

UNIVERSITE KASDI MERBAH – OUARGLA
FACULTÉ DES HYDROCARBURES, DES ÉNERGIES RENOUVELABLES ET DES
SCIENCES DE LA TERRE ET DE L’UNIVERS
DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA TERRE ET DE L’UNIVERSE



Mémoire de Master Académique
Domaine : Sciences de la Terre et de l’Univers
Filière : Géologie
Spécialité : Géologie des Bassins Sédimentaires

THEME

**Les calcarénites de Ain Achir Annaba Nord Est Algerien : Etude
géologique, sédimentologique et micropaléontologique ; Implication
paléoenvironmental**

Présenté Par :

Daoui Mohamed Ali et kiouas Nasser Eddine Mouhammed

Devant le jury :

Président : Heddane Abdelnour

Université de Ouargla

Encadreur : Remita Abdlatif

Université de Ouargla

Co-encadreur : Ben khedda Abdelhakim

Université de Ouargla

Examineur : Chemam Asma

Université de Ouargla

Année Universitaire : 2022/2023

Résumé :

La zone étudiée Ain Achir se trouve à l'est de la côte algérienne qui fait partie de la willaya d'Annaba, plus précisément au cap de Gard, djebel Edough. Cette région présente un climat méditerranéen caractérisé par des précipitations abondantes et des températures chaudes tout au long de l'année, ainsi qu'une végétation variée et luxuriante. Les calcarénites, sont des formations géologiques, jouent un rôle important dans l'étude de l'évolution paléoenvironnementale, ils sont formés après la déposition des couches géologiques de l'Edough. Ces calcarénites sont d'âge indéterminé et se trouvent dans une position anormale. L'objectif de l'étude est de caractériser ces formations en déterminant leur origine et la manière dont elles se sont déposées, en utilisant des méthodes sédimentologiques traditionnelles telles que l'observation morphologique, morphoscopique et l'analyses micropaléontologique. L'objectif principal de ces travaux de recherche était de contribuer à la compréhension du milieu de dépôt et de mieux connaître la nature des différentes formations de calcarénites présentes, en se concentrant spécifiquement sur la zone du de Ain Achir. Les calcarénites qui se superposent de manière inhabituelle sont des formations peu profondes qui ont été déposées dans un environnement agité à haute énergie, comme en témoignent la présence de foraminifères et l'abondance de grains de quartz polis et brillants avec des contours bien définis.

Mots-clés : Edough, calcarénite, formations, quartz, Ain Achir.

Abstract:

The studied area is located on the eastern coast of Algeria, specifically at Cap de Gard in the Edough Mountain range. This geographical zone is characterized by a rainy and hot Mediterranean climate throughout the year, and a rich and diverse vegetation cover. The calcarinites, which are geological formations, play a significant role in studying the paleoenvironmental evolution of post-depositional deposits covering the geological structure of Edough. These formations have an undefined age and are found in an abnormal position. The objective is to characterize these calcarinites by identifying their origin and depositional processes, using traditional sedimentological methods such as morphoscopic analysis. The aim of these studies was to contribute to the reconstruction of the depositional environment and understand the nature of the different calcarinit formations, specifically focusing on the area from Cap de Gard to Ain Achir. The overlapping calcarinites are shallow formations that were deposited in a high-energy, agitated environment, as evidenced by the presence of foraminifera and the abundance of polished, lustrous quartz grains with well-defined edges.

Keywords: Edough, calcarinit, formations, quartz, Ain Achir.

ملخص:

المنطقة المدروسة هي جزء من المجموعة الجيولوجية من الساحل الشرقي الجزائري لعنابة، بالضبط cap de grade التي هي جزء من جبل إيدوغ، وهي منطقة جغرافية شاسعة غنية بالأشكال الجيولوجية كما أنها تتميز بمناخ البحر الأبيض المتوسط الممطر والحر الرطب على مدار السنة، وغطاء نباتي غني ومتنوع.

تم دمج تكوينات الكالكارينيت بشكل كامل في قضية التطور البيئي القديم للتكوينات ما بعد ثنائية الوضع التي تعطي الصرح الجيولوجي لجبل إيدوغ في وضع غير طبيعي وعمر غير محدد. الهدف هو إنشاء توصيف وجهي جيد من خلال إعطاء أصل مكونات الرواسب وموضعها، باستخدام الطرق الرسوبية الكلاسيكية (التنظير التشكيلي). كان الغرض من هذا العمل هو المساهمة في إعادة تكوين بيئة الرواسب، لمعرفة طبيعة تكوينات الكالسيوم المختلفة من Cap de garde على وجه التحديد إلى مقطع الرخام في عين عشير، إن الكالكارينيت المتداخلة بشكل غير طبيعي عبارة عن تكوينات ساحلية ترسبت في وسط هائج عالي الطاقة نظرا لوجود المنخريات الموجودة ووجود حبيبات كوارتز غير حادة تتلأأ عند نقاط توقف محددة جيدا.

الكلمات المفتاحية: إيدوغ، الكالكارينيت، التكوينات الساحلية، الكوارتز، عين عشير.

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



Remerciement

Avant tous, nous remercions Allah le tout puissant pour nous aider à réaliser ce modeste travail.

*Nos vifs remerciements s'adressent à notre encadreur monsieur **Remita Abd latif**, pour son aide fructueuse ainsi de nous avoir orientés, encouragés, et de nous avoir soutenu pendant toute la durée de réalisation ce travail.*

*Nous remercions infiniment monsieur **Ben KH Edda Abdelhakim**, toute notre gratitude envers lui de nous avoir accompagné tout au long de notre préparation de ce travail, de nous avoir suivi durant la détermination de la microfaune.*

Dédicaces

Je dédie ce travail

À ma chère mère

À mon père

À toute ma famille ...

À tous mes amis

Kjouas Nasser eddine Med

Dédicaces

Je dédie cet humble travail à :

-Ma famille

-Ma mère

-Mon père

- tous les amis

Med Ali Daoui

Sommaire

Résumé

Abstract

الملخص

Remerciement

Dédicace

Introduction Générale.....01

Généralité.....02

Chapitre I: Cadre Géographique et Géologique

I. CADRE GÉOGRAPHIQUE.....06

I.1. Le climat.....07

II.Cadre géologique

II.1. Géologie Régional.....08

II .1.1 Le complexe cristallophyllien.....09

L'unité de bas.....10

L'unité intermédiaire.....10

L'unité supérieure (série des alternances).....10

II .1.2.Les roches ignées.....11

Le groupe microgranitique.....11

Le groupe rhyolitique.....11

Le groupe dioritique.....11

Le groupe andésitiques11

II .1.3.Les terrains sédimentaires.....12

Les flyschs ou grès numidiens.....13

Les flyschs sénoniens.....13

Le moi-paleocène.....13

Quaternaire.....13

-Quaternaire ancien(haute terrasse).....13

-Quaternaire moyen.....13

-Quaternaire récent.....	13
- Courant Quaternaire.....	13
II 1.4.Tectonique et structure du massif de l'Edough.....	14
Déformations symmétamorphiques.....	14
Déformations tardives.....	15
II.1.5.Minéralisations du massif de l'Edough.....	15
II.2. Géologie Locale.....	15
II.2.1.Géologie de la région d'étude.....	16
II.2.2. Tectonique de la région de l'étude.....	18
Tectonique souple.....	18
Tectonique cassante.....	18

Chapitre II: Matériel et Méthodes

I. Travaux sur terrain.....	19
I.1. Localisation de la coupe.....	19
I.2. Description lithostratigraphique de la coupe.....	19
I.3. Caractérisations macroscopiques des échantillons.....	22
II. Travaux sur laboratoire.....	25
II.1. Préparation des échantillons.....	25
II.2.Etude morphoscopique.....	27
II.3.Etude chimique de calcimétrie de Bernard.....	30

Chapitre III: Matériel et Méthodes

Introduction.....	33
III.1. Généralité sur les foraminifères.....	33
III.2.Systematique des foraminifères.....	33

III.2.1. Les foraminifères benthique.....	34
III.2.3. Les foraminifères planctoniques.....	39
III.3. Les ostracodes.....	42
III.4. Les ptéropodes.....	42
Conclusion.....	44
Conclusion générale.....	45
Bibliographie.....	47

Liste des figures

Fig1 : Localisation du littoral d'Annaba, b) Principales plages du littoral d'Annaba, (Google Earth 2016).....	6
Fig. 2 : évolution de la température durant la période 2009-2016 (temperatureweather.com, 2016).....	7
Fig03 : Evolution de la pluviométrie durant la période 2009-2016.....	8
Fig04 : Carte géologique du massif de l'Edough modifiée (Hilly, 1962; Bossière et al., 1976; Ilavsky et Snopkova, 1987; Gleizes et al., 1988; Ahmed-Saidet Leake, 1993; Caby et al., 2001; Hammou et al., 1991, 1992; Laouaret al., 2002.....	9
Fig05 : Colonne lithostratigraphique du massif de l'Edough.....	12
Fig06 : Carte géologique schématique du massif de l'Edough et de ses environs. Hilly, 1962..	14
Fig07 : Carte géologique simplifiée du Cap de Garde, modifiée, (Ahmed Said et al. 1993; Caby et al. 2001, Hadj Zobiret et al. 2014).....	17
Fig08 : colonne lithostratigraphique de la formation de calcarénite de Ain Achir.....	21
Fig 09 : échantillon 01.....	22
Fig.10 : échantillon 02.....	22
Fig11 : échantillon 11.....	23
Fig12 : échantillons 14.....	23
Fig13 : échantillon 17.....	24
Fig14 : échantillons 20.....	24
Fig15 : Photo montrant une tamiseuse électrique.....	25
Fig16 : lavage des échantillons.....	26
Fig17 : Photo montrant le séchage des échantillons.....	26
Fig18 : Photo montrant le triage sous un microscope.....	27
Fig19 : Principaux types de grains de quartz.....	28
Fig.20 : Synthèse des résultats et morphoscopiques (coupe Ain Achir 1).....	29

Fig21 : calcimétrie de Bernard.....30

Fig22 :représente les teaux des carbonates de calcium dans les calcarénites.....32

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

la conclusion générale. Les calcarénites sont des grès formés par consolidation de sables calcaires. Les calcarénites se forment, principalement, dans les zones côtières des régions tropicales en association avec des massifs dunaires formés par des sables issus de l'érosion des récifs coralliens. Les dunes se développent dans des zones où le sable (calcaire) est abondant et non fixé par la végétation.

La zone d'étude fait partie de la pointe extrême Est du littoral de la Wilaya d'Annaba Algérie et du massif de l'Edough. Il est délimité au Nord par la mer Méditerranée, à l'Ouest par la Wilaya de Skikda et à l'Est par la limite de la Wilaya d'El Tarf De nombreuses plages à sable fin jalonnent le littoral.

L'objet de cette mémoire est de faire un étude paléontologique, chimique et morphoscopique sur les formations de calcarénite de Ain Achir.

Structure de mémoire :

cette mémoire est structuré en trois chapitre par un introduction et des généralité pour poser brièvement le but de cette étude.

- le chapitre 01 il décrit le contexte géologique régional du massif de l'Doug et en détails celui de secteur étudiée.
- le chapitre 02 il présente des différents matériels et méthodes analytique utilisées dans ce travail.
- le chapitre trois consacré à systématiques des microfaunes trouvées dans cette formation.

Généralité :

La calcarénite est une roche sédimentaire composée principalement de carbonate de calcium (calcite) et formée par la consolidation de sables ou de grains de calcite. Elle est souvent associée à des dépôts de carbonate dans des environnements tels que les récifs coralliens, les lagons et les plates-formes carbonatées. La calcarénite se trouve dans de nombreux endroits à travers le monde, généralement dans des régions qui ont connu une histoire géologique riche en dépôts de carbonate. Voici quelques exemples de régions où l'on trouve des calcarénites : Les Bahamas sont célèbres pour leurs plages de sable blanc constituées de calcarénite, Les Maldives sont un autre archipel situé dans l'océan Indien, réputé pour ses plages de sable blanc composées de calcarénite, Les îles de la mer Rouge, comme les îles du golfe d'Aqaba, présentent également des dépôts de calcarénite. Les récifs coralliens de la mer Rouge offrent des conditions propices à la formation de cette roche. Les îles des Caraïbes, telles que la Jamaïque, la République dominicaine et les îles Caïmans, possèdent également des plages de sable blanc composées de calcarénite. Les côtes méditerranéennes, notamment en Grèce, en Algérie, en Libye, en Turquie et en Espagne, sont connues pour leurs formations de calcarénite. Les eaux claires et peu profondes de la Méditerranée offrent un environnement idéal pour la précipitation du carbonate de calcium.

La formation de la calcarenite:

Commence par la production de grains de sable de carbonate de calcium par des organismes marins comme les coraux, les mollusques et les algues calcaires. Ces organismes produisent des squelettes ou des coquilles qui se décomposent en grains de sable au fil du temps. Les vagues et les courants marins peuvent transporter ces grains de sable vers les zones côtières peu profondes où ils se déposent et se cimentent ensemble. Au fil du temps, les couches de calcarenite peuvent s'accumuler et se solidifier pour former des formations rocheuses plus épaisses et plus denses. Ces formations peuvent être soumises à des forces géologiques telles que la compression ou la subduction, qui peuvent les plier, les fracturer ou les élever à la surface de la terre.

La formation de la calcarenite se déroule en plusieurs étapes. Tout d'abord, des organismes marins tels que les coraux, les mollusques et les algues calcaires produisent des

squelettes ou des coquilles composés de carbonate de calcium. Au fil du temps, ces squelettes se décomposent en petits grains de sable de carbonate de calcium. Ensuite, ces grains de sable sont transportés par les vagues et les courants marins vers les zones côtières peu profondes où ils se déposent sur le fond marin. Les couches de sable s'accumulent progressivement pour former une couche épaisse. Au cours de cette accumulation, les grains de sable sont cimentés ensemble par du carbonate de calcium dissous dans l'eau, qui se précipite autour des grains de sable et les lie ensemble. Ce processus de cimentation est appelé diagenèse et peut prendre des milliers ou même des millions d'années. Au fil du temps, les couches de calcarenite peuvent s'accumuler et se solidifier pour former des formations rocheuses plus épaisses et plus denses. Ces formations peuvent être soumises à des forces géologiques telles que la compression ou la subduction, qui peuvent les plier, les fracturer ou les élever à la surface de la terre.

Composition chimique et caractérisations de calcarénite:

la calcarenite est principalement composée de carbonate de calcium (CaCO_3) avec des traces d'autres minéraux.

- Texture : la texture de la calcarenite est généralement granuleuse et friable.
- Les grains de carbonate de calcium sont souvent arrondis et peuvent être facilement écrasés.
- Couleur : la calcarenite peut varier en couleur, allant du blanc au beige, au gris ou au brun, en fonction de la composition chimique et de la présence d'impuretés.
- Porosité : la calcarenite est une roche très poreuse, avec des espaces vides entre les grains de carbonate de calcium. Cette porosité peut être exploitée dans l'industrie de la construction pour les applications de maçonnerie et de construction.

Méthodes d'identification du calcarénite :

Il existe plusieurs méthodes pour identifier la calcarenite :

- Observation visuelle : la calcarenite est généralement de couleur claire, allant du blanc au beige, en passant par le jaune ou le brun. Elle est souvent granuleuse et friable.
- L'observation visuelle peut également permettre de détecter la présence de fossiles, qui sont souvent présents dans la calcarenite.
- Test d'effervescence : la calcarenite est composée principalement de carbonate de calcium, qui réagit avec l'acide chlorhydrique pour produire du dioxyde de carbone gazeux. Si on applique une goutte d'acide sur la surface de la calcarenite, on peut observer une réaction d'effervescence, caractéristique du carbonate de calcium.

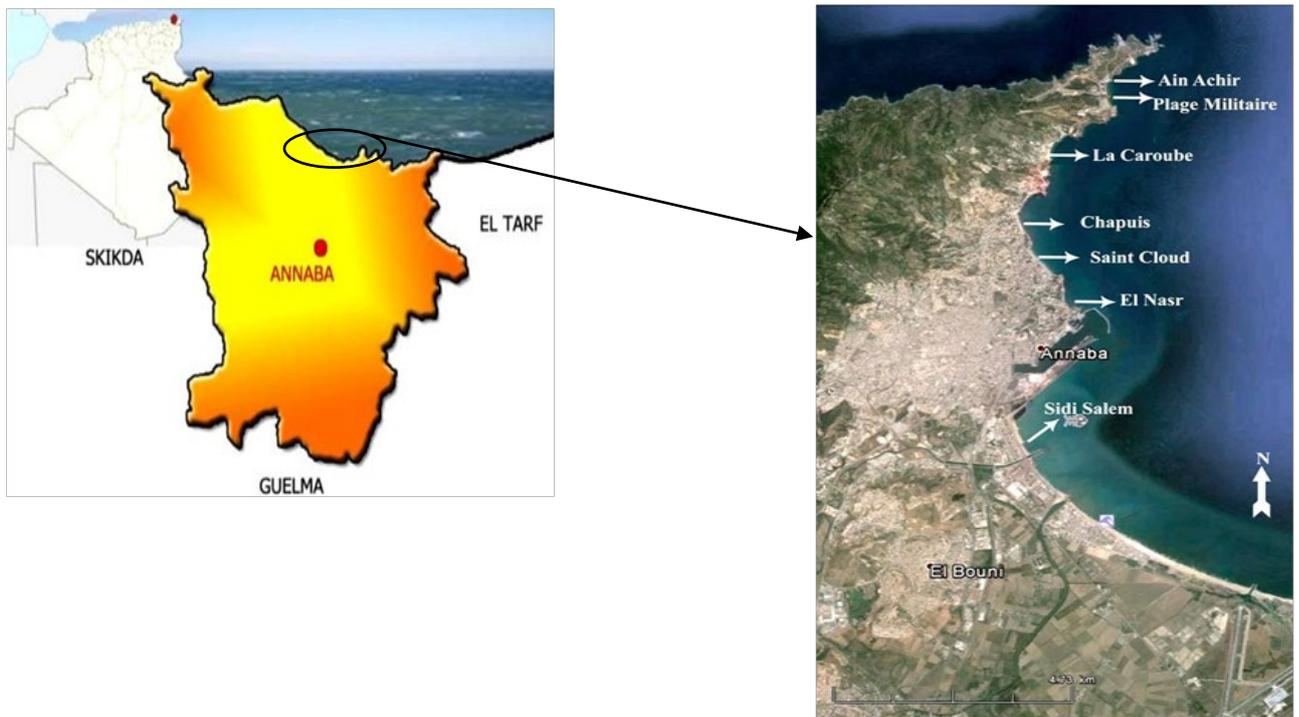
- Analyse au microscope : l'examen microscopique de la calcarenite permet de visualiser la composition et la structure de la roche. Les grains de carbonate de calcium peuvent être identifiés, ainsi que d'autres minéraux présents en petite quantité.
- Analyse chimique : l'analyse chimique de la calcarenite peut permettre de déterminer la composition exacte de la roche. Cette méthode peut être utilisée pour identifier la présence d'autres minéraux, ainsi que pour quantifier la proportion de carbonate de calcium.

Chapitre 01 : Cadre Géographique et Géologique

I- CADRE GÉOGRAPHIQUE :

La zone d'étude fait partie de la pointe extrême Est du littoral de la Wilaya d'Annaba/ Algérie et du massif de l'Edough. Ce littoral est ouvert sur la Méditerranée sur 80 km .

La wilaya de Annaba est la capitale industrielle de l'Est algérien, elle est située entre les latitudes 36° 30' Nord et 37° 03' et longitudes 7° 20' Est et 8° 40' Est. D'une superficie de 1411.98 Km² , Annaba est bordée au Nord par la mer méditerranée, la wilaya de Skikda à l'Ouest, Guelma au Sud et à l'Est par la wilaya d'El Tarf.



a)

b)

Fig1 : a) Localisation du littoral d'Annaba, b) Principales plages du littoral d'Annaba, (Google Earth in A.Chemam 2018)

I-2- Le climat:

La température :

La Wilaya d'Annaba se caractérise par un climat dit tempéré chaud. La carte climatique de Köppen-Geiger (Hufty, 2001) classe le climat comme étant de type Csa (Climat tempéré chaud à été chaud et Sec).

Annaba affiche 18.4 °C de température en moyenne sur toute l'année. Il tombe en moyenne 712 mm de pluie par an. Les courbes de températures sur 8 ans (2009-2016) (temperatureweather.com, 2016) de la figure 2 montrent que le climat de la wilaya d'Annaba est marqué par des étés chauds et secs et des hivers doux et humides.

Les températures moyennes maximales en été (Mai, juillet) varient de 25 à 35° C et celles moyennes minimales en hiver (novembre, janvier) varient de 15 à 20 °C avec parfois des températures exceptionnellement élevées.

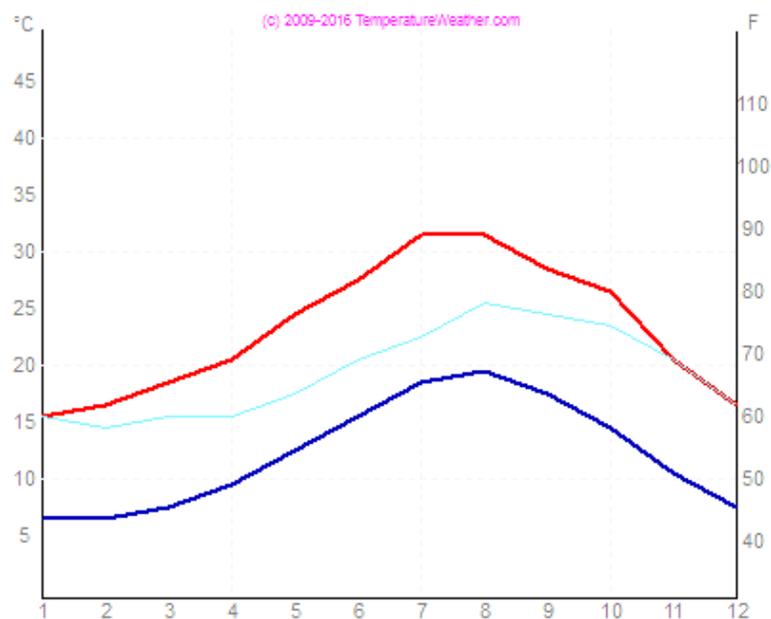


Fig. 2: évolution de la température durant la période 2009-2016 (temperatureweather.com, 2016)

La pluviométrie:

La probabilité de pluie (temperatureweather.com, 2016) est très élevée durant la période janvier-mars et durant octobre-décembre (Fig 4).. Hors les années exceptionnelles, la pluviométrie varie en moyenne entre 650 et 1000 mm/an.

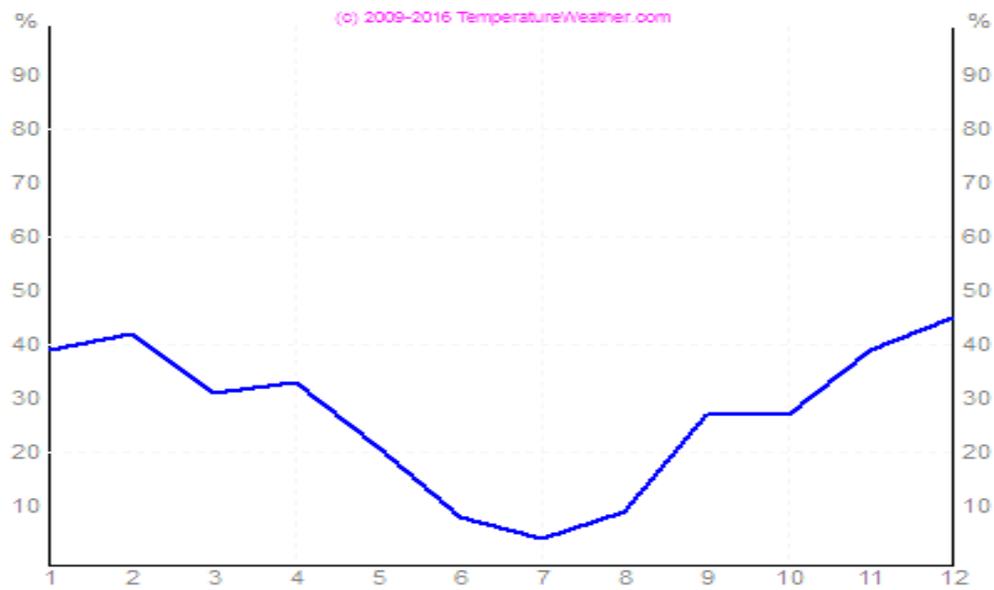


Fig03 : Evolution de la pluviométrie durant la période 2009-2016
(temperatureweather.com, 2016)

Cadre géologique :

II-1-Géologie régional :

Le vaste ensemble cristallophyllien du mont de l'Edough comprend la zone étudiée de Ain Achire. De nombreux écrivains ont étudié ce massif, qui mesure environ 50 km de long et 20 km de large (par exemple, Hilly, 1962 ; Vila, 1970 ; Bossière et al. 1976 ; Ilavsky et Snopkova, 1987 ; Gleizes et al. 1988 ; Monié et al. 1992 ; Ahmed-Said et Leake, 1993 ; Caby et al. 2001 ; Hammor et al. 1992 ; Laouar et al. 2002 ; Bruguier et al. 2009 ; HadjZobir et al. 2007, 2012, 2013, 2014). Les principaux résultats de ces travaux sont présentés dans ce parté.

Ce massif is principalement composé d'un socle métamorphique polycyclique qui est recouvert par une couverture tectonique mésocénozoïque et qui est percé par diverses roches magmatiques.

II-1-1-Complexe cristallophyllien :

Selon de nombreuses études géologiques dont J.M. Vila, 1970 et G. Gleizes, 1988, le massif Peut être subdivisé en trois unités (fig. n°04). - unité de base. - Unités intermédiaires. - Unité supérieure.

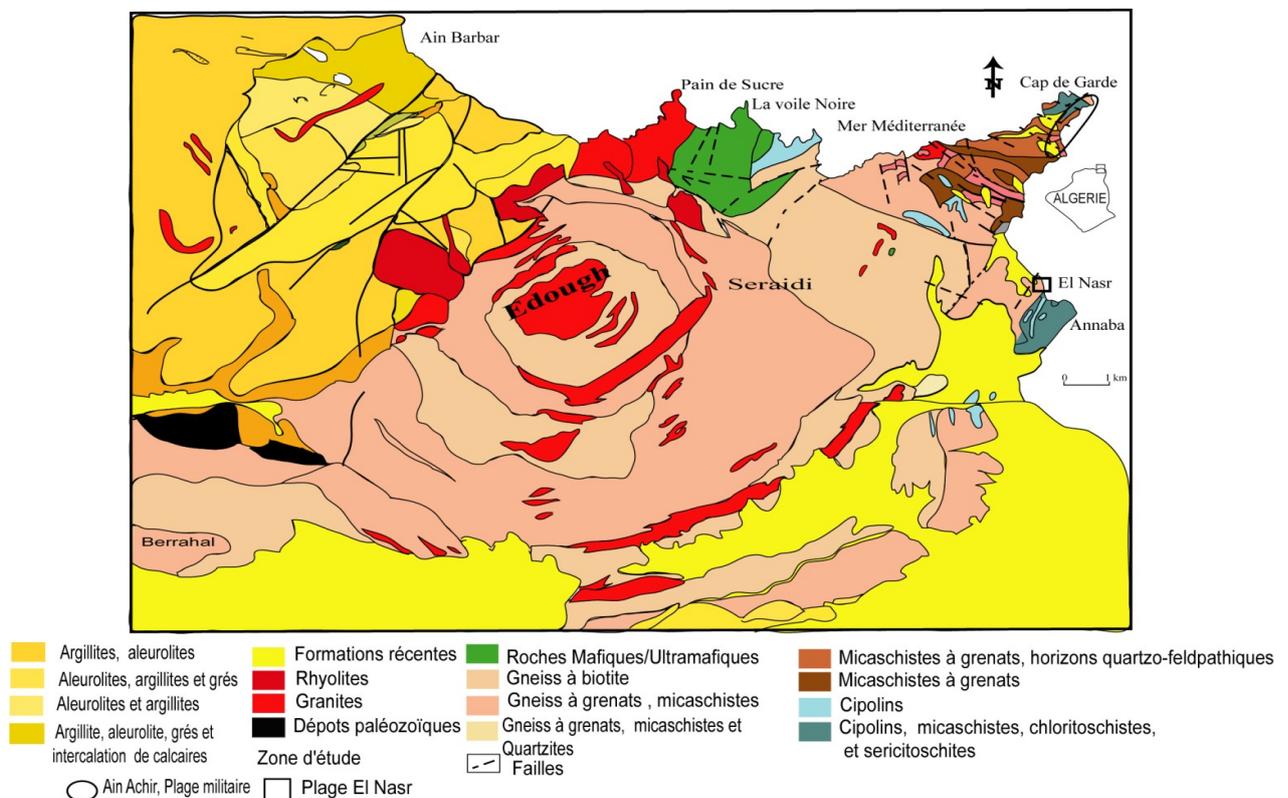


Fig04:Carte géologique du massif de l'Edoughmodifiée (Hilly, 1962; Bossière et al., 1976;

Ilavsky et Snopkova, 1987;Gleizesetal.,1988;Ahmed-Saidet

Leake,1993;Cabyetal.,2001;Hammoretal.,1991,1992;Laouaretal., 2002

II-1-1-1-Unités de base:

Principalement représenté par le gneiss et la roche de micashiste, correspondant à Dans la série des gneiss de base, on distingue les gneiss clairs des gneiss foncés et des leptynites. Constituée d'un noyau anticlinal dans son ensemble, cette unité de gneiss est riche en quartz- Feldspath, mica, sillimanite et parfois tourmaline.

Le gneiss clair a une faible teneur en biotite, et se caractérise par de grands yeux de 3 à 5 cm en feldspath.

II-1-1-2-Unités intermédiaire:

Il est basé sur la série des gneiss. Cette série consiste à des alternances en micashiste et de bancs de marbre plus ou moins bien cristallisés. Le contact entre les marbres et les micashistes est souligné par des skarns de réaction .

a-Micaschiste :

Leur épaisseur varie de quelques mètres à 100 mètres, sauf qu'ils se produisent au Cap de Garde en position vertical avec une structure litée, selon sa composition minérale, il existe plusieurs types de micashistes : micashistes à grenat, micashistes à grenat et andalousite, micashistes doubles mica, mica phénoblastes de muscovite, micashistes à grenat et staurodite, micashistes à andalousite et à tourmaline avec plus ou moins de grenat ,micashistes à disthène.

Tous les micashistes renferment contiennent des minéraux du métamorphiques, métamorphisme dont certains sont visibles inspection à visuelle l'œil nu (grenat, andalousite, staurotite et disthène). Ces minéraux sont se forment assez bien formés et sont souvent idiomorphe.

b- Le marbre :

Affleurements Affleure en lentilles ou en petits bancs , parfois recoupé des micashistes. la couleur est Généralement souvent gris très claire, légèrement blanche.

II-1-1-3- Unité supérieure (série des alternances) :

Cette unité est essentiellement composée d'alternances souvent régulières de micaschiste alumineuse et Quartzite feldspathique fortement plissé. en micaschiste alumineux Muscovite (ou) biotite entrecoupée de "lydiennes" noire en lits de quelques centimètres à décimètre. La présence d'acritarches (Ilavsky et Snopkova, 1987) suggère que la série est d'âge Paléozoïque. Des dalles de gneiss oeilé d'épaisseur variant de 10 à 100 mètres sont insérées vers la base.

II-1-2-Roches ignées :

Les roches ignées du massif de l'Edough se situent, d'une part, à la limite nord à l'ouest du massif et de la région d'Ain Barbar, d'autre part au nord Massif du Cap de Fer. Ces roches appartiennent à la même série calco-alcaline et peuvent être classées comme Grands groups.

II-1-2-1-Groupe de microgranit :

C'est le plus important groupe du massif de l'Edough et comprend des roches microgrenues plus rarement à tendance microlitique, Il est présenté selon le cas : en dykes, en petits pointements en bosses ,et des laccolites.

II-1-2-2-Groupe de Rhyolite :

Les laves appartenant au groupe rhyolite ne se trouvent en fait que dans La zone située au nord-ouest du massif, qui se présente comme un filon ou comme un massif.

Les rhyolites contient des enclaves de gneiss, de micaschiste, de grès numidien, de flysch Sénonien et Microgranites dans la Rhyolite.

II-1-2-3-Groupe de diorite :

Les roches du groupe de la diorite sont situées dans la partie nord du massif Cap de Fer, leur texture est généralement granuleuse et se compose de plagioclase, hornblende et augite.

II-1-2-4-Groupe de Andésite :

Ce groupe est beaucoup moins homogène que les précédents, il comprend roches allant des basaltes aux rhyolites, mais montrant principalement le faciès andésite.

Ce groupe n'est pas exactement dans le massif de l'Edough mais plutôt sur les coté du Cap de Fer et Chetaibi.

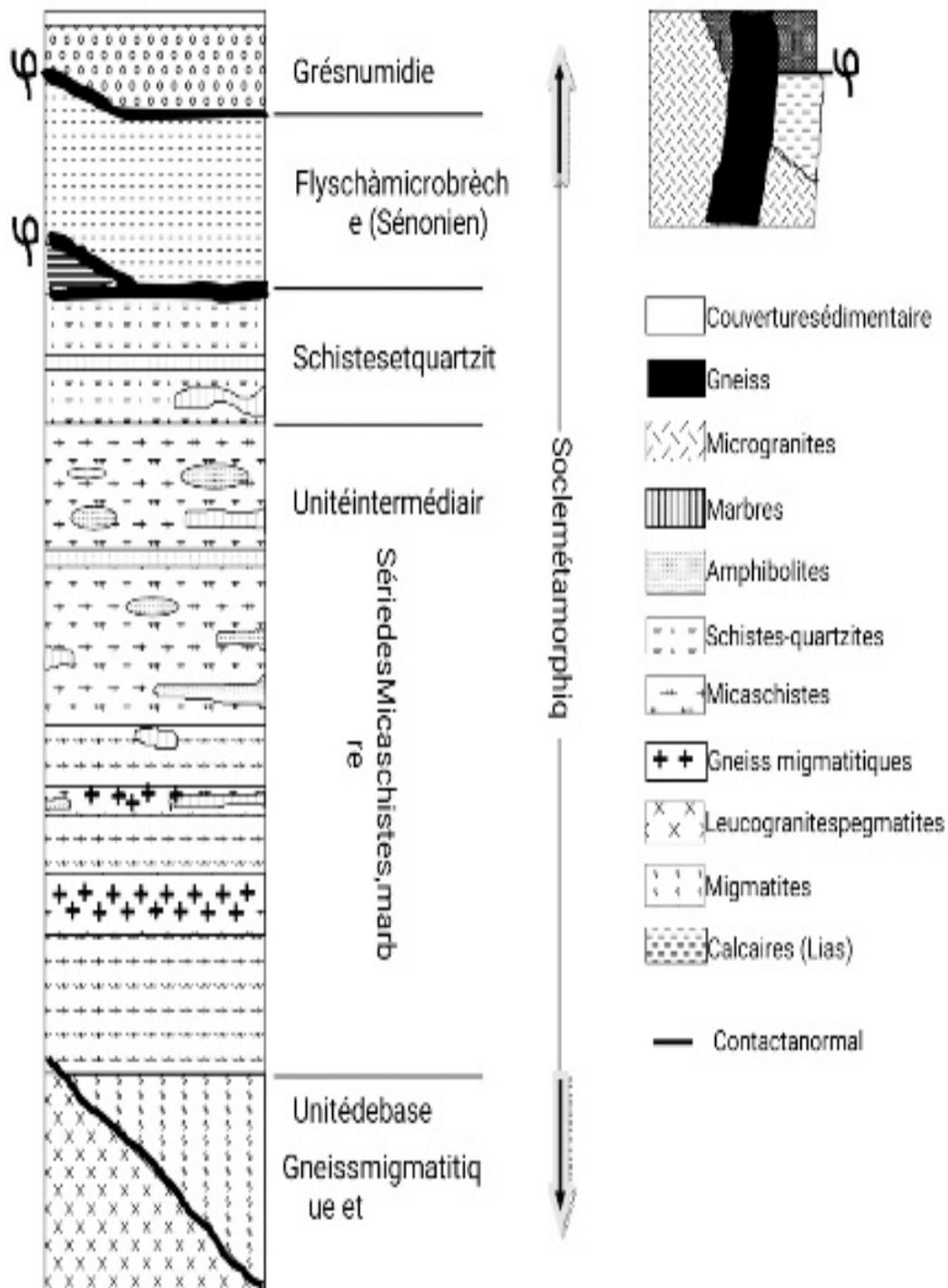


Fig05 :Colonne lithostratigraphique du massif de l'Edough
(d'après Aissa D. E,1985)

II-1-3-Les terrains sédimentaires :

sols sédimentaires couvrent une grande partie du massif de l'Edough. on distingue les flyshs et les formations post-nappes:

II-1-3-1- Les Flyschs ou Grès Numidiens :

Ils se présentent sous la forme de grès grossiers hétérométriques alternant avec des dragées. Le quartz et de fines couches pelitiques et d'argile forment la base de cette unité. Les Flyschs numidiens recouvrent sur les Flyschs sénoniens et sont traversés par une zone de brèches fortement silicifiées et chloritisées.

II-1-3-2- Les Flyschs Sénoniens :

émerge de la fenêtre numide près d'El Mellaha et d'Es Saf-Saf au nord-ouest du massif. Le flysch sénonien d'un aspect de schistes argileux noir, bleuâtre ou jaunâtre. se compose de quartz très fin, de chlorite, de matériau carbonaté ou bioclastique.

II-1-3-3-Le Mio-Pliocène :

Il s'agit d'un remplissage de gravier et de sable argileux du bassin de plaine d'Annaba. Ces formations sont d'origine continentale et comprennent des couches de gravier et de travertin qui forment un réservoir d'un aquifère graveleux.

II-1-3-4-Quaternaire :

Constitué de formations continentales, alluviales, colluviales et marines. Les études géologiques Ljaleud (1936) au Quaternaire dans la région d'Annaba montre les caractéristiques suivantes :

a-Ancien Quaternaire (haute terrasse), composé de formations alluviales (argile, limon, sable, gravier et galets) et formant un réservoir d'eau superficielle. sa hauteur varie entre 75 et 150 m.

b- Le Quaternaire moyen, correspond à une terrasse basse d'une hauteur de 20 à 50 m, composée de argiles et sables. Il soutient les terres cultivées. Cette terrasse s'étend sur toute la région.

c-Quaternaire récent, caractérisé par des alluvions argileuses très fines, à prédominance d'argiles couvrant toute la plaine (S. E.Cherrad, 1979 in N. Kherici, 1993) correspond aux terrasses inférieure et moyenne.

d-Courant Quaternaire, les Alluvions sont représentés par les dépôts des lits de l'Oued actuel, Généralement, ils sont constitués de différents matériaux, argile, sable et rochers créés par l'érosion des formations coupées par l'Oued.

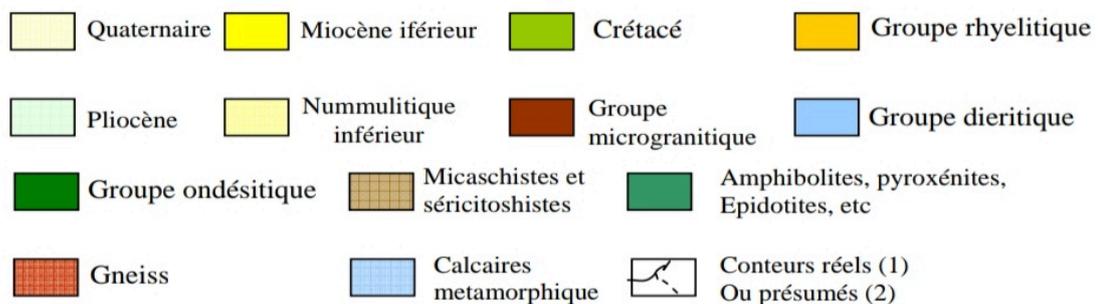
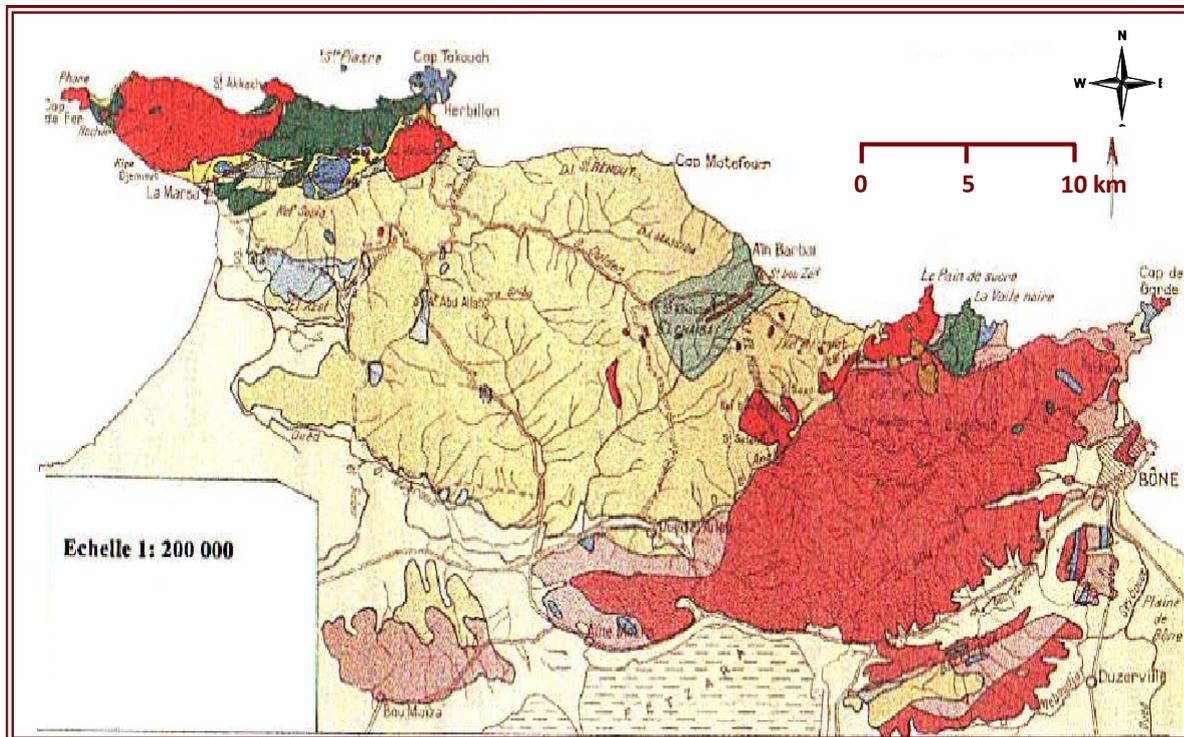


Fig06: Carte géologique schématique du massif de l'Edough et de ses environs. Hilly, 1962

II-1-4-Tectonique et Structure du massif de l'Edough :

La tectonique de l'est algérien est particulièrement complexe. De manière générale, Massif de l'Edough occupe la majeure partie de la zone étudiée et constitué d'une d'un socle cristalphyllien et d'un couverture sédimentaire.

II-1-4-1- Déformations symmétamorphiques :

Le socle d'Edough a connu une histoire tectonometamorphique complexe dans laquelle deux séquences d'événements peuvent être identifiées :

a-plissement synschisteux contemporain du métamorphisme de type barrovien (disthène-staurodite-grenat).

plissement synschisteux et cisaillements ductiles concomitants à un métamorphisme à basse pression (andalousite-sillimanite) dans le contexte d'extension d'une faille de détachement de l'âge de burdigalien (Brunel et al., 1989) (Monié et al., 1992 Aissa et al. al.1994 ; 1995).

II-1-4-2- Déformations tardives :

Les déformations tardives consistent essentiellement en plis et failles (Aissa, 1995) :

a- Plis : plis droits à N140°E et plis brachiantclinaux (N50-60°E) qui représentent la forme actuelle massive .

b- Failles : Le premier type de failles (F1) est une famille dont l'orientation dominante varie de N120° à N150°E et correspondrait à des failles décrochantes. Les failles N150° à N160°E contrôlent la minéralisation polymétallique hydrothermale et semble également avoir entraîné la mise en place des rhyolites.

Deuxième type de faille (F2), orientée NE-SW, cette famille correspondrait au senestre système de faille décrochante .

Troisième type de faille moins important (F3) montrant une direction E-W moyenne et quatrième type de failles rares N-S qui semblent être liées au premier type (F1).

II-1-5- Minéralisation du Massif de l'Edough :

La présence de gîtes et d'indicateurs métallifères dans le Massif de l'Edough est plus ou moins directement liée à l'activité magmatique et aux systèmes de failles principalement contrôlés par la tectonique distensive de Langhienne . On distingue quatre grands types de minéralisation :

- 1) -Gites à Fe-(Pb-Zn-Cu) liés aux marbres et skarns exemple :ceux de Berrahal et Boumaiza.
- 2) -filons à minéralisation polymétallique dans du flysch crétacé, ex : Ain Barbar, El-Mellaha.
- 3) -Gisements W-As-Au associés à du skarn et du gneiss e.g. Belélieta, Bouzizi.
- 4) - filons à Sb-Au dans un complexe métamorphique, exemple : Koudiat El-Ahrach, Saf-Saf, Ain Barbar.

II-2-Géologie locale :

II-2-1- Géologie de la région d'étude :

Le Cap de Garde est situé dans la partie nord-est du massif de l'Edough, plus précisément au nord-est de la commune d'Annaba. Il s'étend sur une longueur de 1 785 m et une largeur de 785 m jusqu'à la mer Méditerranée. La zone est délimitée par la mer Méditerranée au nord-ouest et au sud-est et un contrefort du massif de l'Edough au sud-ouest.

De nombreuses formations cristallines composent le Cap de Garde . Ils sont représentés par divers types de gneiss, de micaschistes, de micaschistes alternant avec des bancs de marbre, de skarn, de schiste à séricite, de schiste à chlorite, de quartzite et de grenatite.

Les formations récentes sont représentées par des calcarénites recouvrant partiellement des roches métamorphiques et des sables en forme de plages.

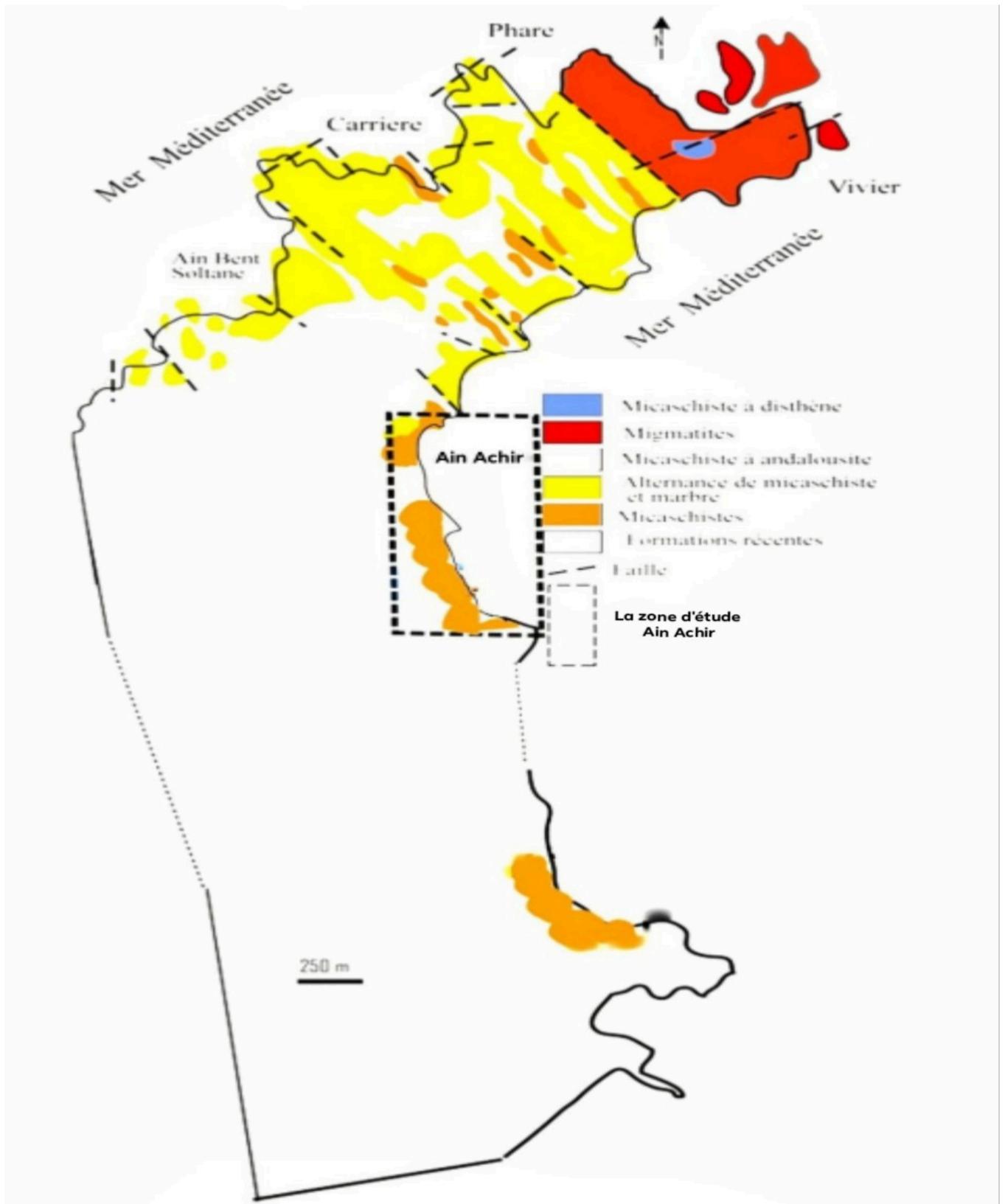


Fig07:Carte géologique simplifiée du Cap de Garde, modifiée, (Ahmed Said et al.

1993; Caby et al. 2001, Hadj Zobiret et al. 2014).

II-2-2-Tectonique de la région d'étude :

Le secteur étudié est fortement affecté par la tectonique. La tectonique souple et cassante y est omniprésente. Elle affecte principalement les micaschistes et les cipolins.

II-2-2-1-Tectonique souple:

La tectonique souple est bien représentée sous forme de plis multiples et de microplis.

Les plis affectent tous les types de roches présentes. Les plis et les microplis sont bien visibles dans les intercalations quartzo-feldspathiques des micaschistes, dans les micaschistes altérés, dans les gneiss migmatitiques du Cap de Garde et dans les cipolins. Dans la plupart des affleurements on distingue la formation de microplis (plissement secondaire) qui affectent les déformations principales.

II-2-2-2-Tectonique cassante :

La tectonique cassante est représentée par des failles qui affectent principalement le socle métamorphique. Ce type de déformation est représenté par les miroirs de failles que l'on rencontre principalement dans les cipolins du Cap de Garde. De nombreuses failles recoupent les micaschistes. Les plus visibles recoupent les micaschistes du vivier.

Les diaclases affectent tous les types de roches et forment parfois des réseaux denses dans les micaschistes et dans les cipolins sous forme de cassures linéaires simples ou en formant un système de réseaux.

Chapitre 02: Matériels et Méthodes

La récolte des données s'est effectuée en deux étapes principales:

- * Des travaux de terrain (choix du site, échantillonnage...)
- * Des travaux de laboratoire (analyse morphoscopique, chimique, étude micropaléontologique.)

I-Travaux sur terrain :

Dans le cadre d'une étude détaillée de la formation des calcarénites, une coupe levée dans la région de l'Ain Achir où les unités lithostratigraphiques sont bien représentées.

I-1- Localisation de la coupe:

La coupe levée est située sur des falaises en surface avec la plage de Ain Achir sur les coordonnées suivantes : $36^{\circ} 57' 33.5''$ au Nord et $007^{\circ} 46' 28.8''$ au Est. L'orientation est d'Est au Nord avec un pendage de 35° au Nord.

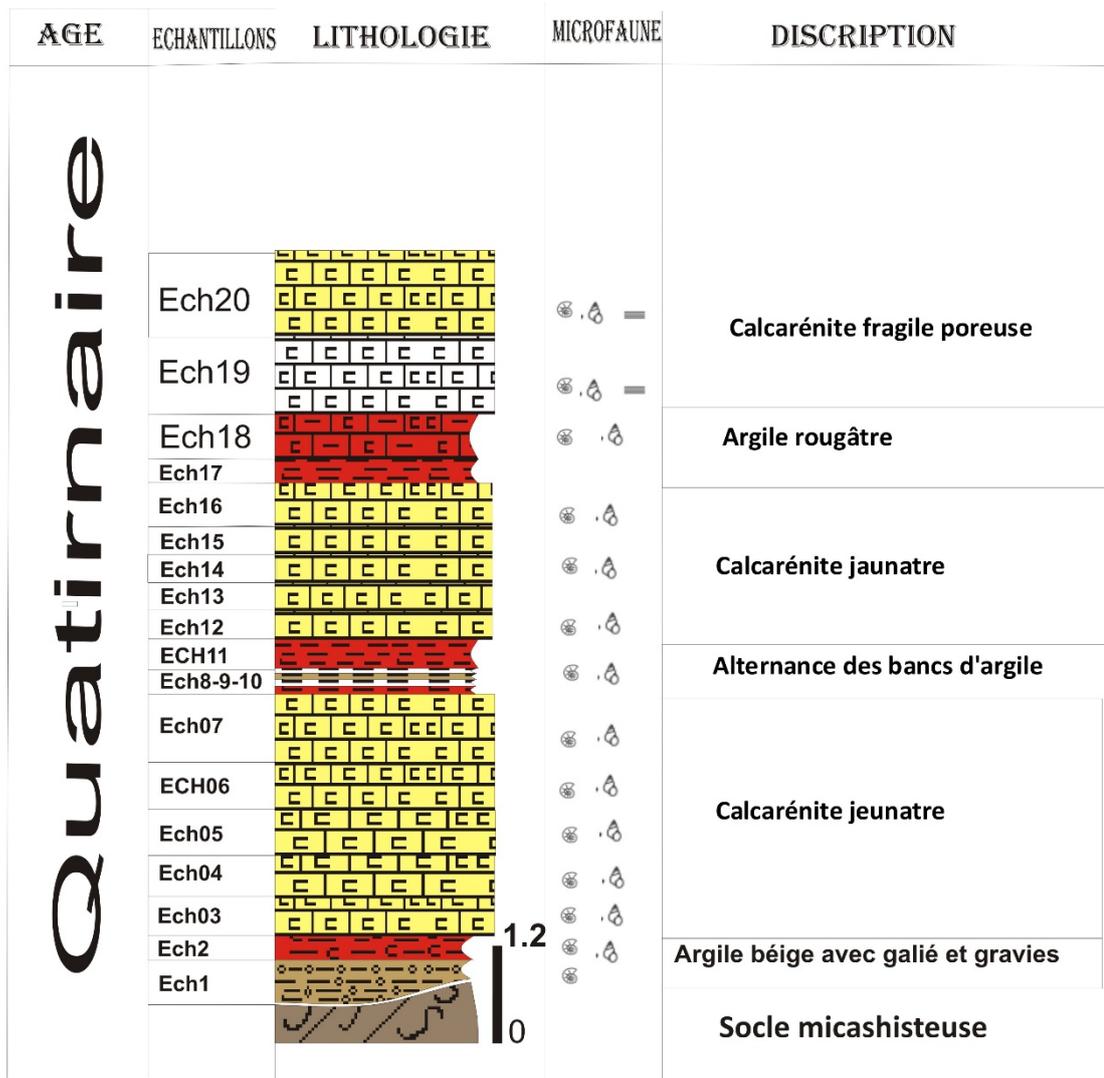
I-2-Description lithostratigraphique de la coupe :

Les formations de calcarénites de zone étudiée sont déposées sur une falaise en contact avec la plage de Ain Achir, cette coupe déposée sur socle métamorphique gneissique .

Cette formation est subdivisée en des bancs de calcarénites massives et des argiles rouillées et parfois calcaires, la description de la coupe du point de vue lithologique indique la succession suivante:

- À la base de la coupe, on observe un banc argileux contenant des galets et des graviers de taille variable jusqu'à 10 cm. Il présente une couleur beige et une épaisseur de 30 cm, avec des fragments rocheux calcarénitiques inclus dans une matrice argileuse rouillée d'une épaisseur de 10 cm.
- Par la suite, on rencontre une première couche de calcarénite massive très dure, d'une épaisseur de 3 m, de couleur jaunâtre, abondamment peuplée de ptéropodes et de pryozoaires.
- Une alternance d'argiles beige et claire, d'une épaisseur de 30 cm, est ensuite observée, suivie d'un banc d'argile rouge d'une épaisseur de 30 cm.
- Cette alternance se poursuit avec une couche de calcarénite jaunâtre d'une épaisseur de 2 m, très résistante, renfermant une abondance de foraminifères, de pryozoaires et de ptéropodes.

- La succession lithologique se poursuit avec un banc d'argile roujâtre d'une épaisseur de 30 cm, marquant une transition entre les calcarénites et les argiles rouges.
- Enfin, en sommet de coupe, se trouvent les calcarénites de couleur claire, devenant progressivement jaunâtres en hauteur. Elles présentent une porosité variable et une fragilité plus ou moins marquée, avec un ciment argileux plus ou moins abondant. On y observe également des rides de courant et des strates horizontales.



Légende:

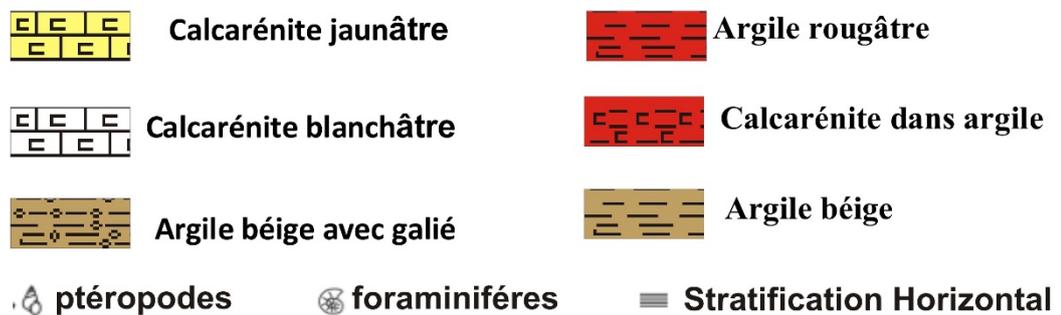


Fig08: colonne lithostratigraphique de la formation de calcarénite de Ain Achir

I-3-Caractérisations macroscopiques des échantillons :



Couleur : beige

Cassure: irrégulière

Densité :légé

Durté: dure

Taille des grains: moyens

Fig 09: échantillon 01



Couleur : jaunâtre

Cassure: irrégulière

Densité :lège

Durté:dure

Taille des grains: grossiers

Fig.10 : échantillon 04



Couleur : rougeâtre
Cassure: irrégulière
Densité : lège
Durté:tendre
Taille des grains: moyens

Fig11 : échantillon 11



Couleur : blachâtre à passage brune
Cassure: irrégulière
Densité : moyen à lourd
Durté:dure
Taille des grains: grossiers

Fig12 : échantillons 14



Couleur : rougeâtre

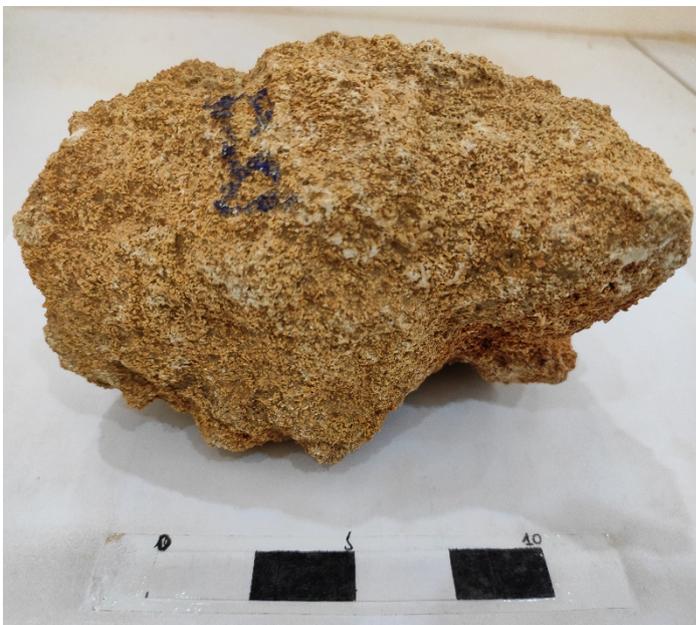
Cassure: irrégulière

Densité : légère à moyen

Durte: Tendre

Taille des grains: moyens

Fig13 : échantillon 17



Couleur : jaunâtre

Cassure: irrégulière

Densité : légère

Durte: dure

Taille des grains: grossiers

Fig14 : échantillons 20

II-Travaux sur laboratoire :

Cette étape consiste à préparer les échantillons de roches aux différents essais et analyses.

II-1-Préparation des échantillons :

-Etape de tamisage sec :

Nous prélevons vingt échantillons dans un ensemble de tamis de différent diamètres Pour chaque échantillon nous avons utilisé une colonne de 3 tamis dont les mailles sont:500 μ m-250 μ m-125 μ m.

Chaque échantillon a fait l'objet d'un tamisage pendant 5 minutes avec une tamiseuse électrique à vibration horizontale et verticale (Fig.13).chaque échantillon extrait trois fractions de différente taille.



Fig15: Photo montrant une tamiseuse électrique

-Etape d'eau oxygénée :

Après le tamisage chaque fraction on le met dans l'eau oxygénée pendant 20 minutes, et après on met cette fraction dans l'eau distillée pendant 5 minutes.

L'objectif de cette étape est de décomposition de matière organique et préserve les objets pour étudiée.

-Lavage et séchage:

Après le met chaque fraction en eau oxygénée, Nous mettons chaque fraction de les mêmes Tamis sous l'eau du robinet et on fait lavage Humide.



Fig16 : lavage des échantillons

Séchage :-

On met les fractions dans des papiers filtres et les laissons pendant une journée.



Fig17: Photo montrant le séchage des

échantillons

- observation microscopique et triage:

Dans cette étape, on met chaque échantillon sous un microscope et effectuons le processus de tri des grains de quartz et microfaunes.



Fig18: Photo montrant le triage sous un microscope

II-2-Etude morphoscopique :

L'étude morphoscopique du quartz fait référence à l'observation et à la description des caractéristiques externes et de la forme des cristaux de quartz. Ces caractéristiques peuvent être utilisées pour identifier différents types de quartz et pour étudier leur croissance et leur histoire géologique.

Méthode d'étude :

Pour procéder cette analyse, les grains sont préalablement lavés l'eau , ils sont ensuite séchés puiseront placés sous la loupe binoculaire, on prélève 100 grains de sable, les grains de quartz seront classé selon leur forme (grains non usés, grains émoussés luisants, grains ronds mats).

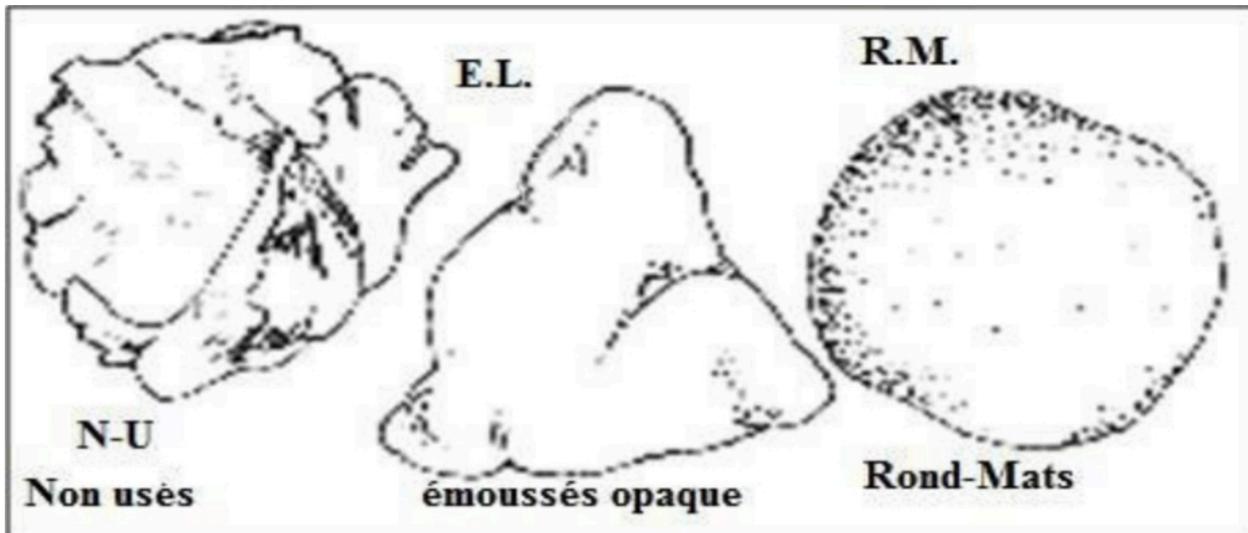


Fig19 : Principaux types de grains de quartz

- Importance de l'étude morphoscopique :

les angles aigus des grains NU indique qu'ils sont récents et transportés sur une distance courte , l'agent de transport est l'eau .

les angles effacés des grains EL indique qu'ils sont érodés lors d'un transport sur une distance assez longue, l'agent de transport est l'eau la forme ronde et l'absence d'angle chez les RM indique un transport sur une très grande distance , grains anciens . l'agent de transport est surtout le vent .

le pourcentage élevé des grains EL indique un sable marin . le pourcentage élevé des grains NU indique un sable fluviatile et le pourcentage élevé des grains RM indique un sable désertique.(Cailleux et Tricart 1963)

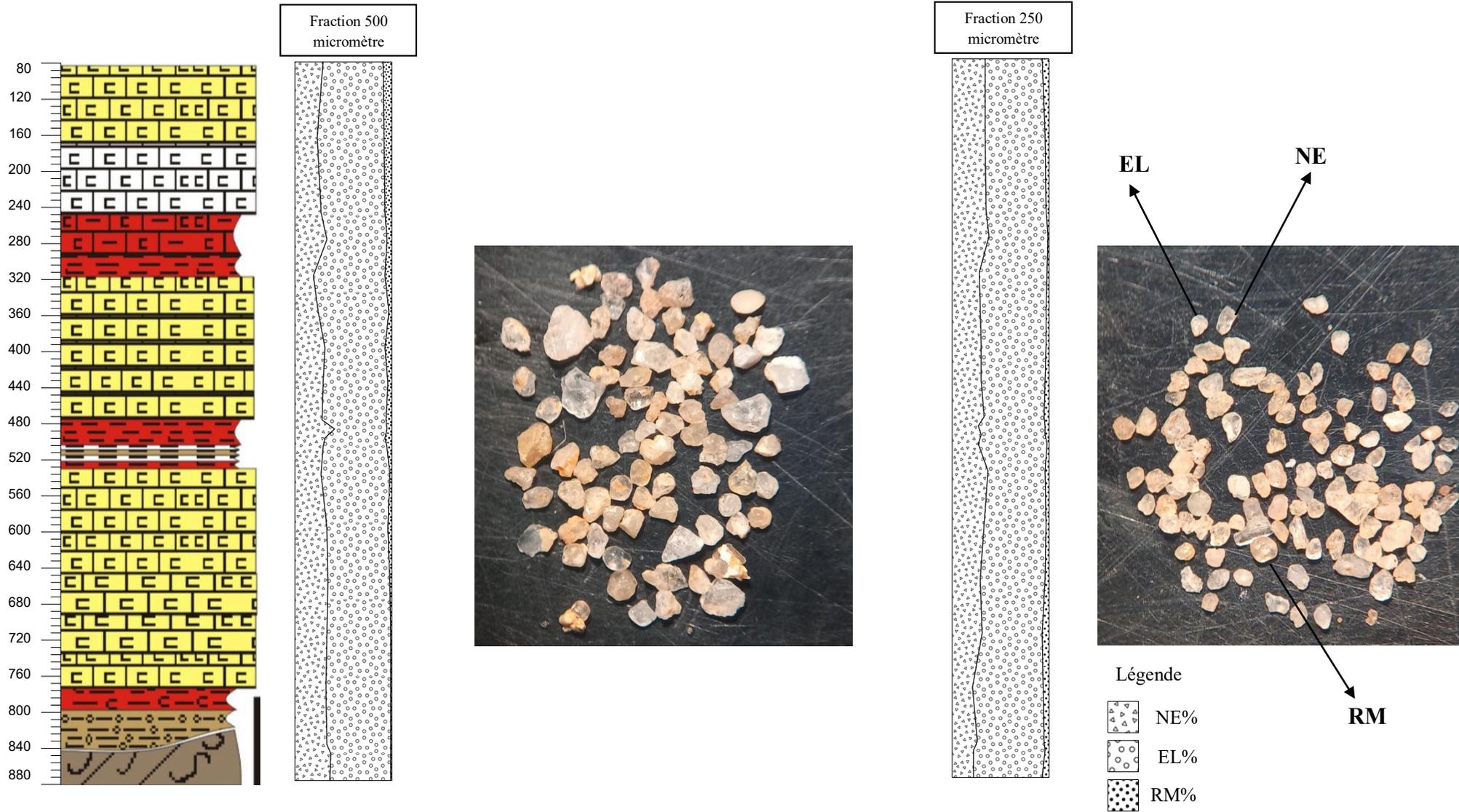


Fig.20 :Synthèse des résultats et morphoscopiques (coupe Ain Achir 1)

D'après les résultats de comptage et des déterminations morphoscopiques sur 100 grains de chaque échantillon, à la loupe binoculaire, on a pu mettre en évidence que les émoussés luisants (66 %) ont subi un transport long par des courants vu les choques observés aux surfaces des grains. La présence de ces grains refléterait une source d'apport lointaine.

Les grains non usés sont omniprésents au niveau tous les échantillons de la coupe (30%) ce qui met en évidence que la source d'alimentation par les grains est proche au milieu de dépôts. Les RM sont présentes dans tous les niveaux et leur pourcentage est de 4%. Ces grains de quartz témoignent d'une reprise éolienne.

En résumé, les résultats montrent que la majorité des grains ont subi un transport long par des courants torrentiels et que leur source d'apport est lointaine. Les grains non usés sont présents en grande quantité et leur source d'alimentation est proche au milieu de dépôts. Les RM sont présentes dans tous les niveaux et témoignent d'une reprise éolienne.

II-3-Etude chimique de calcimétrie de Bernard :

La calcimétrie consiste à déterminer le volume de CO₂ libéré par l'action de l'acide chlorhydrique (HCl) sur le carbonate de calcium (CaCO₃) de l'échantillon (Fig. 30). En toute rigueur, les conditions de température et de pression atmosphérique de la pièce dans laquelle l'analyse est effectuée doivent être connues et maîtrisées.

-Principe de manipulation :

La calcimétrie est la mesure du pourcentage de CaCO₃ dans une roche, un sédiment, un sol... l'appareil de mesure la plus fréquemment utilisée est la calcimétrie de Bernard.



Fig21 : calcimétrie de Bernard

-Préparation de l'échantillon :

1. Verser à mi-hauteur de l'ampoule une solution saturée de chlorure de sodium Na Cl.
2. Tarer la balance et peser l'échantillon.
3. Vérifier que le poids de l'échantillon ne dépasse pas 0.54 g.
4. Placer l'échantillon dans l'erenmeyer.
5. Placer le petit tube dans l'erenmeyer (le tube doit être droit, le coller si besoin).
6. A l'aide d'une pipette, verser dans le petit tube de l'HCl.
7. Boucher l'erenmeyer.

Mode opératoire :

1. Modifier la hauteur de l'ampoule pour que l'eau salée soit au même niveau dans l'ampoule le tube gradué (le contenu de l'erenmeyer sera à la pression atmosphérique).
2. Noter le niveau.
3. Incliner l'erenmeyer pour faire couler l'acide sur l'échantillon.
4. Reposer l'erenmeyer et attendre la fin de la réaction et le rééquilibrage thermique.
5. La pression du tube graduée est supérieure à la pression atmosphérique.
6. On rétablit la pression atmosphérique en descendant l'ampoule jusqu'à obtenir Le même niveau dans l'ampoule et le tube.
7. Le CO₂ est à la pression atmosphérique, la mesure peut être effectuée.
8. Ouvrir l'erenmeyer, ajouter un peu d'acide sur l'échantillon pour vérifier que tout le CaCO₃ a été attaqué.

Analyses des résultats de Calcimétrie :

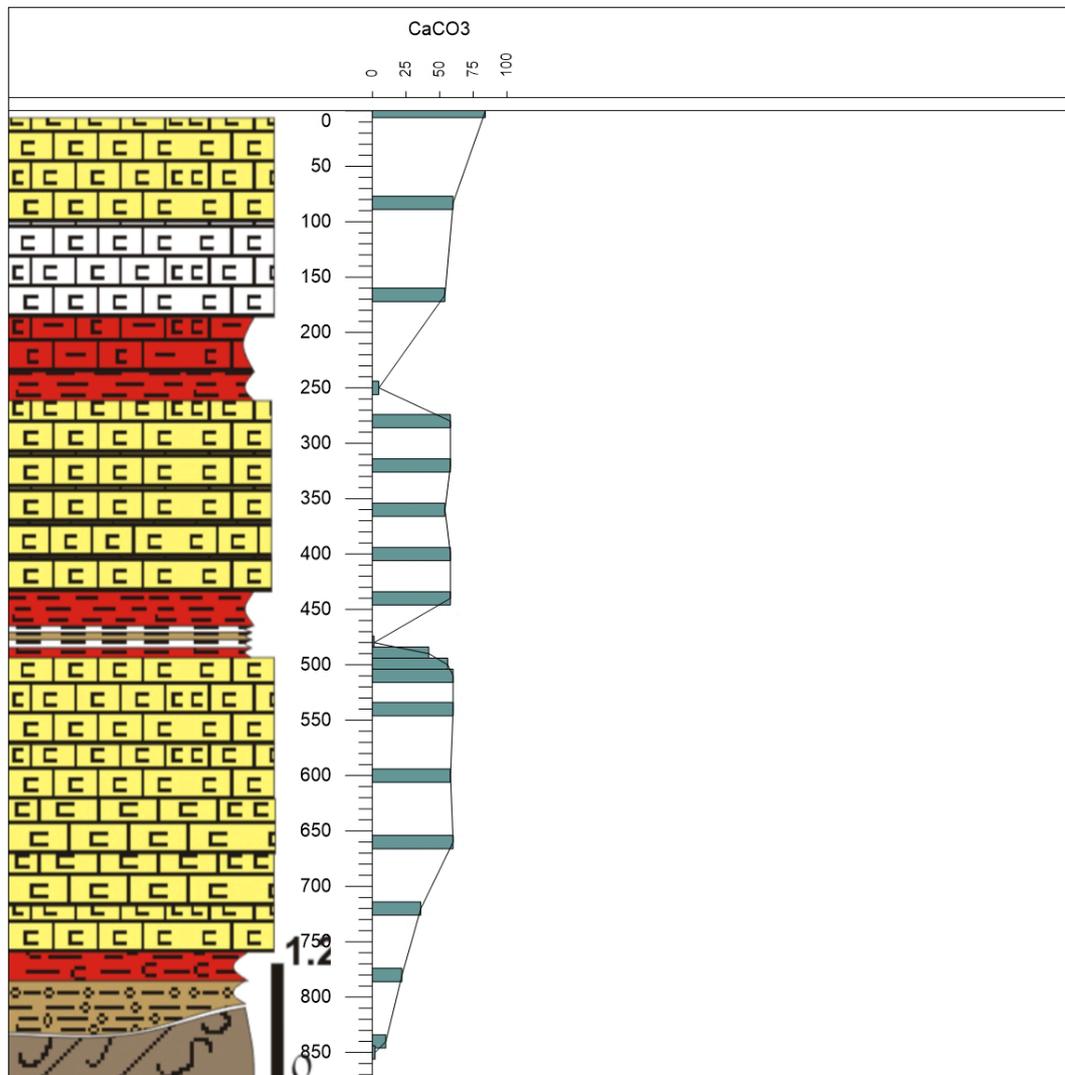


Fig.22 :représente les teaux des carbonates de calcium dans les calcarénites

A travers la courbe on remaque que les calcarénites de Ain Achir ont des taux de carbonates élevés à moyenne de 44.8%, sauf les niveaux 01 (2%) , 02 (10%), niveau 11(1.2%) et niveau 17 (4.8%).

Chapiter 03 : Systématique

Introduction :

L'identification des microfossiles a été faite à travers divers articles et articles professionnels (Loeblich et Tappan 1988, 1989 ; De Marcelle K. Boudagher-Fadel 2017 ; Lennart Bornmalm 1995.....). La classification proposée sera donc la plus complète possible (avec noms de genre et d'espèce), mais dans certains cas on a préféré la laisser dans une nomenclature ouverte (nom de genre seul ou même nom de famille) en raison du manque de données de certains holotypes.

III-1-Généralité sur les foraminifères:

Les foraminifères sont des organismes marins unicellulaires appartenant au groupe phylogénétique des protozoaires Rhizopoda. Leur protoplasme se différencie en endoplasme et ectoplasme.

Les foraminifères sont généralement des animaux microscopiques dont le corps est tantôt une masse sphérique et charnue, tantôt composée de lobes en segments juxtaposés, chacun ressemblant à une seule sphère formant initialement le corps entier. Grâce à ces fibres, ces organismes s'attachent à des corps solides, attirent leurs propres corps et sont capables d'évoluer. Enfin, cet animal entier, si simple à l'extrême, est recouvert d'une carapace (test) qui imite sa forme simple ou segmentée et est constituée d'un tissu calcaire tantôt compact, tantôt poreux, tantôt vitreux (in Lakhal, 2016).

Les espèces de plancton colonisent les cent premiers mètres des océans et des mers, des zones polaires à l'équateur. Ils se déplacent avec le courant et leur répartition dépend largement de la température, de la salinité et de la teneur en éléments nutritifs de l'eau de mer (Kucera et al., 2005).

Les espèces benthiques vivent sur le fond marin et le fond de l'océan. Elles habitent une variété d'habitats tels que les estuaires, les récifs coralliens, les zones hydrothermales des grands fonds marins et les parties les plus profondes de l'océan Pacifique.

La classification adoptée des foraminifères est la suivante (Debenay et al, 1997.) :

III-2-Systématique des foraminifères :

Règne : Protistes

Sous-règne : Protozoaires

Embranchement : Sarcomastigophora Honigberg et Balamoth, 1963.

Sous-embranchement : Sarcodina Schmarda, 1871.

Super-classe: Rhizopoda von Siebold, 1845.

Classe : Granuloreticulosa de saedeleer, 1934.

Ordre : Foraminiferida Eichwald, 1830.

III-2-1-les foraminifères benthique :

Sous-order : Rotalida Delage et Héraouard , 1896

Super-famille :Elphidiidae Galloway ,1933

Sous-famille :Elphidiinea Galloway,1933

Genre :Elphidium de Montfort,1808

Espèce :1-*Elphidium crispum* (Linnaeus,1758)

2-*Elphidium williamsoni* Haynes,1973

3-*Elphidium fichtellianum* (d'Orbigny)

4-*Elpidium*,sp

Ce taxon a été récolté dans les niveaux : tous les niveau sauf 01,17

Super famille : Discorboidea

Famille : Rozalinidae

Genre : Rozalina

Espèce :-*Rozalina bertheloti* d'Orbigny,1839

Ce taxon a été récolté dans les niveaux : Ech02,05,18

Super famille :Nonionoidea

Famille :Nonionidae

Sous-famille : Nonioninae

Genre : Nonion

Espèce:1-*Nonion elongatum* d'orbigny,1852

2-*Nonion wilcoxense*cushman and Ponton

3-*Nonion* sp

4-*Nonionsp1*

5-*Nonion* sp2

Ce taxon a été récolté dans les niveaux : Ech 02,03,04,06,07,08,10,11,12,14

Super-famille :*Bolivinitoidea*

Famille : *Bolivinitidae*

Sous-famille :*Bolivinitinae*

Genre :*Bolivina* d'Orbigny,1839

Espèce:-*Bolivina*

Ce taxon a été récolté dans les niveaux :Ech01

Super-famille :*Rotalioidea*

Famille :*Ammoniidae*

Sous-famille :*Ammoniinae*

Genre :*Ammonia*

Espèce :-*Ammonia beccarii* Linnaeus,1758

Ce taxon a été récolté dans les niveaux :Ech05,09,11,18,19,20

Super-famille :*Discorbinelloidea*

Famille :*Discorbinellidae*

Genre : *Hazawai*

Espèce:-*Hanzawaia bouaena* d'Orbigny,1846

Ce taxon a été récolté dans les niveaux : Ech08, 12 ,13 ,15 ,16 ,18 ,19

Genre :*Discorbitura*

Espèce:*Discorbis* sp

Ce taxon a été récolté dans les niveaux :Ech02,03,04,05,06,07,08,09,10,12,13,15,16

Super-famille :*Planorbolinoidea*

Famille :*Cibicididae*

Sous-famille :Cibicidinae

Genre :Cibicides

Espèce :-Cibicides refulgens Montfort,1808

Ce taxon a été récolté dans les niveaux : Ech15, 16, 18

Super-famille :Planorbuloidea

Famille :Planulinidae

Genre : Planulina

Espèce :-Planulina wullerstorfi (Schwager,1866)

Ce taxon a été récolté dans les niveaux : Ech16

Super-famille :Planorbuloidea

Famille : Melonidae

Genre :Melonis De Montfort, 1808

Espèce :1-Melonis barleanum (Williamsoni,1858)

2-Melonis sp.

Ce taxon a été récolté dans les niveaux : Ech08, 11, 13,16

Super-famille :Chilostomelloidea

Famille :Anomalinidae

Genre : Anomalinoides

Espèce : Anomalinoides

Ce taxon a été récolté dans les niveaux : Ech03

Order : Vaginulinida

Famille :Vaginulinidae

Sous-famille :Lenticulininae

Genre :Lenticulina

Espèce :1-Lenticulina sp

2-Lenticulinasp1

3-Lenticulina sp2

Ce taxon a été récolté dans les niveaux : dans tous les niveaux sauf Ech10,17

Super-famille :Chillostomelloidea

Famille :Gavelinellidae

Sous-famille :Gavilinellinae

Genre :*Gyroidina*

Espèce :-*Gyroidina Soldanii* d'Orbigny,1826

Ce taxon a été récolté dans les niveaux : Ech08, 14

Order :Miliolida

Sous-order :Miliolina

Super-famille :Milioloidea

Famille :Hauerinidae

Sous-famille :Hauerininae

Genre :*Lachlanella*

Espèce :-*Lachlanella*

Ce taxon a été récolté dans les niveaux : Ech12, 15

Genre : *Quinqueloculina*

Espèce :1- *Quiqueloculina Seminula* (Linnaeus ,1758)

2-*Quinqueloculina vulgaris* d'Orbigny ,1826

3-*Quinqueloculina leavigata* d'Orbigny,1839

4-*Quinqueloculina viennensis* le Calvez et le calvez,1958

5-*Quinqueloculina lata* Terquem,1876

Ce taxon a été récolté dans les niveaux :Ech03,04,05,06,07,10,12,13,14,15,18,19,20

Famille :Cribrolinoididae

Genre :*Adelosina*

Espèce :-*Adelosina*

Ce taxon a été récolté dans les niveaux : Ech04 ,15

Sous-famille :Miliolinellinae

Genre :*pyrgo*

Espèce:- *Pyrgo anomala* (Schlumberger,1891)

Ce taxon a été récolté dans les niveaux : Ech19

Sous-famille :Siphonapertinae

Genre :Agglutinella

Espèce : *Agglutinella* (Said,1949)

Ce taxon a été récolté dans les niveaux : Ech11

Order :Polymorphinida

Sous-order :Polymorphinina

Super-famille :Polymorphynoidea

Famille :Ellipsolagenidae

Sous-famille :Ellipsolageninae

Genre :*Fissurina*

Espèce :-*Fissurina lucida* (Williamsoni,1858)

Ce taxon a été récolté dans les niveaux : Ech04

Genre :*Globulina*

Espèce :-*Globulina gibba* (d'Orbigny in Deshayes,1832)

Ce taxon a été récolté dans les niveaux : Ech12, 14, 15, 16, 19,20

Order : Spirillinida

Sous-order : Ammodiscina

Super-famille :Ammodiscoidea

Famille :Ammodiscidae

Sous-famille : Ammodiscinae

Genre :*Ammodiscus*

Espèce :*Ammodiscus planorbis* Haglund,1947

Ce taxon a été récolté dans les niveaux : Ech03, 15, 16,20

Order :Nodosariida

Sous-order :Nodosariina

Super-famille :Nodosarioidea

Famille :Nodosariidae

Sous-famille : Nodosariinae

Genre :*Dentalina*

Espèce :-*Dentalina sp*

Ce taxon a été récolté dans les niveaux : Ech03, 04

Super-famille :Discorboidea

Famille :Mississippinidae

Sous-famille : Stomatorbininae

Genre :*Stomatorbina*

Espèce :-*Stomatorbina Concentrica*(Parker et Jones,1864)

Ce taxon a été récolté dans les niveaux : Ech06, 15

Super-famille : Buliminoidea

Famille :buliminidae

Genre :*Bulimina*

Espèce :-*bulimina sp*

Ce taxon a été récolté dans les niveaux : Ech03, 04

III-2-3-Les foraminifères planctonique :

Sous-order :Globigerinina

Super-famille :Globigerinoidea

Famille :Globigerinidae

Sous-famille : Globigerininae

Genre :*Globigerinoides*

Espèce :1-*Globigerinoides ruber*(d'Orbigny,1839)

2-*Globigerinoides trilobus* Reuss,1850

3-*Globigerinoides aff*

4-Globigerinoides sp

Ce taxon a été récolté dans les niveaux : Ech03, 04, 13, 18,19

Sous-famille : Orbulininae

Genre :*Orbulina*

Espèce :*1-Orbulina universa* d'orbigny,1839

2-Orbulina sp

Ce taxon a été récolté dans les niveaux : Ech02, 03, 04, 05, 06, 07,08, 18, 19, 20.

III-3-Les ostracodes :

Les ostracodes sont des crustacés de petite taille (entre 500 et 250 μm), appartenant à l'embranchement des Arthropodes. Le corps est protégé par une carapace bivalve, calcifiée, articulée dorsalement par une charnière. Ils sont adaptés à tous les milieux aquatiques depuis les mares stagnantes dans les champs mal drainés sur le continent jusqu'aux fonds abyssaux. Ils ont, dans 98% des cas, un mode de vie benthique. A la mort de l'individu, les parties molles disparaissent rapidement et seule la carapace se fossilise.

Les ostracodes sont l'un des plus grands groupes de crustacés avec un registre fossile riche et continu du Cambrien supérieur (plus de 65 000 espèces fossiles et vivantes ont été décrites (Horne et al., 2002).

Ecologie et mode de vie :

La plupart des ostracodes sont benthiques. La systématique des ostracodes fossiles est basée principalement sur les caractéristiques morphologiques de la carapace et la surface des valves.

III-4-Les ptéropodes :

Les ptéropodes, également connus sous le nom d'ailes de mer, sont des mollusques marins appartenant à l'embranchement des mollusques gastéropodes. Ils se caractérisent par leur forme unique et leur capacité à nager dans les océans.

Les ptéropodes habitent principalement les océans du monde entier, des eaux côtières jusqu'aux eaux profondes. On les trouve dans tous les océans, des régions polaires aux régions tropicales. Ils sont particulièrement abondants dans les eaux plus froides, telles que celles de l'océan Arctique et de l'océan Antarctique.

Il convient de noter que les ptéropodes sont des organismes pélagiques, ce qui signifie qu'ils vivent en pleine mer et ne sont pas attachés au fond marin. Ils se déplacent en suivant les courants marins et peuvent être transportés sur de longues distances.

Conclusion :

A partir de 20 échantillons dans la coupe d'Ain Achire, 21 familles, 26 genres et 43 espèces de foraminifères ont été déterminés:

-Les genres plus dominants dans le niveau basal sont: Elphidium(30%), Quinquiloculina (25), discorbis(20%), Lenticulina(10%) et L'autres(15%).

- Les genres plus dominants dans le niveau médian sont: Elphidium(30%), avec une diminution de la Discorbis(10%), et lenticulina (5%), Quinquiloculina (15%). Nonion (25%), et autres (15%).

-Dans le niveau semitalé on remarque l'apparition d'ammonia(30%), Elphidium(30%), Lenticulina(15%), Quinquiloculina (10%) et autres(15%)avec manque d'existence de la discorbis et nonion.

A partir de ces résultats on propose que le paléoenvironnement de cette formation c'est un milieu marin peu profond.

Conclusion Générale

Conclusion Générale

Les calcarénites sont des grès formés par consolidation de sables calcaires. Les calcarénites se forment, principalement, dans les zones côtières des régions tropicales en association avec des massifs dunaires formés par des sables issus de l'érosion des récifs coralliens. Les dunes se développent dans des zones où le sable (calcaire) est abondant et non fixé par la végétation.

La zone d'étude fait partie de la pointe extrême Est du littoral de la Wilaya d'Annaba Algérie et du massif de l'Edough. Il est délimité au Nord par la mer Méditerranée, à l'Ouest par la Wilaya de Skikda et à l'Est par la limite de la Wilaya d'El Tarf. De nombreuses plages à sable fin jalonnent le littoral.

La Wilaya d'Annaba se caractérise par un climat dit tempéré chaud. La carte climatique de Köppen-Geiger (Hufty, 2001) classe le climat comme étant de type Csa (Climat tempéré chaud à été chaud et Sec).

Le massif de l'Edough se caractérise par une lithologie très variée représentée par des roches métamorphiques, magmatiques et une couverture sédimentaire.

d'après Gleizes et al, 1988 le massif de l'Edough, est subdivisé en trois (03) unités cristallophylliennes: Une unité dite "inférieure", une seconde dite "supérieure" et une troisième dite "intermédiaire".

L'unité inférieure: elle est constituée essentiellement par un socle métamorphique gneissique d'âge Hercynien (Bruguier et al. 2009)

L'unité supérieure: cette unité affleure principalement au Nord de la ville d'Annaba. Elle est constituée d'une alternance de micaschistes riche en muscovite, en grenat,

L'unité intermédiaire : elle est constituée par une alternance de micaschiste à grenat et staurotide et de bancs de marbre. Les formations récentes sont représentées par les calcarénites qui couvrent partiellement les roches métamorphiques est qui font l'objet de notre étude.

L'observation morphoscopique des grains de quartz a permis de suggérer une évolution mécanique très importante, puisqu'ils sont souvent bien émoussés et luisants (EL). Ces grains ont subi un lent processus de transport par l'eau. Le taux de carbonate est élevé dans tous les échantillons (sauf les échantillons argileuse) qui prouve la déposition de ces formations dans un milieu émergé par des eaux chargés de CO₂.

Une étude micropaléontologique a été effectuée sur les calcarénites d'Ain Achir. Pour cette raison, nous avons récolté 20 échantillons. Le résultat de cette étude a révélé l'existence de 26 genres de foraminifères dont 24 benthiques et 02 planctoniques, ces taxons déterminés ont été l'objectif d'une étude systématique qui donne un premier aperçu sur le paléoenvironnement, ce qui milieu marin peu profond.

Enfin, il est nécessaire de développer une étude complémentaire exoscopie et de datation des différents niveaux sédimentaires afin de confirmer les conditions paléoenvironnementales et l'âge de dépôt.

Bibliographie

Bibliographie

- 1- **Aissa, D. E, 1985.** Etude des indices et gisements métallifères du massif de l'Edough. *Thèse de doctorat 3^{ème} cycle, USTHB Alger,*
- 2- **Aissa et al, 1995.** Alpine metamorphic core complexes and metallogenesis the Edough. Cas (N.E Algeria). In PA Sa, J. Kribek, B and Zak, K (Eds) mineral deposits: from their. Origin to their. Environmental impacts Belkema, Rotterdam. Pp 23.26.
- 3- **Aissa et al, 1998.** Géologie et métallogénie sommaire du massif de l'Edough (N.E Algérie). Mémoires du service géologique de l'Algérie, 9, 7 – 55.
- 4- **Ahmed Said, Y. et Leake, 1993.** The Edough leptynites, Annaba NE Algéria, are they good indicators to the origine of the biotite gneisses. *Bulletin du service géologique de l'Algérie, volume 4, pp. 99-107.*
- 5-- **AlfireviC, S., 1969,** Sur la microfaune des Foraminifères adriatiques et les espèces nouvelles pour cette mer. Rapp. Comm. int. Mer Médit. 19 (4), 655-657, Paris
- 6-- **Brady, H. B., 1870,** An analysis and description of the foraminifera. Annals and Magazine of Nat. Hist., ser. 4 (6), 273-309, London.
- 7- **Caby, R., Hammor, D., 1992.** Le massif de l'Edough (Algérie) : Un "MétamorphicCoreComplex" d'âge miocène dans les Maghrébides. C. R. Acad. Sci. Paris, t .314, Série II, p. 829-835.
- 8- **Caby, R., Hammor ,D., Delor, C., 2001.** Metamorphic evolution, partial melting Et Miocene exhumation of lower crust in the l'Edough metamorphic core complexe, west Mediterranean orogen, eastern Algeria. Tectonophysics, 342-239-273.
- 9- **Chemam, A (2016).** Les sables sombres côtiers à minéraux lourds de la région d'Annaba, Algérie : Caractéristiques et provenance. Thèse de doctorat 3ème cycle, UBM Annaba.
- 10- **Cimerman, Franc & Langer, Martin. (1991).** Mediterranean Foraminifera. Academia Scientiarum et Artium Slovenica, Ljubljana. 30.

- 11- **Cushman, J. A., 1914**, A monograph of the Foraminifera of the North Pacific Ocean, Pt. 4. Chilostomellidae, Globigerinidae, Nummulitidae. Bull. U. S. Nat. Mus. Bull. 71 (4), 1-46, pls. 1-19, Washington.
- 12- **Cushman, J. A., 1920**, The Foraminifera of the Atlantic Ocean, Pt. 2. Lituolidae. Bull. U. S. Nat. Mus. 104 (2), 1 -111, pls. 1-17, Washington.
- 13- **Gleizes, G. Bouloton, J., Bossière, G., Collomb, P., 1988**. Donnée lithologiques et pétrostructurales nouvelles sur le massif cristallophyllien de l'Edough(EstAlgérien). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Paris 306, série II, 1001-1008*.
- 14- **Gleizes, G. et al, 1988**. Données lithologiques et pétrostructurales nouvelles sur le massif cristallophyllien de l'Edough (Est Algérie). C. R Acad. Sci, Paris, 36,1001-1008.
- 15-- **Haake, F. H., 1977**, Living benthic Foraminifera in the Adriatic sea: influence of water depth and sediment. Journ. Foram. Res. 7 (1), 62-75, pls. 1-3, Washington
- 16- **Hadj Zobir, S., Laouar, R et Oberhanslir, R., (2007)**. Les métabasites de Sidi Mohamed Edough NE Algérien Caractéristiques pétrographiques minéralogiques et géochimiques; Serv. Géol. Nat. 18 25–41.
- 17- **Hammor, D.** 1992. Du panafricain au miocène 600 Ma d'évolution polycyclique dans le massif de l'Edough (Algérie nord orientale) retracée par la pétrologie, la tectonique et la Ar39/ Ar40. *Thèse de doctorat université Montpellier II. Pp 205*
- 18- **Hammor, D. et Lancelot, J.** 1998. Métamorphisme miocène de granites panafricains dans le massif de l'Edough (Nord-Est de l'Algérie) – CR. Acad. Sci. Paris, 327,391-396
- 19- **Hilly, J., 1962**. Etude géologique du massif de l'Edough, du Cap de fer (Est constantinois). *Bull. serv. Geol. Algérie. Nlle. Série N° 19*.
- 20- **Haynes, J. R., 1990**, The Classification of the Foraminifera - A Review of Historical and Philosophical Perspectives. Paleontology 33 (3), 503-528
- 21- **Loeblich, A. R. Jr., Tappan, H., (1989)**, Implication of wall composition and structure in agglutinated foraminifers. J. Paleont. 63 (6), pp. 769-777.

22- Loeblich, A. R. Jr., Tappan, H., (1988), Foraminiferal genera and their classification, Van Nostrand Reinhold company, 1, 970 p.; 2, 847 pl.

23- Loeblich, A. R. Jr., Tappan, H., (1964), Treatise on invertebrati paleontology and foraminiferida chiefly «The camoebians. Geol. Soc. of America. Raeymond C. Moore (edit.), Protista 2, Vol I- 1, 2.

24- Monie, P., Montigny, R. ET Maluski, H., 1992. Age burdigalien de la tectonique ductile extensive dans le massif de l'Edough (Kabylies, Algérie). Données radiométriques $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$. Bull. Soc. Géol. Fr., 163, 571-584

25-- Thibauld M. Béjard¹ , Andrés S. Rigual-Hernández¹ et al.2023. Calcification response of planktic foraminifera to environmental change in the western Mediterranean Sea during the industrial era.p20

26- Tlili M, 1989. Les gîtes minéraux de massif de l'Edough critères de prospection et perspectives pour l'avenir. *Mémoir d'ing. Univ d'Annaba*

27- Villa. J. M. 1970. Le dj. Edough ; un massif cristallin externe du Nord-Est de la Berberi/ *Bull.Soc. Géol. Fr. 7-XII, n° 5,*