na OH..... 400 g.

-Tartrate de sodium et de potassium 60 g.

-Eau distillée q.s.p 1000 ml.

Laisser refroidir avant de compléter à 1000 cc.

Cette solution doit être conservée dans un flacon de polyéthylène.

Solution mère d'azote d'origine nitrique à 1000 mg/l.

-Nitrate de potassium anhydre 0.722 g.

-Eau distillée 1000 ml.

-Chloroforme 1 ml.

-Solution fille d'azote d'origine nitrique à 5 mg/l.

-Appareillage :

Etuve.

Spectrophotomètre U.V visible.

Résultats des analyses physico-chimiques :**Les analyses in situ :**

Les mesures sont effectuées le 10/04/2017

Les analyses in situ	unité	Les résultats	Normes Algériennes	Normes OMS 2011
Le débit	L /s	0.36	--	--
conductivité	$\mu\text{S/cm}$	672	2280	180-1000
T	C°	22	25	-
pH	/	7.23	6.5-8.5	6.5-8.5
salinité	NTU	0.33	-	-
O ₂ dissous	Mg/l	3.10	8	5

Tableau N° : les paramètres physicochimique de la source AinAkab.

Les analyses au laboratoire :

Les analyses au laboratoire	Unité	Les résultats	Les normes algériennes	Les normes OMS 2011
Ca ²⁺	mg/l	95.41	200	200
Mg ²⁺	mg/l	75.72	150	30-125
TH	F°	38.32	350	100
Na ⁺	mg/l	23	200	<200
K ⁺	mg/l	1.70	10	<12
Cl ⁻	mg/l	30	500	200-600
SO ₄ ²⁻	mg/l	167.22	400	250
HCO ₃ ²⁻	mg/l	310.2	600	500
NO ₃ ⁻	mg/l	1.50	50	<50
PO ₃ ³⁻	mg/l	<0.01	0.5	0.3
NO ₂ ⁻	mg/l	<0.055	0.1	0.1
Turb NTU	NTU	0.75	05	-
R.Sec	mg/l	730.23	2000	1000
M.E.S	mg/l	7.00		-
Fe	mg/l	0.26	0.3	0.1

Classification des eaux

Plusieurs méthodes de classification des eaux naturelles ont été expliquées par divers auteurs. On s'intéressera ici uniquement aux plus utilisées, pour déterminer le faciès hydrogéochimique des eaux de la région.

-Classification selon Schoeler-Berkaloff

Diagramme de Schoeler-Berkaloff : Ce diagramme donne la distribution, en se basant sur des axes verticaux gradués selon une échelle logarithmique. Les teneurs exprimées en mg/l sont reportées sur les axes, puis reliées par des droites. Le diagramme Schoeler-Berkaloff concrétiser pour les 14 points d'eau montre que tous les échantillons présentent différent type de minéralisation, malgré, qu'on est dans la même situation géologique, cette différenciation est générée par des contaminations. A l'aide du Software Diagramme, nous avons réalisé diagramme de l'échantillons,

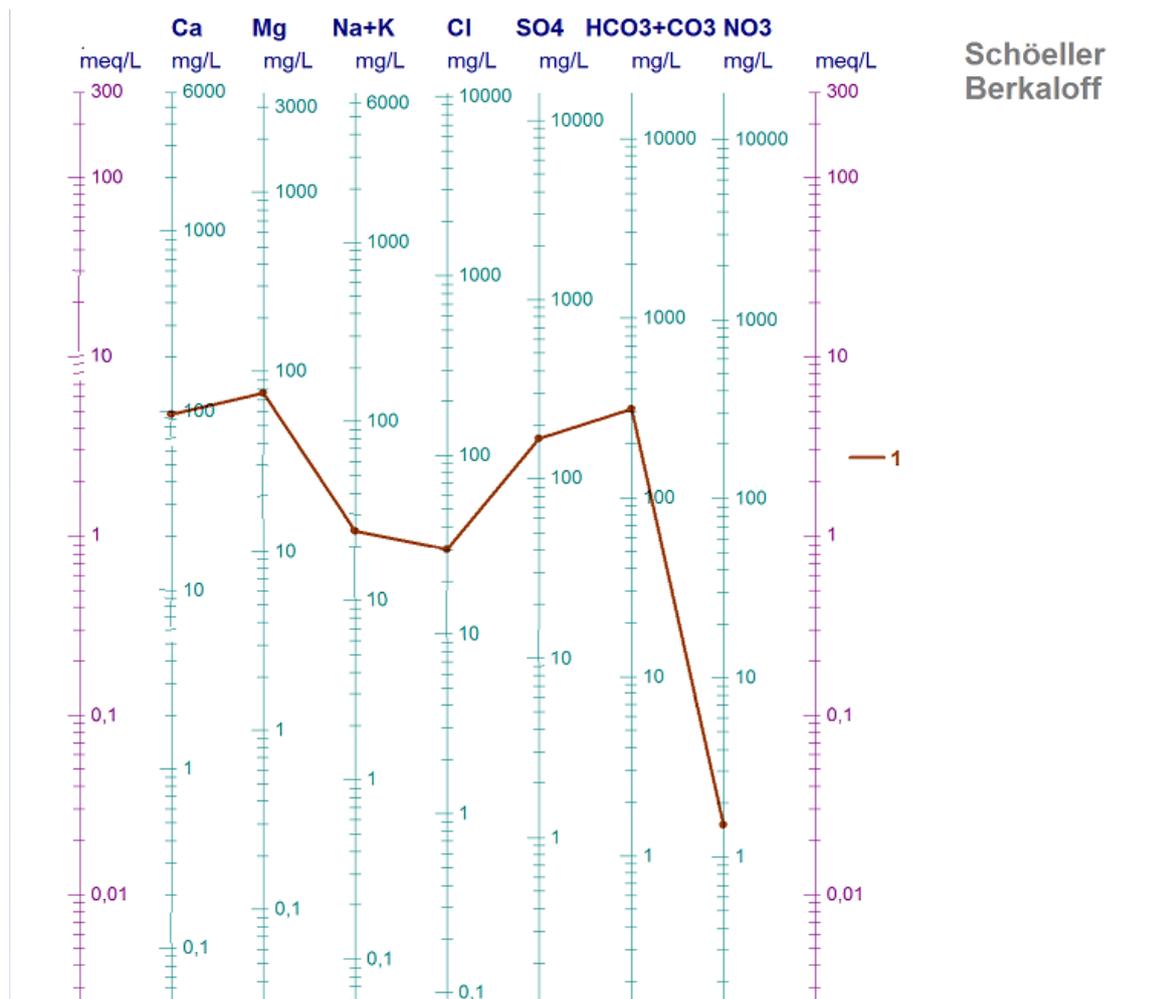


Fig (21) : Diagramme Schoeler-Berkaloff pour la source d'AinAKAB.

Classification selon le diagramme de piper : Diagramme de Piper

Un diagramme de piper est une représentation graphique de la chimie d'un ou plusieurs échantillons d'eau. Les anions et les cations sont représentés dans deux diagrammes ternaires distincts. Les apices du diagramme ternaire des anions sont le sulfate, le chlorure et le carbonate plus l'hydrogencarbonate. Les apices du diagramme ternaire des cations sont projetées dans un losange.

Le losange est une matrice de passage du graphique des anions (sulfate + chlorure/total des anions) et des cations (sodium + potassium/total des cations).

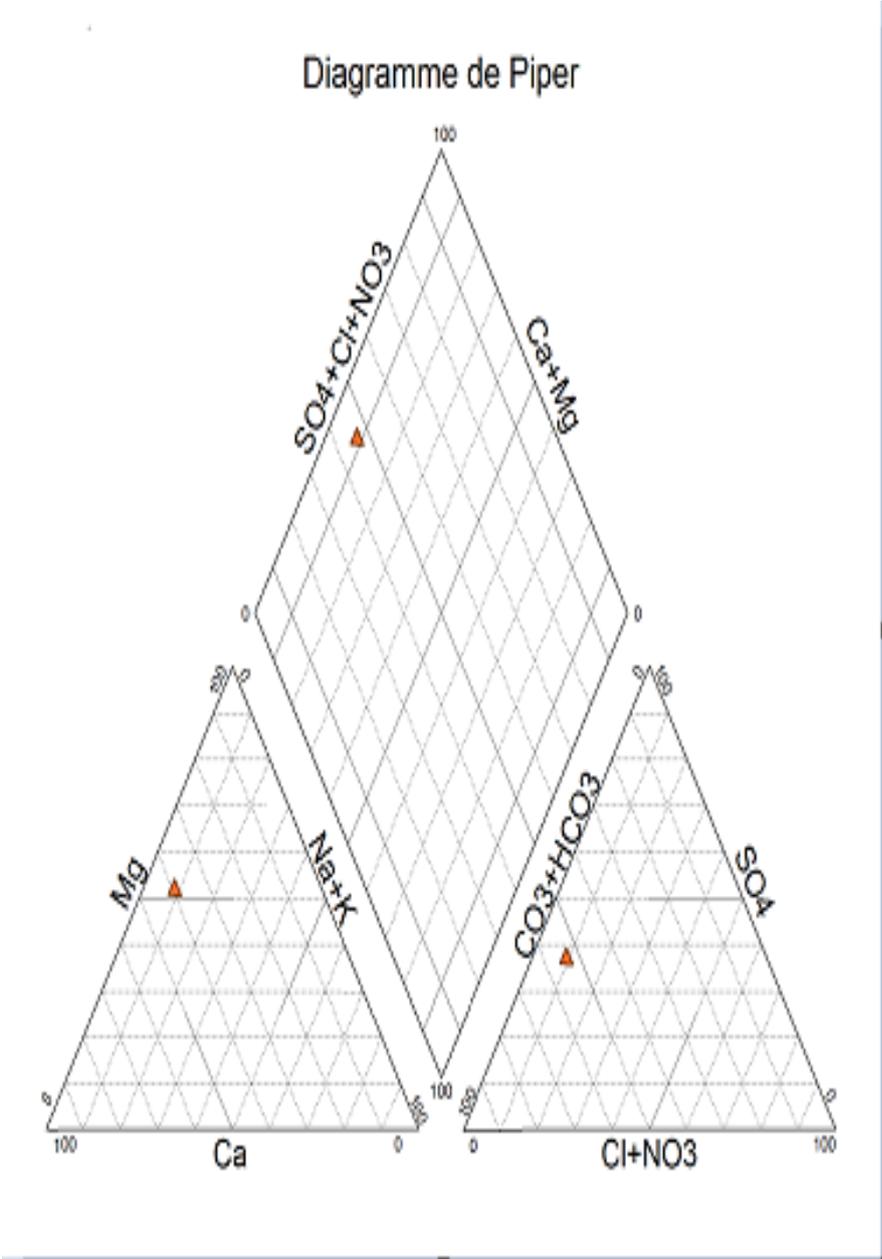


Fig (22) : Diagramme de Piper pour la source d'AinAKAB.

Conclusion :

L'étude hydrogéochimique a montré l'influence de la géologie sur le chimisme des eaux par le contact eau/roche, le temps de séjours et les échanges minéraux de certaines formations, d'après le diagramme de piper le faciès chimique de l'eau de la source est bicarbonate-calcique et magnésiennes, ce dernier est dure avec une dureté de 38.62F°, les éléments majeurs selon le diagramme de Scholler-Berkaloff (Ca^{++} (95.41 mg/l), Mg^{++} (75.72 mg/l), HCO_3^- (310.2 mg/l), SO_4^{2-} (67.22 mg/l)].

Les bicarbonates et le calcium dans notre eau sont présent avec des concentration très importantes dont l'origine est la dissolution de la roche Carbonatée (calcaire jurassique), et le magnésium présent dans la roche Carbonatée d'âge jurassique (calcaire dolomitique), pour la potabilité de notre eau ne dépasse pas le normes algériennes avec un résidu sec de 730.23 mg/l, de point de vue chimique les paramètres de pollution sont conformes aux normes Algériennes.

Conclusion générale

CONCLUSION GENERALE :

Le secteur de notre étude compris djebel Doui de Ain Defla , fait partie du bassin du moyen Chélif adossé à son socle du Dahra au Nord et des massifs à schistosité qui apparaissent en boutonnière de l'Est vers l'Ouest au Zaccar , au Doui et au Témolga.

Il fait partie des zones externes des Maghribides. deux principaux ensembles constituent notre domaine :

- Le socle anté-néogène et la formation néogènes poste-nappe du bassin du Chélif

Le schéma structural fait ressortir plusieurs unités géologiques du Nord vers Sud : une unité tellienne d'âge Cretacé supérieur dans la zone Est (ElAmra) et à l'Ouest une unité de flysch Maurétanien (crétacé inférieur) dans la région de Tachta . Des dépôts marneux d'âge Miocene et Pliocene couvrent en discordance tout cet édifice, tandis que les terrains liasique calcaires et schisto-quartzitique, affleurent en boutonnière au sud (massifs à schistosité de Doui et de Témolga).

Les massifs de Temolga et du Doui sont respectivement d'âge Jurassico-Crétacé et paléozoïque à jurassique. il sont affectés par une tectonique poly phasee d'âge alpin comme pour les massifs d'Oran, de Bou Maad et Blida. Ce sont essentiellement deux phases majeures de plissement à caractère souple associées à un métamorphisme épizonal qui accompagne la schistosité. Celle-ci est due aux mouvements de serrage N-S lie au rapprochement de l'Afrique au continent Europeen.

La structuration durant l'hercynien du massif du Doui et du Zaccar a vu l'épanchement de roches volcaniques. L'étude pétrographique de ce complexe volcanique paléozoïque montre la présence de tuffacées de tufs volcano-sédimentaires et plus rarement de laves. Ces roches volcaniques de type andésitique, dacitoïdique à dacitique et exceptionnellement trachytique-andésitique évoquent les caractères intermédiaire et acide de ce magmatisme dont la nature géochimique et l'origine restent à contraindre.

L'étude hydrogéochimique a montré l'influence de la géologie sur le chimisme des eaux par le contact eau/roche , le temps de séjour et les échanges minéraux de certaines formations, d'après le diagramme de piper le facies chimique de l'eau de la source est bicarbonate-calcique et magnésiennes , ce dernier est dure avec une dureté de 38.62F° , les éléments majeurs selon le diagramme de Scholler-Berkaloff ([Ca⁺⁺(95.41 mg/l), Mg⁺⁺(75.72 mg/l) , HCO₃⁻(310.2 mg/l) , SO₄²⁻(67.22 mg/l)].

Conclusion générale

les bicarbonates et le calcium dans notre eau sont présent avec des concentration très importantes dont l'origine est la dissolution de la roche Carbonatée (calcaire jurassique) et le magnésium présent dans la roche carbonatée d'âge jurassique (calcaire dolomitique), pour la potabilité de notre eau ne dépasse pas le normes algériennes avec un résidu sec de 730.23mg/l, de point de vue chimique les paramètres de pollution sont conformes aux normes Algériennes.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Belhai D, (1987). Massif de Chenoua : these de magister, 135p U.S.T.B.H-Alger.
- Belhai D, (1996) : Evolution tectonique de la zone Ouest algéroise (Ténès-Chenoua). Thèse de doct d'Eta. FSTGAT , U.S.T.B.H-Alger.
- Belmouloud Fawzi ,2012. Etude géologique de la région de Ain Defla : cartographie et caractérisation des roches magmatique du massif du Doui et ses environs USTBH Alger, 87 p
- Bracene, R., 2002. Géodynamique du nord de l'Algérie. Thèse doc, Université de CergyPontoise, France, 217p.
- Brives A (1897) : les terrains Tertiaire du bassin de Chelif et de Dahra ; These Fasc des sci Lyon(1891).
- Delteil J (1974). Tectonique de la chaîne alpine en Algérie d'après l'étude du tell oranais oriental. Monts de Mina, Beni-Chograin. Dahra. these d'été, 294p. Université de Nice.
- Durand Delga M, Fontboté JM, (1980). Géologie des chaînes alpines issues de la Théthys, Mém B.R.G.M 115
- Leprevier C, Magné J. (1975) : le Néogène post-nappe du Tell septentrional à l'Ouest d'Alger. Bull. Soc. Géol. France. 612-619.
- Glangeaud, L., 1952. Les éruptions tertiaires nord-africaines. leurs relations avec la tectonique méditerranéenne. Compte rendu XIXe congrès géologique international d'Alger, sect, XV, fasc. XVII. p, 71-101.
- Kireche, O., 1977. Etude géologique structurale des massifs de la plaine du Chélif (Doui, Rouina, Temoulga). Thèse Doct. 3è cycle, USTHB, Alger (Algérie).
- Kireche, O., 1993. Evolution géodynamique de la marge tellienne des Maghrébides d'après l'étude du domaine parautochtone schistosé (massifs du Chélif et d'Oranie, de Blida Bou Maad, des Babors et Bibon). Thèse doc, USTHB, Alger (Algérie).
- Mattauer, M., 1950 Contribution à l'étude géologique des massifs du Djebel Zaccar, du Djebel Doui et de Littré (Algérie). Dipl. Etud. Sup. Besançon.
- Mattauer, M., 1958. Etude géologique de l'Ouarsenis oriental, Algérie. Publ. Serv. Carte Géol. Algérie.
- Saadallah A, (1981) ; Le massif cristallophylien d'EL-DJAZAIR (Algérie) : Evolution d'un charriage à vergence Nord dans les internes des Maghrébides. UNIV ALGRE. 160p.

Références bibliographique

Rodiers J ,(2005) : L'analyse de l'eau, Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eaux de mer. 8^{ème} édition, Paris.

Rodiers J ,(2009) : L'analyse de l'eau, Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eaux de mer. 8^{ème} édition, Paris.

Wildi W(1983) : la chaîne tell-rifaine (Algérie, Maroc et Tunisie) structure, stratigraphie et évolution du Trias au Miocène. Rev.géog.Dynam.v.24,fasc.201-297

Cartes utilisées :

-Carte géologique de Miliana (1/50.000) N°84 avec notice explicative.

-Carte géologique de Carnot (1/50.000) N°83 avec notice explicative