

RÉPUBLIQUE ALGERIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche scientifique

Université du 08 mai 1945 – Guelma

Ecole doctorale  
Archéologie – préhistoire

Mémoire de Magistère

Présenté par :  
Mme Ait Aissi –Soudani Leila

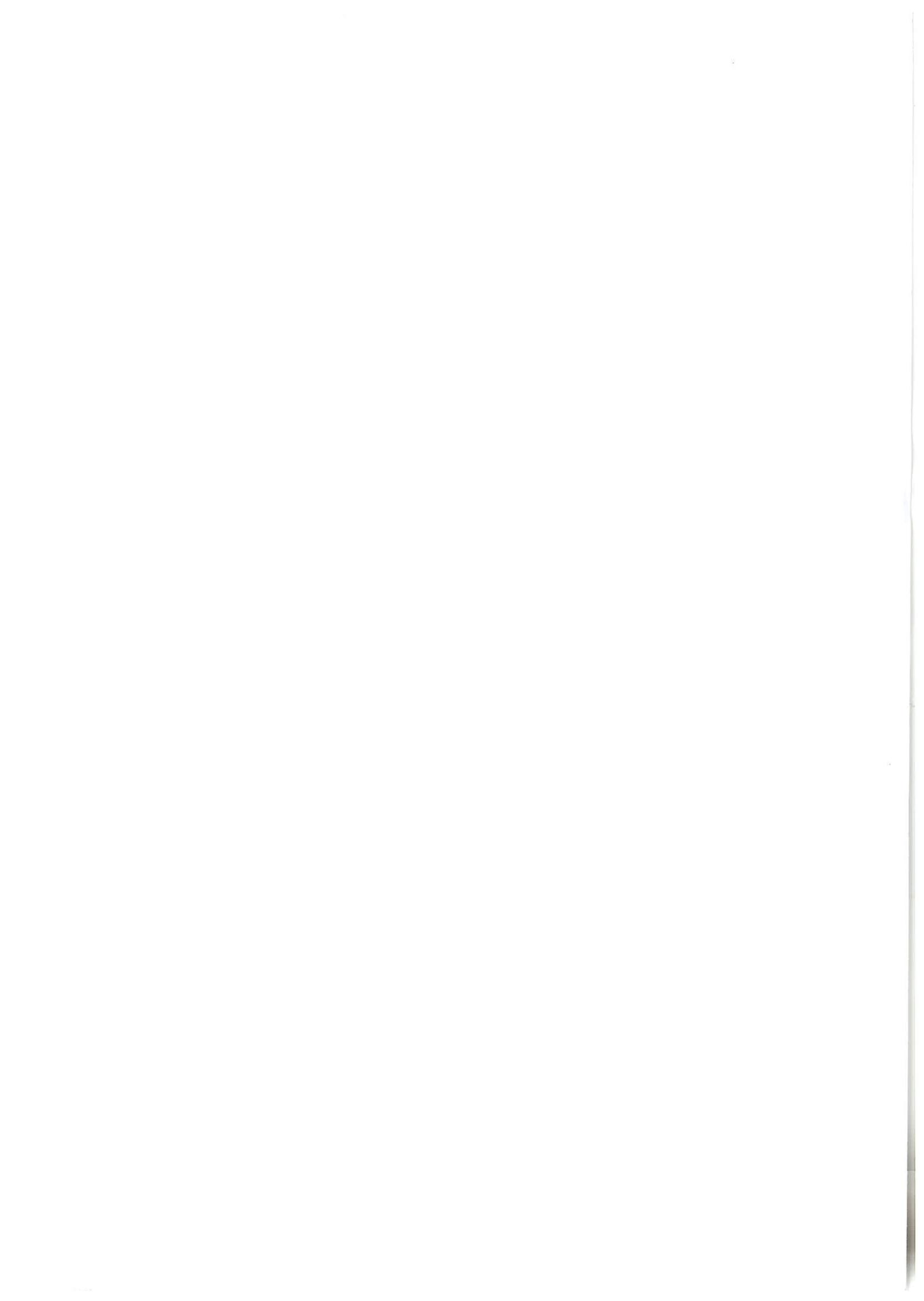
*Contribution à l'Etude des Dépôts  
Continentaux du Pléistocène Supérieur  
du Sahel Occidental d'Alger.*

Soutenue publiquement le

Devant le jury composé de :

<b>Djerrab Abderrezak</b>	Professeur	Président
<b>Betrouni Mourad</b>	Directeur de recherche	Rapporteur
<b>Derradji Abdelkader</b>	Maitre de conférences A	Examineur
<b>Benslama Lazreg</b>	Maitre de conférences A	Examineur

Année universitaire : 2014-2015



## Préambule

Au terme de ce travail je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à ceux qui, à divers titres ont collaboré à la réalisation de ce modeste travail.

Je remercie Mr Slimane Hachi directeur du C N R P A H de m'avoir donné l'occasion de m'inscrire à l'école doctorale.

Je remercie Mr Mourad Betrouni d'avoir accepté de diriger ce travail.

Je remercie vivement Mr. Lazreg Benslama, maitre de conférences à la faculté des sciences de la terre de m'avoir accordé beaucoup de son temps.

Mes remerciements vont aussi à tout les enseignants qui se sont succéder à l'école doctorale.

Je suis aussi reconnaissante à tout le personnel de la bibliothèque du CNRPAH et la bibliothèque du service de géologie.

Je remercie mm Leila Mouffi de l'université de Bâb Ezzouar pour la lecture des lames minces.

Je remercie mm SI Hamdi Nora ingénieur géologue au CRD de Boumer des pour ses précieux services.

Je remercie tout mes collègues pour leurs soutient sans oublier Mlle Seloua Chibane pour son aide.

Vives remerciements à mes parents qui m'ont toujours soutenues et aider sans oublier mes sœurs quoi m'ont toujours soutenue pour terminer ce travail et m'ont aidé à le confectionner.

Je remercie mon mari et mes enfants qui m'ont aidé à terminer ce travail.

# **Introduction générale**

## **1. Introduction**

Le projet proposé concerne l'étude du contexte stratigraphique et environnemental des gisements préhistoriques atériens dans le littoral Ouest Algérois (Sahel occidental d'Alger). En effet le littoral Maghreb méditerranéen a connu une multitude de transgressions et régressions marines qui se traduisent sur la frange côtière par des paléo-rivages (terrasse marines); étagées ou emboîtées selon les contraintes tectoniques et en relation avec des témoins de fluctuation climatiques et eustatiques.

Ces anciens traits de cote sont présents à des altitudes attribuées à différentes époques chronologiques du Plio-pléistocène. Plusieurs niveaux marins se développent dans cette partie du littoral algérois et présentent un grand intérêt géomorphologique. Les régressions qui séparent les épisodes de transgression marines ont permis la mobilisation de sédiments terrigènes et son accumulation en dunes avec des intercalations de sols rouges. Ces limons rougeâtres sont le siège de toute l'étude de ces formations dunaires a intercalation de paléosols en relation avec les phases climatiques qui seraient a l'origine de leurs formation. les objets préhistoriques retrouvés dans ces dépôts sablo-argileux rouges peuvent a leurs tour contribuer a mieux interpréter le paléoenvironnement.

## **2. Intérêt scientifique du sujet**

L'étude du Quaternaire constitue la base pour les études des paléo-environnements en relation avec les changements climatiques enregistrés sur une période allant de 2.6 millions d'années à l'actuel.

Notre motivation est surtout d'essayer de contribuer à mettre en évidence une méthodologie d'aspect multidisciplinaire qui fait appel à plusieurs spécialités pour la collecte et l'analyse des données de géologie (tectonique, néotectonique et sédimentologie), de géomorphologie et de préhistoire.

La combinaison et la confrontation de ces données pourrait nous guider vers une synthèse sur l'impact de la géomorphologie sur l'établissement des sites d'occupation humaines, dans le cadre du rapport de l'homme préhistorique et son environnement naturel et culturel.

### **3. Problématique de l'étude**

Le littoral algérien présente des spécificités géologiques et géomorphologiques particulières, les travaux portant sur le quaternaire demeurent très anciennes et portent surtout sur l'étude de dépôts en relation avec les couches archéologiques (industrie lithiques).

Plusieurs chercheurs géologues et préhistoriens se sont intéressés au quaternaire littoral Maghreb méditerranéen, l'intérêt était surtout porté pour la couche rouge à industrie atérienne.

Ces études demeurent très anciennes et très éparses et manquent parfois de support stratigraphique.

La synthèse des travaux antérieurs confirme l'existence de plusieurs niveaux quaternaires le long de la côte algérienne, où nous avons le développement de plusieurs niveaux marins (calabrien, sicilien et tyrrhénien), le versilien affleure rarement il est probablement immergé.

Ces paléo rivages correspondent à des dépôts continentaux et marins qui montrent une évolution géomorphologique polyphasée, guidée par des phénomènes eustatiques (transgression, régression) et néotectonique.

L'interaction entre ces deux paramètres joue un rôle important dans l'enregistrement des formes de différentes terrasses (emboîtées ou étagées), et leurs agencements sous forme de séquences.

La reconnaissance de la nature du dépôt et de la dynamique côtière (subsidence, soulèvement) sont deux éléments qui encadrent la morpho-tectonique.

La zone d'étude ; le sahel d'Alger représente une unité de relief directionnelle Est-ouest, il est dominé par une activité orogénique post-astienne et encadré par deux moles rigides, la Bouzaréa et le Chenoua. Il semble conditionné par une dynamique tectonique ayant été à l'origine de la répartition des ensembles morpho-sédimentaires.

L'essentiel de la morphologie littorale est constitué par les formations tyrrhéniennes dont l'altitude ne dépasse pas +30m, c'est sur ce palier inférieur que nous avons une concentration importante de sites archéologiques associées à une industrie Levalloiso-moustérienne avec ou sans pièces pédonculés, conservée dans les dépôts continentaux de la phase régressive (les formations rouges).

Ces paléosols rouges intercales dans les formations dunaires du pléistocène moyen et récent constituent des dépôts fluviatiles à tendance rythmique ou le phénomène indicateur est le battement entre des processus de sédimentation éolienne et de ruissellement.

L'étude de cette rythmicité traduit des variations climatiques et eustatiques pendant les phases de régression. C'est dans cette optique que nous avons tenté cette étude basée sur l'analyse des séquences post-tyrrhéniennes.

Le secteur choisi est celui de la zone littorale d'Ain Benian carrière située sur le littoral de la Bouzaréa et celui de la zone de Bérard à l'ouest.

Il est à noter que cette étude se veut comparative et analytique afin de cerner les principaux objectifs de ce travail qui sont :

- 1) La caractérisation des processus de mise en place des dépôts rouges à intercalation dunaire.

- 2) L'influence de la tectonique sur ces dépôts régressifs en relation avec le niveau eustatique.
- 3) L'appréhension de l'implication des ces mécanismes (sédimentation, tectonique et eustatisme) sur la distribution des vestiges archéologique.

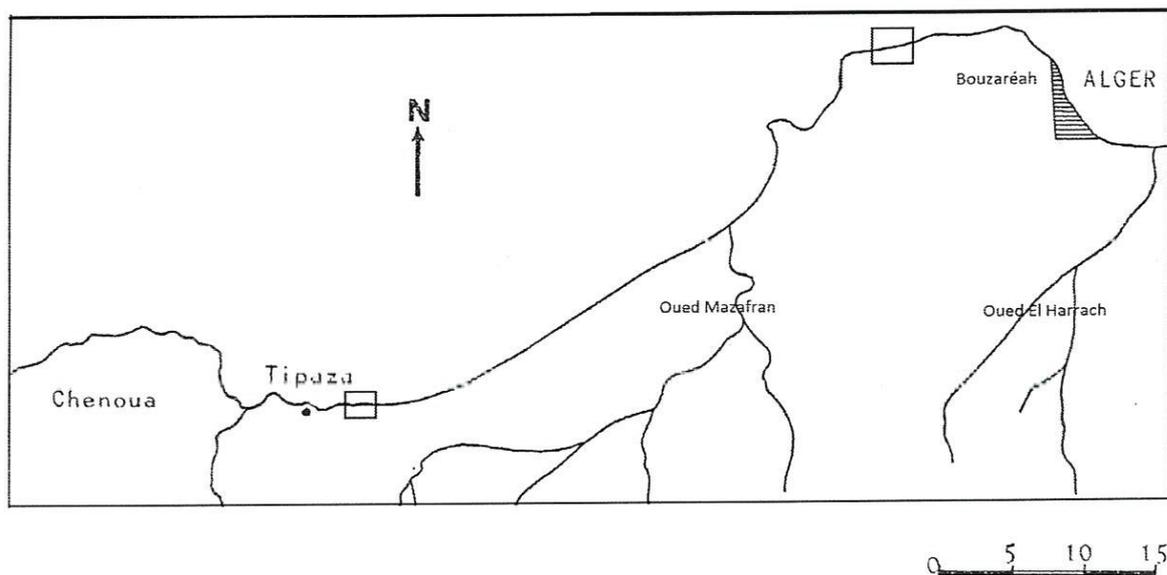
# Chapitre I

## I. Cadre général

### I.1. Cadre géographique

La zone d'étude représente la bande côtière appartenant à l'atlas littoral, elle est comprise entre les lignes directrices du relief.

Le cadre générale de cette étude couvre la frange côtière ouest algéroise connue sous la désignation du « Sahel », constitué par la zone littorale comprise entre le massif du Chenoua à l'ouest et le Massif de la Bouzaréa à l'Est, que délimite le sahel occidental d'Alger. (Fig.1).



**Fig. 1** Localisation des deux zones d'étude.

### I.2. Choix du site

Un site a été choisi dans la région du sahel de la Bouzaréa (sahel d'Alger) où le support géologique est rigide le massif de la Bouzaréa Située sur la rive Sud de la méditerranée, elle s'étend depuis Cap Caxine à Ras Acratta, que délimite la baie de Ain Bénian (Guyot ville), ce littoral est prolongé à l'ouest par le Sahel de Koléa et celui de Tipaza.

---

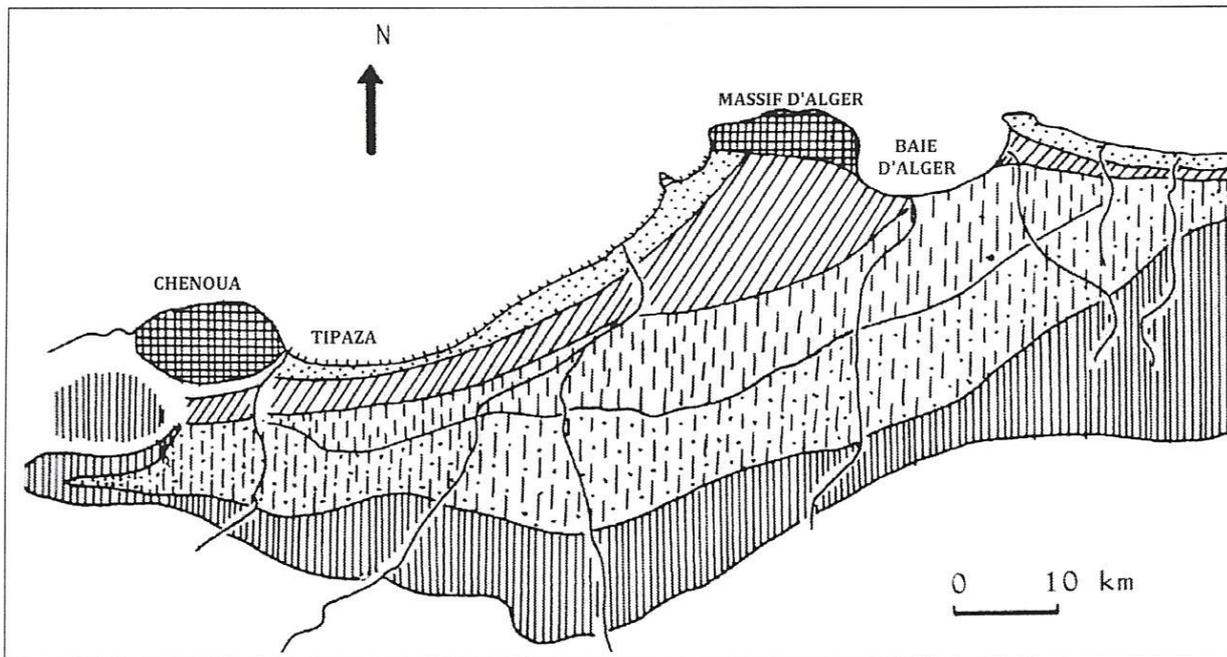
Un deuxième site a été choisit a titre de comparaison, situé sur le littoral de Tipaza ou le support géologique est marneux (plastique), dans la région de Bérard (rocher plat).

### **I.3. Cadre géomorphologique**

Le Sahel désigne un ensemble morpho-structural constitué par un anticlinal d'âge plio-pléistocène développé d'Est en Ouest et constitué par une séries de collines littorales délimité par le massif du Chenoua à l'Ouest et l'oued Isser à l'Est. On appelle le Sahel occidental par opposition avec le Sahel oriental délimité par le Cap Matifou à l'est de la baie d'Alger et l'embouchure de l'oued Isser ou les premiers contreforts Kabyles.

Le sahel constitue ainsi un ensemble géomorphologique et structural, ayant une allure parallèle au rivage. Ainsi sa morpho structure est constituée par un agencement de quatre unîtes (Fig.2).

- Le massif de la Bouzaréa (massif d'Alger)
- L'Anticlinal du sahel (complexe marno-gréseux)
- Le massif du Chenoua (socle métamorphique kabyle)
- La plaine de la Mitidja (le bassin néogène post- nappes)



**Fig.2** Les unités morphostructurales du Sahel occidental d'Alger

### **I.3.1. Le relief**

Le Chenoua à l'Ouest et la Bouzaréa à l'Est, ils constituent les deux piliers qui encadrent l'anticlinal sahélien, c'est des reliefs côtiers formés de terrains cristallophylliens (schistes, calcaires, marbres) ils sont de morphologie très accidentée, la façade nord présente des versants très abruptes (falaises) qui descendent directement dans la mer. La plateforme littorale est souvent absente ou rétrécie.

#### **I. 3.1.1. Le sahel occidental d'Alger**

Le sahel occidental d'Alger (anticlinal sahélien) est formé par des terrains marneux du pliocène et des formations du pléistocène disposées en plateformes d'origine marines. Il présente un enchainement de petites collines allongées (Est-Ouest), dont l'altitude varie de 30 à 250m ; ces collines sont de plus en plus basses vers l'Ouest, ou de nombreux replats sommitaux marquent le sahel occidental d'Alger : Souidania, Mahelma, le plateau de Cheraga et Ain Benian.

Les versants sud et nord sont dissymétriques, le flanc sud est beaucoup plus raide que le versant nord où nous avons un échagement de paliers successifs (Fig.). Cette morphologie est rompue à partir du méridien de Sidi Rached où nous avons une morphologie d'emboîtement des terrasses marines (Saoudi N., 1983).

Ces nombreuses terrasses formées par un poudingue et grès marins déposés par les mers du Plio-pléistocènes sont succédées par les formations dunaires (grès à hélix).

Le Sahel d'Alger correspond au bourrelet côtier qui s'étale sur plus de 100Km entre Tipaza à l'Ouest et Alger à l'Est. Cette ride limite le bassin de la Mitidja au Nord, c'est une structure en anticlinal montrant des écarts topographiques allant de 50 m à Tipaza, jusqu'à 260 m au Tombeau de la Chrétienne

Cette structure est orientée globalement NE-SO mais des changements de direction principale sont notés particulièrement au niveau de la cluse de oued Mazafran. À partir de ce point la direction principale devient E-O. La largeur de cette structure est également variable, sa largeur est de plus en plus étendue d'Ouest en Est.

Du point de vue morphologique, les versants sud et nord présentent une dissymétrie nette. Celui du sud est plus raide que celui du nord affecté par une intense érosion. Sur cette façade Nord nous avons le développement de trois paliers en relation avec les dépôts Plio-pléistocène qui caractérisent le sahel occidental d'Alger.

Le palier supérieur situé à (+250) dont ne subsistent que des lambeaux, il constitue le plateau du sahel, formé par le conglomérat à cailloutis de l'atlas (calabrien).

Le palier moyen, il présente une légère inclinaison vers le Nord en pente douce de +200m à +100 m d'altitude. Il est formé de grés marins à lumachelles fortement lapidifiés et une intercalation de grés dunaires et limons rouges (sicilien).

Les terrasses marines tyrrhéniennes du pléistocène supérieur se retrouvent disposées au pied du Sahel sur la façade Nord, leurs puissance est variable et peut atteindre quelques dizaines de mètres (0 à 30m), c'est le palier inferieur

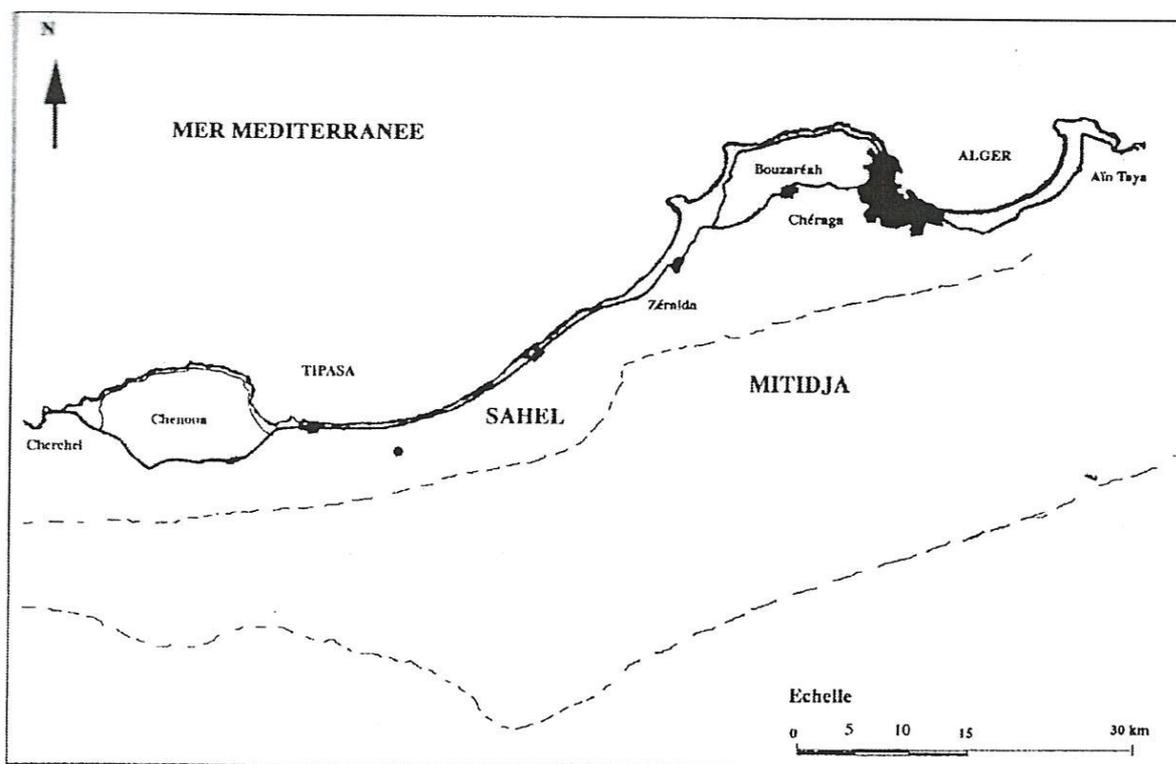
Ces terrasses sont étagées sur le littorale de la Bouzaréa et présentent une inclinaison de 5° vers le Nord, leurs position a été attribuée à la combinaison de l'eustatisme et les fluctuations climatiques (Aymé A., 1948). Les observations récentes confirment l'implication de la néotectonique (Djediati Y., 1996).

La disposition d'étagement (du plus anciens au plus récent) est inversée au-delà du sahel de Koléa (à partir des falaises de Douaouda jusqu'au littoral du Chenoua) ou nous avons une superposition des terrasses marines (le plus récent sur le plus anciens) ce qui implique des phénomènes tectoniques différents.

### **I.3.1.2. Le littoral ouest Algérois**

Le littoral du sahel occidental d'Alger correspond à une étroite plaine côtière allant de 500m à 1Km de largeur, son altitude est comprise entre +0 et +25m au-dessus du niveau actuel de la mer.

La plateforme côtière se réduit à une bande littorale de 200m de largeur; les cotes sont de plus en plus basses et sableuses à l'est du Mazafran (Zéralda, Sidi Fredj) elles deviennent de plus en plus élevées et rocheuses à l'Ouest jusqu'à Tipaza.



**Fig. 3** Morphologie du littoral Ouest Algérois

### I.3.1.3. La limite sud du sahel Algérois

Le Sahel occidental d'Alger est limité au sud par le bassin néogène de la Mitidja qui correspond à une vaste dépression au cœur des reliefs montagneux littoraux, elle s'étend jusqu'à l'atlas Blidéen au sud (piémont atlasique).

La plaine de la Mitidja vaste synclinal post-astien d'orientation WSW-ENE et de remplissage sédimentaire d'âge néogène à quaternaire discordants sur le socle kabyle et les unités les plus septentrionales de l'Atlas tellien (Aymé A., 1948).

Elle constitue une plaine d'accumulation torrentielle, elle a fonctionné des le miocène comme un bassin d'effondrement où se sont déposés par la suite les sédiments Plio-pléistocènes.

Glangeaud L., 1939 a considéré la Mitidja comme un vaste synclinorium bordé au nord et au sud par des flexures.

## **I.4. Le climat**

Il est de type méditerranéen sub-humide avec été sec et chaud et une saison hivernale pluvieuse, les pluies atteignent 780mm sur les points culminants. Les températures sont en moyenne douces, les vents dominants sont de deux directions :

- Ouest : (Nord-ouest et Ouest)
- Est : (Nord-est et Est).

Les vents d'Ouest soufflent pendant les saisons pluvieuses, c'est des vents violents, la zone soumise à ces vents est située entre le promontoire de Rais Hamidou et l'embouchure du Mazafran.

Les vents d'Est dominant en été, ils sont violents et humides (fraicheur). Le nord de l'Algérie (zone côtière) est influencé par un climat à régime méditerranéen semi-aride caractérisé par une alternance de périodes arides et pluvieuses.

Les températures en moyenne modérée sur toute l'année, elle augmente en allant vers l'intérieur du pays ; au-delà de la barrière montagneuse de l'Atlas Tellien.

Les vents du Nord, Nord-ouest, Ouest, Nord-est sont souvent porteurs d'une humidité relative à la saison. On note par moment un vent très chaud venant du Sud le Sirocco.

## **I.5. Hydrologie**

Tous les oueds de la région du sahel d'Alger prennent naissances dans l'atlas Blideen ils traversent la plaine de la Mitidja du sud vers le nord. Cette architecture fluviale délimitent des bassins fluviaux, ceux des oueds Nador et le Mazafran à l'Ouest et El Harrach, El Hamiz à l'est (Fig.4 ).

Ces oueds présentent un débit irrégulier et franchissent l'obstacle du sahel par des cluses. La subsidence de la Mitidja et la surrection de l'anticlinal du sahel ont amène le réseau hydrographique à se surimposer.

Les deux principaux Oueds qui déversent leurs charge dans la région du sahel occidental d'Alger sont ;

### **a- Oued Nador**

Il débouche dans la baie du Chenoua il est forme par la réunion de Oued Bou Yerssen, l'Oued Bou Ardoun, l'Oued Meurad et l'oued Bou R'kika; il présente un bassin versant de 25000 ha, son bilan des écoulements annuels moyen est de 28 millions mètre cubes.

### **b- Oued Mazafran**

Il est le récepteur de trois oueds secondaires Oued Djer, Oued Chiffa et Oued Bou Roumi, c'est le plus important cours d'eau de la région, son bassin versant est près de 185000 ha et charrie en moyenne de 389 millions de mètres cubes. Il se déverse entre Douaouda et Zéralda

### **c- Oued Béni Messous**

C'est un oued secondaire qui prend naissance aux environs des hauteurs de Bouzaréa il collecte les eaux dans la commune de Cheraga au nord et la tribu au nord-est, il reçoit un grand nombre d'affluents, son bassin versant est d'une superficie de 33Km<sup>2</sup>. Il débouche dans la plage des Dunes à 2km à l'Ouest d'El Djamila.

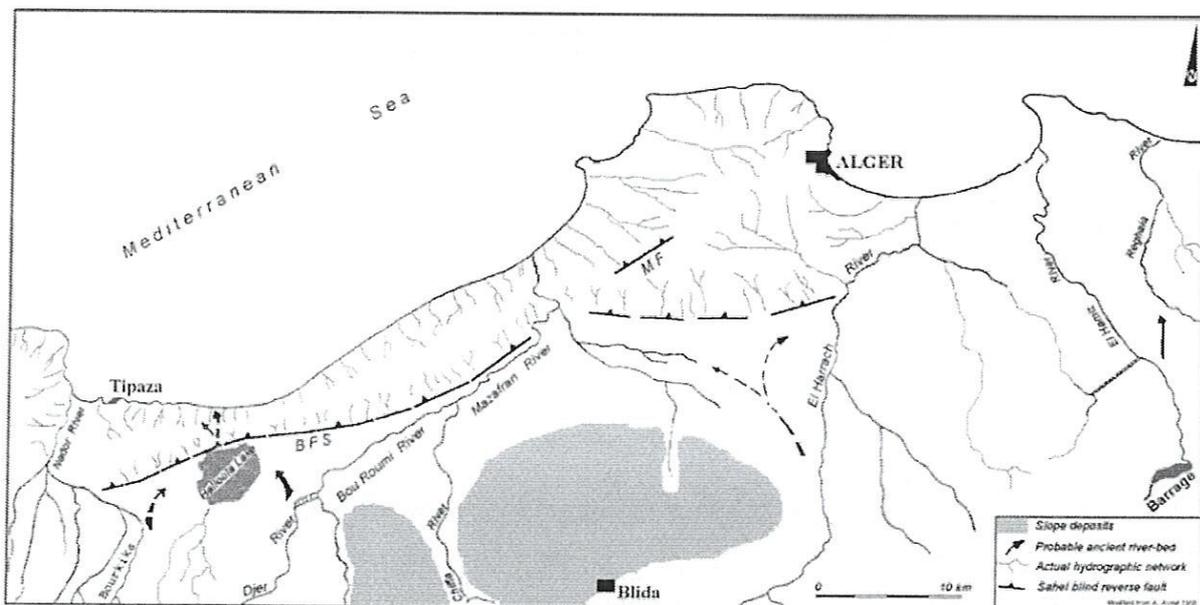
## **I.5.1. Le réseau hydrographique**

L'architecture du réseau hydrographique est influencée par l'activité plus ou moins récente de failles pouvant déformer la structure du bassin versant. Ces déformations sont détectées grâce à l'analyse de cartes topographiques et les

photos aériennes et satellitaires. La distribution du réseau hydrographique dans le bassin de la Mitidja est un indice de l'activité tectonique récente, sa cartographie avec les structures tectoniques dans la région mettent en évidence des aires d'influence tectonique (Maouche S., 2001) ainsi que les différentes modifications de son écoulement, nous renseignent directement sur la tectonique active.

Le réseau hydrographique a été étudié pour la première fois par A. Aymé en 1956

Le Mazafran est le principal cours d'eau de la région, oued Djer et oued Chiffa le rejoignent, il traverse la plaine de la Mitidja du sud vers le nord et à son intersection avec le sahel il longe le flanc sud de l'anticlinal sahélien avant de se déverser dans la mer par une cluse (Fig.4).



**Fig.4** Le réseau hydrographique

La distribution globale du réseau hydrographique n'est pas en concordance avec la morphologie globale de la Mitidja, et la direction de l'écoulement. Le tracé actuel du réseau serait probablement le résultat d'une évolution géomorphologique et géologique du bassin néogène de la Mitidja.

## **I.6. Conclusion**

Le sahel d'Alger est structuré en unités géographiques distinctes, chaque unité correspond à une morphologie paysagère typique du bassin méditerranéen, influencée par la tectonique. La répartition des ensembles morpho-sédimentaires est orienté selon une morphologie directionnelle Est-Ouest parallèle a la mer et encadrée par des massifs rigides. La région est soumise à un climat méditerranéen caractérisé par l'alternance de deux saisons ,un été chaud et sec et un hiver humide et tempéré ou les précipitations sont aléatoires et concentrées sur quelques mois .Ce climat influe directement sur le réseau hydrographique ,les oueds sont en crue pendant la saison hivernale ,leurs capacité se réduit à l'approche de l'été et se réduit à quelques filets d'eau à l'exception du Mazafran vue la dimension de son bassin versant.

Tout le réseau principal prend son origine dans l'atlas blidéen, la distribution globale de ce réseau hydrographique n'obéit pas à la morphologie globale de cette dernière, ce constat est attesté par l'absence de cours d'eau épousant la direction du bassin dans l'axe du synclinal. Le tracé actuel du réseau serait probablement lié à l'évolution géomorphologique et géologique de la Mitidja.

# Chapitre II

## II.7. Cadre géologique

### II.7.1. Introduction

Le nord de l'Algérie appartient à l'orogène alpin périméditerranéen, il correspond actuellement à un domaine géologique en compression attestée par des failles inverses active.

Cette activité tectonique n'est autre que la convergence des plaques Afrique - Eurasie, elle se traduit par l'apparition en surface de plis et failles inverses souvent associées.

### II.7.2. Les massifs anciens

Le massif d'Alger et ses équivalents structuraux (Chenoua, Grande Kabylie, Petite Kabylie, Collo et l'Edough) forment un chapelet des massifs littoraux qui constituent le domaine Kabyle des Maghrébines : segment orogénique de la branche dinarique des chaînes alpines périméditerranéennes. (Fig.5)

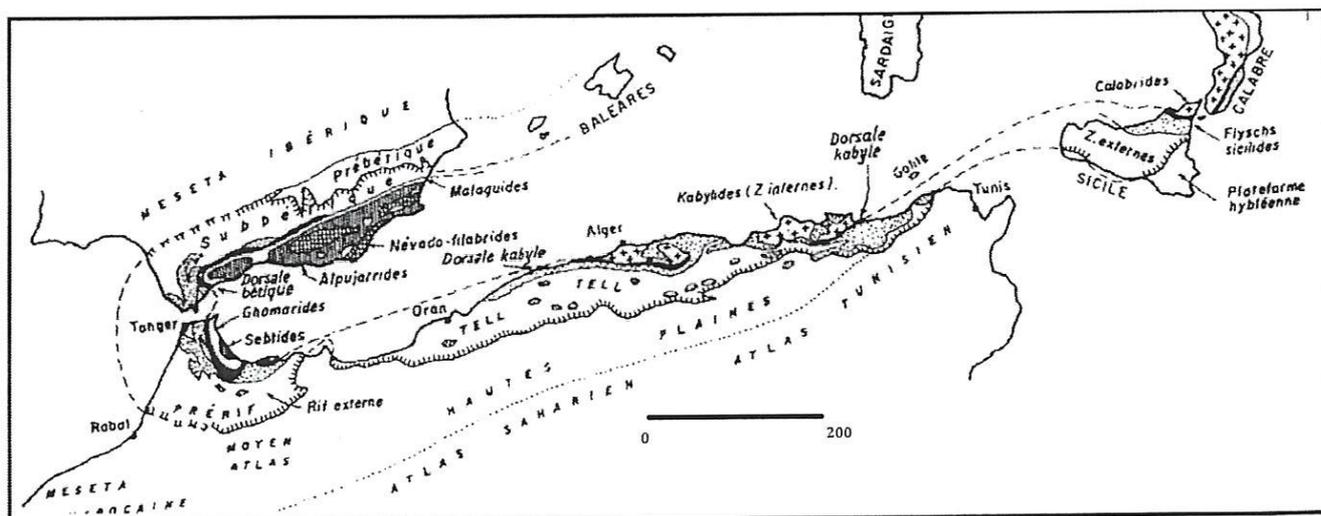


Fig.5 L'orogène alpin périméditerranéen (D'après Durand-Delga 1969).

### **II.7.2.1. Massif de la Bouzaréa (massif d'Alger)**

Le massif d'Alger, appelé aussi le massif de la Bouzaréa culmine à 407m il forme un chaînon allongé Est-Ouest sur 20Km et 6Km environ de large. Il est bordé par la méditerranée au Nord et à l'Est, il s'ennoie à l'Ouest sous les dépôts néogènes discordants et au sud il est limité par le bassin de la Mitidja. Il forme un pli de fond Est-Ouest oblique sur l'anticlinal néogène du Sahel d'axe Nord-est.

Elément cristallophyllien de la zone interne. Il est structuré en unités tectoniques à la suite de l'écaillage supposé d'âge paléozoïque (Saadallah A., 1982). La structure en écailles est conséquente d'un charriage d'âge alpin avec une résultante directionnelle vers le nord (Saadallah A., 1982), l'ascension de ce mole cristallophyllien est lie au réseau de failles Est-Ouest mises en place depuis le secondaire, et dirigeant encore les grandes lignes de la morphologie littorale algéroise.

C'est un massif paléozoïque et métamorphique constituant un pivot atteignant 407m, ce massif plonge brutalement au Nord dans la mer méditerranée par contre il descend graduellement vers le Sud et le Sud-est.

Le massif présente les traces de plusieurs transgressions pléistocènes, où nous avons le développement des larges plateformes sommitales, le calabrien est mentionné par A. Aymé au Nord de la tribu a 320-350m, à l'ouest nous avons des terrasses à lumachelles et poudingues cimentées par le calcaire ; Ouled Fayet, Cheraga, Ain Benian.

Sur le flanc Nord nous avons une généralisation de la terrasse tyrrhénienne son altitude est comprise entre 0 et 30m. Cette morphologie est taillée dans les calcaires cristallins, ces formations marines sont fossilisées par des formations essentiellement gréseuses (calcaréo-gréseuse) à intercalation de limons rouges et grés dunaires.

### **II.7.2.2. Massif du Chenoua**

C'est un deuxième pivot du Sahel occidental, il culmine à 905m, c'est le témoin de la chaîne calcaire il est constitué de séries métamorphiques (micaschistes et calcaires) et une couverture sédimentaire très épaisse (secondaire et tertiaire).

Les côtes sont rocheuses et rangées, par l'érosion marine.

### **II.7.2.3. Le bassin néogène de la Mitidja**

C'est une plaine synclinale à remplissage récent fin du miocène à quaternaire, elle est orientée suivant un axe ENE\_WSW. Elle s'étire d'Est en Ouest depuis l'oued Boudouaou jusqu'au bassin de Ménaceur. Elle est bordée par deux régions surélevées : l'Atlas Blidéen au Sud et le bombement sahélien au Nord.

La Mitidja est une dépression en continuelle subsidence dont les bordures nord et sud correspondent à des aires d'accumulation torrentielles. Elle a fonctionné dès le miocène comme un bassin d'effondrement où se sont déposés par la suite des sédiments Plio-pléistocène, pour (Glangeaud L., 1932), la Mitidja est un vaste synclinorium bordé au Nord et au Sud par des flexures.

### **II.7.3. Les grands ensembles géologiques de l'Algérie**

L'Algérie fait partie de l'ensemble Nord-Ouest Africain elle est subdivisée naturellement en deux principaux ensembles :

- Un domaine méridional, le Sahara en général.
- Un domaine septentrional au Nord du domaine Atlasique comportant un Atlas Saharien en Algérie, qui se prolonge en Tunisie et au Maroc par le haut et le moyen Atlas.

La partie la plus au Nord de ce domaine est le Tell ou l'Atlas Tellien au Maroc c'est le (Rif et le Pré Rif) et en Tunisie c'est le (Kroumirie et Nefza) entre les deux Atlas affleurent les hautes plaines (hauts plateaux).

### **II.7.3.1. L'Atlas Tellien**

Ce domaine fait partie de l'orogénèse alpin méditerranéen. L'Atlas Tellien Algérien se développe sur près de 1500 Km, d'Ouest en Est, il est subdivisé en plusieurs chaînons, eux-mêmes appartenant à deux principaux sous-ensembles :

- Un Tell méridional.
- Un Tell septentrional.

L'Atlas tellien (Tell septentrional) est une zone complexe constituée de nappes mises en place au miocène inférieure, des bassins néogènes tardifs comme le Chélif, le Hodna et la Mitidja se sont installés sur ces nappes.

Les zones internes constituent les massifs anciens cristallins et cristallophylliens (Kabylie, Bouzaréa, Chenoua) avec une couverture paléozoïque peu ou pas métamorphosée et des terrains mésozoïques et cénozoïques qui forment la dorsale Kabylie. (Durand Delga., 1969) Les zones externes comprennent les séries méso – cénozoïques structurées en nappe de charriage.

### **II.7.3.2. Néotectonique de l'Atlas Tellien**

L'Atlas tellien est un ensemble structuré en plis et plis failles occupant la rive sud de la Méditerranée. Le régime tectonique dans cette partie de la chaîne alpine est en compression depuis la fin du Cénozoïque avec une direction de raccourcissement N-S à NO-SE. Les bassins néogènes post nappes correspondant aux bassins intra montagneux, sont allongés selon une direction relativement E-O et sont caractérisés par des structures avec une déformation en compression durant le Quaternaire (Maouche S., 2000).

#### **II.7.4. Evolution Morpho-tectonique de la structure du Sahel**

La côte Nord algérienne correspond à la frange passive cénozoïque du bassin liguro-provençale constituant actuellement la frontière de la plaque active entre l'Afrique et l'Europe (Yelles et al, .2006).

L'étude se localise sur la zone côtière à l'Ouest d'Alger entre les massifs cristallins du Chenoua et d'Alger, la structure du Sahel qui forme une ride parallèle à la côte dont l'altitude maximale se situe au environ de 250m. Cette ride constitue la partie émergée d'un anticlinal d'orientation ENE. WSW.

La ride est formée en majeure partie de formations récentes pliocènes à pléistocènes, l'étude de marqueurs tels que la limite {marin / continental} pliocène, les terrasses marines quaternaires et le réseau de drainage a permis d'évaluer l'évolution morpho-tectonique de la structure du Sahel du pliocène jusqu'à l'actuel ainsi que son interaction avec les massifs du Chenoua et d'Alger.

Le soulèvement de la structure a été révélé par la corrélation des indicateurs morphométriques du relief, et de la structure du Sahel en relation avec les facteurs climatiques lithologiques et tectoniques. Ce soulèvement a été estimé à 1,8mm par an. (Géo –Mag 1).

#### **II.7.5. Synthèse géodynamique**

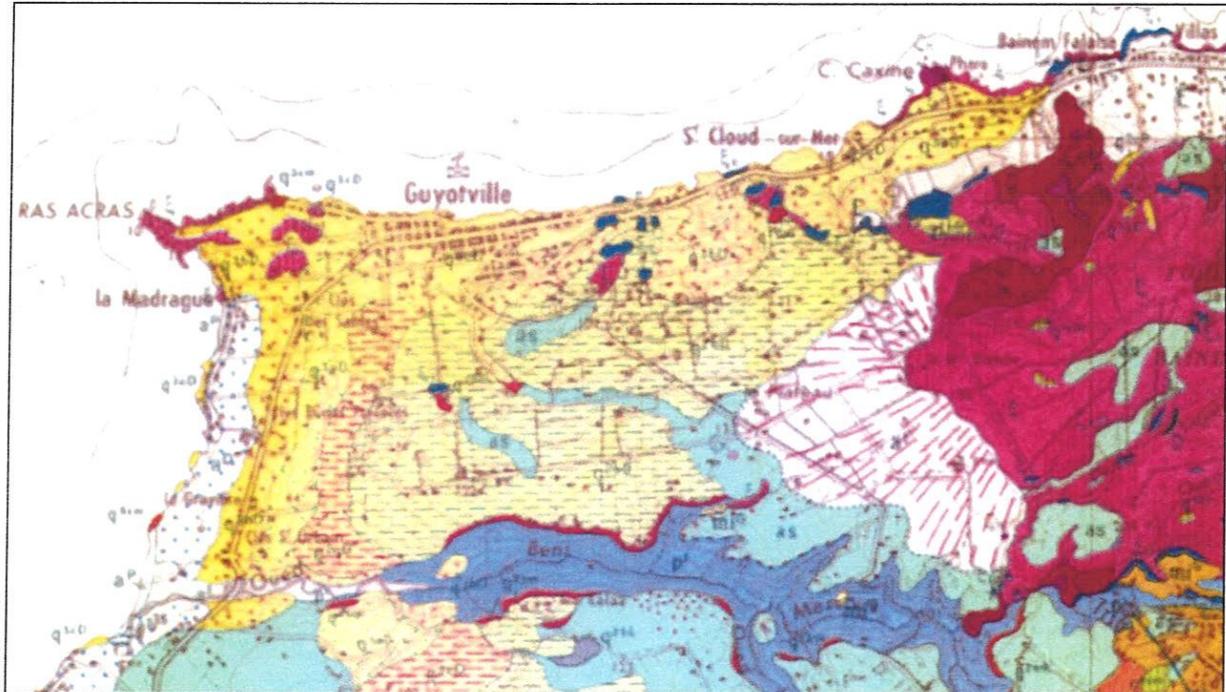
Tous les travaux réalisés dans l'Atlas tellien indiquent l'existence de structures néotectoniques en pli-failles sur une bande étroite de direction Est-Ouest. L'imbrication des failles inverses observées sur des coupes perpendiculaires et les plis associés déversés vers le sud-est, résultent d'une déformation compressive de direction globalement N-S à NNO-SSE avec un taux de raccourcissement 0.5 cm par an lié à la convergence des plaques Afrique et Europe (Kenzie Mc., 1972). Ces pli-failles semblent toucher la couverture

superficielle de blocs déformés par des failles profondes décrochantes dextres (Maouche S., et al).

## II.7.6. Stratigraphie des unités morphostructurales du sahel occidental d'Alger

### II.7.6.1. Introduction

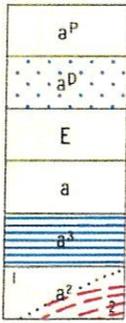
Les massifs primaires de Bouzaréah et de Chenoua font partie des Zones internes de la chaîne alpine tellienne. Ils forment les affleurements du socle primaire. Au sud nous distinguons le massif de Blida. Ces deux Ensembles sont séparés par le bassin de la Mitidja. Dans ce dernier et Sur le substratum Tellien d'âge ante Néogène, se sont accumulés des Dépôts allant du Miocène post nappes au Quaternaire. On distingue ainsi Facilement les deux grands ensembles des unités autochtones à Parautochtones à la base et au sommet des dépôts post nappes allant du Miocène jusqu'au Quaternaire.Fig.6.



**Fig. 6** Carte géologique de la zone d'étude Ain Benian (Guyoville) (Extrait de la carte de Cheraga 1/50 000)

## TERRAINS SÉDIMENTAIRES

### ACTUEL



a<sup>P</sup> - Plages

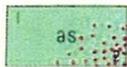
a<sup>D</sup> - Dunes actuelles

E - Éboulis, dépôts de pente et déchets de carrières.

a - Complexe soliflué de Bab-el-Oued avec prédominance de marne (p<sup>1</sup>)

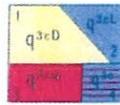
a<sup>3</sup> - Dépôts de marais et dépôts lacustres derrière les dunes (a<sup>D</sup>)

a<sup>2</sup> { 1 - Alluvions récentes  
2 - Dépôts torrentiels du Plateau de Guyotville

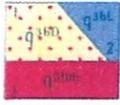


1 - Sables argileux plus ou moins rubéfiés.  
2 - Gravier provenant de la décalcification des poudingues marins. (du Villafanchien aux temps actuels.)

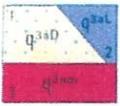
## PLEISTOCÈNE



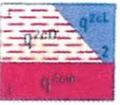
1 - Dunes consolidées de la phase de régression postérieure à q<sup>3cm</sup>  
2 - Dépôts lacustres formés derrière les cordons dunaires.  
3 - Lumachelle à Pectoncles poudingues et grès marins.  
4 - Alluvions anciennes.



1 - Dunes consolidées postérieures à q<sup>3bm</sup>  
2 - Dépôts lacustres derrière q<sup>3bD</sup>  
3 - Mêmes faciès que q<sup>3cm</sup>



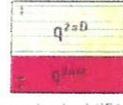
1 - Dunes consolidées avec début de lapidification, postérieures à q<sup>3am</sup>  
2 - Dépôts lacustres derrière q<sup>3aD</sup>  
3 - Mêmes faciès que q<sup>3cm</sup>



1 - Dunes semi-lapidifiées postérieures à q<sup>2cm</sup>  
2 - Dépôts lacustres derrière q<sup>2cD</sup>  
3 - Mêmes faciès que q<sup>3cm</sup>



1 - Dunes lapidifiées postérieures à q<sup>2bm</sup>  
2 - Dépôts lacustres derrière q<sup>2bD</sup>  
3 - Mêmes faciès que q<sup>3cm</sup>  
4 - Travertins.



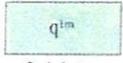
1 - Dunes plus lapidifiées (phase de régression postérieure à q<sup>2am</sup>)  
2 - Mêmes faciès que q<sup>3cm</sup>



Terrasse de 200 m. environ  
Lumachelle à Pectoncles poudingue à ciment calcaire, grès calcaires et plages de galets.



Galets roulés de la terrasse marine de 305 à 320 m. et surface d'aplanissement correspondante.  
Sables rouges à petits grains de quartz roulés du plateau au S.O. d'El Biar.



### Calabrien

Sur le massif ancien : brèche à *Poraia ferruginea* et calcaire grossier ;  
Sur le Sahel tertiaire : grès et sables.

## TERRAINS MÉTAMORPHIQUES



### Micaschistes

1 - Schistes à séricite  
2 - Schistes à grenats  
3 - Schistes à séricite et à feldspath  
4 - Micaschistes à 2 micas  
5 - Micaschistes à 2 micas et à feldspath  
Q : Quartzites



Calcaires (niveau lenticulaire dans micaschistes)



Gneiss localement ceillés.



Gneiss, largement injectés de roches granitiques

## II.7.6.2. Le miocène post-nappes

Les premiers niveaux sont discordants sur les terrains anciens (schiste de Bouzaréa) ils sont constitués essentiellement de Poudingues, grès et sable gris, ce faciès présente une épaisseur de près de 50 mètres au Nord d'El Biar (Alger), il a été reconnu comme Burdigalien supérieur. (Perrodon A., 1957) Ce faciès est surmonté par des marnes azoïques attribuées au Vindobonien, reconnu à l'embouchure de l'Oued Mazafran, ils sont présent au centre du Bassin de la Mitidja à moins de 230m (sondage).

Le miocène est caractérisé par deux cycles sédimentaires le Burdigalien (miocène inférieur) ou Cartenien des anciens auteurs et le Vindobonien (miocène supérieur).

Le remplissage sédimentaire de la plaine de la Mitidja et du bourrelet sahélien forme l'essentiel du bassin néogène post-nappes. La base du miocène post-nappes est un repère pour tout les travaux de néotectonique dans l'atlas tellien (Maouche S., 2000), ces travaux montrent que tout les bassins néogènes de l'Algérie du Nord sont formes au cours de la phase de distension du miocène accompagnée d'un volcanisme calco-alcalin, la direction de cette distension est globalement Nord- Sud.

### **II.7.6.3. Le mio- plio- pléistocène**

Le bassin néogène et quaternaire de la Mitidja est situé dans le segment tellien de la chaîne alpine de l'Afrique du Nord auquel il se surimpose obliquement.

Ce bassin intra-montagneux est marqué par une sismicité fréquente modérée à forte elle est générée par l'activité tectonique récente et actuelle.

Un survol morphologique rapide de la dépression de la Mitidja permet d'observer les grands traits géomorphologiques.

Vers le sud, ce bassin est limité par une anomalie géomorphologique marquée par les reliefs de l'Atlas de Blida dont l'altitude avoisine les 1500 m. Au Nord, la Mitidja est limité par le pli anticlinal du Sahel avec une altitude avoisinant les 250 m. A l'Est ce bassin est limité par les monts de Thenia.

Les études géologiques réalisées sur les bordures du bassin par (Glangeaud L., 1932 et 1952), (Lepvrier et Magné, 1975) montrent qu'il s'agit d'un synclinal mio-plio-pléistocène allongé dans une direction E-O d'une longueur de 100Km avec une largeur moyenne de 20 km.

Le bassin de la Mitidja est formé suite à la déformation compressive depuis pratiquement le miocène jusqu'à l'actuel.

En conclusion, tous les bassins néogènes de l'Algérie du nord sont formés au cours de la phase de distension du miocène qui a suivi le période de mise en place des nappes de charriages accompagnées par un volcanisme calco-alcalin. La direction de cette distension est globalement N-S.

#### **II.7.6.4. Le Pliocène**

Les marnes grises du Sahel d'Alger ont été attribuées au plaisancien par (Glangeaud et al. 1952), ils montrent que le faciès argilo-sableux de l'Astien termine l'épisode du Pliocène.

Une discordance du Pliocène sur le Miocène post-nappes fortement plissé et fracturé est reconnue dans la région de l'Arbaa.

Dans l'algérois, le Pliocène avec son cycle sédimentaire complet débute par le faciès Plaisancien des marnes bleues. Ces marnes présentent une épaisseur très importante, (Glangeaud et al. 1952) l'estiment à 1000 m environ.

La base des marnes n'a pas été atteinte par les forages. Ces dernières constituent toutes les collines représentant le Sahel. Du point de vue cartographique, ce faciès semble discordant et transgressif sur les schistes du socle.

Sur ces marnes sont cartographiés les faciès Astien séparés des marnes par un niveau repère glauconieux de quelques mètres (4m) à quelques centimètres d'épaisseur. Ce niveau n'est pas systématiquement visible sur les coupes dans le cadre de l'étude de l'évolution de la microfaune des marnes plaisanciennes vers la molasse astienne, (YassiniI., 1973) constate que là où le niveau à glauconie est absent, les marnes sont surmontées directement par les calcarénites.

Le niveau à glauconie est souvent fossilifère, on y trouve une macrofaune abondante constituée notamment de : Gastéropodes, de Brachiopodes et de Scaphopodes...

L'Astien est composé de plusieurs faciès. Il débute par les marnes sableuses jaunes.

On reconnaît ensuite le faciès calcaréo-gréseux (la mollasse) d'Alger et celle présente autour du Chenoua, il correspond à un faciès récifal à sub-récifal et enfin le faciès grésosableux très détritique qui marque pratiquement le passage vers les argiles et cailloutis du Villafranchien.

La limite inférieure de l'arrivée des cailloutis correspond à la fin de l'Astien ou au début du Calabrien et la limite supérieure et antérieure à la terrasse sicilienne. La coupure stratigraphique coïncide assez bien avec la coupure tectonique et correspond à la limite entre le pliocène et le pléistocène. (Betrouni M., 1983).

## **II.7.7. Le cadre structural**

### **II.7.7.1. Tectonique anté-pliocène**

Le Nord de l'Algérie a été le siège de plusieurs déformations tectoniques et orogéniques qui se sont superposées à travers un temps géologique qui se compte par millions d'années ; les déformations d'âge secondaire et tertiaires ont eu pour effet la structuration de la région en unités principales Est-Ouest (unités directionnelles) parallèles à la côte. Deux phases tectoniques caractérisent le socle d'âge primaire, la phase hercynienne qui aurait abouti à une compartimentation de la zone littorale, cette phase structurale orientera la tectonique tertiaire désignée par (Glangeaud L., 1932) par les phases de préparation alpins. Au Cénozoïque cette phase orogénique est caractérisée par un serrage assez accentué provoquant la formation d'écaillés (chaîne calcaire) et des plis complexes. Une phase de distension à l'Oligocène provoque le rejeu de failles et aboutit à la formation de grabens et de zones subsidentes limitées par des flexures brusques.

Au Miocène la topographie actuelle commençait à se dessiner, cette phase est marquée par la surrection des zones atlasiques et la différenciation des zones subsidences.

### **II.7.7.2. Tectonique récente**

Cette phase est nommée par (Glangeaud L., 1927) « plissements post-astiens » elle s'est faite ressentir entre l'Astien et le quaternaire moyen, affectant les dépôts du villafranchien et le calabrien.

Des déformations à grand rayon de courbure caractérisent cette phase qui s'achève par la surrection définitive de l'atlas et la formation de l'anticlinal du sahel.

### **II.7.7.3. Synthèse tectonique mio-plio-pléistocène**

La morphologie actuelle des régions littorales d'Alger est le résultat des phases tectoniques Mio-Plio-pléistocène, qui s'ajoutent aux effets de la phase orogénique Alpine et notamment son paroxysme Oligo-Miocène.

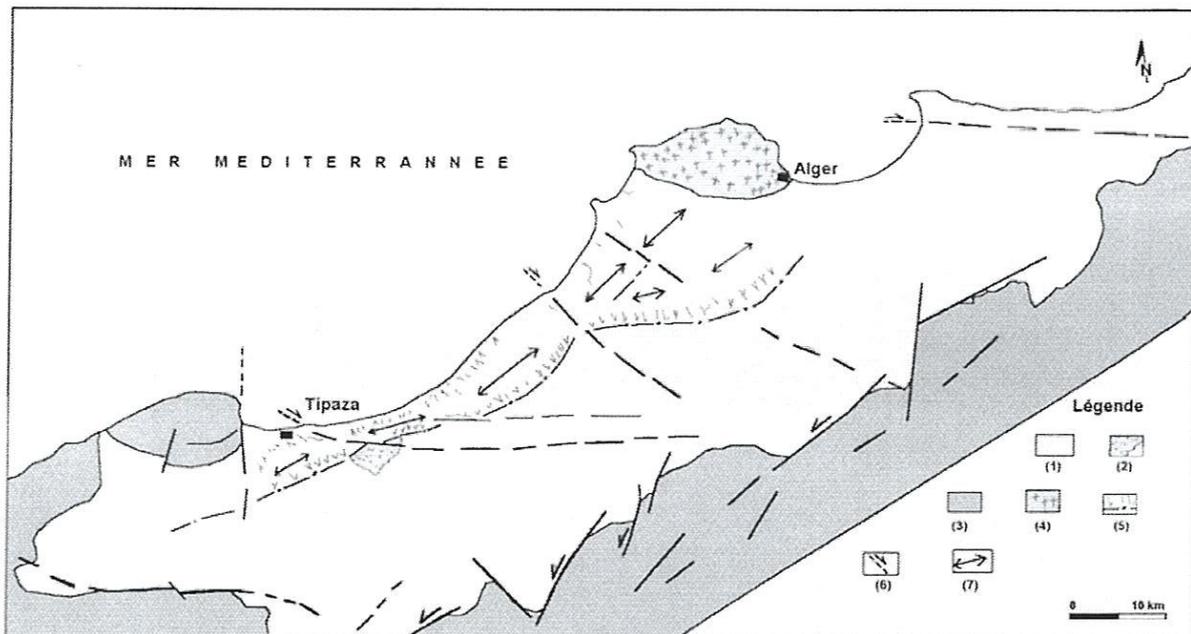
Au Miocène, la tectonique distansive sera à l'origine de flexures et de failles auxquelles succédera le bombement de L'Atlas Blidéen et la formation de l'anticlinal du Sahel Les mouvements verticaux contrôlant l'évolution des régions littorales donneront naissance aux bassins d'effondrement de la Mitidja et du Cheliff allongés selon la direction Ouest Sud-Ouest-Est Nord Est (Caire, 1971).

Les déformations Plio-pléistocène provoquant quant à elles la surrection du Sahel, de l'Atlas Blidéen et des massifs d'Alger (Massif de Cap Matifou). Ces mouvements contribuent également à l'affaissement de la Mitidja (Glangeaud L., et Aymé A., 1952).

A ces mouvements de compression Nord-Sud, s'associe un mouvement de bascule Ouest-Est : le Sahel occidental est subsident tandis que le Sahel oriental s'exhausse (Saoudi N., 1982).

L'une des conséquences spectaculaires de ces mouvements verticaux Du Quaternaires est l'étagement des anciennes lignes de rivage sur les flancs des zones surélevées. Ce mouvement de bascule est responsable de la superposition des unités siciliennes ; le même mouvement se poursuit au Tyrrhénien.

Les terrasses marines quaternaires sont fortement diaclasées, les diaclases sont fortement organisées suivant la même direction dans le sicilien et dans le tyrrhénien (N 110), les principales directions de fracturation et plissement ont déterminées les alignements de la morphologie actuelle.( Fig.7)



**Fig. 7** Schéma structural du sahel occidental d'Alger, à partir de l'image landsat, tectonique satellitaire (extrait de MaoucheS., 2002)

(1) remplissage récent, (2) lac Halloula, (3) anté Néogène, (4) socle de la Bouzaréa, (5) escarpement tectonique du Sahel, (6) linéaments, (7) anticlinal du Sahel.

#### **II.7.7.4. Conclusion**

Le nord de l'Algérie a été le siège d'une intense activité tectonique qui correspond à des déformations à grand rayon de courbure. La tectonique active est localisée dans la région nord du pays, essentiellement dans le Tell.

Dans cette région frontière entre les plaques Africaine et Eurasiatique, la déformation tectonique est l'expression de la convergence actuelle de ces deux plaques et se traduit par la fermeture progressive des bassins néogènes et par la poursuite de l'édification de la chaîne.

Le long de la marge, la déformation s'exprime dans la partie de la plaine abyssale proche du continent, par le plissement de la couverture Plio-pléistocène. Au niveau de la pente et sur le plateau continental et se prolongent parfois à terre. Cette tectonique littorale active est à l'origine de la surrection de la côte.

Les mouvements post-astiens ont provoqués des déformations telles l'anticlinal du sahel et le synclinal Mitidja (Aymé A., 1952). Ces déformations ont eu pour conséquence le raccourcissement du bassin et le façonnement des grands traits de la morphologie actuelle, cette dynamique tectonique aurait façonnée ces bassins qui se déforment en donnant des structures plicatives (synclinaux, anticlinaux) et parfois cassantes (pli-failles, failles inverses, chevauchements) orientées NE-SW à NNE-SSW.

La disposition en gradins des terrasses marines sur le flanc nord du pli du Sahel est un indice de mouvements verticaux. La décroissance d'altitude, lorsque l'on se rapproche des époques actuelles, montre la généralisation de ces mouvements depuis le Pliocène.

## II.7.8. Le Quaternaire

### II.7.8.1. Introduction

Le terme Quaternaire fut proposé en 1829 par J. Denoyer dans le bassin de la Seine, cette période fut d'abord une première géologique, elle était employée pour désigner les temps les plus récents de l'histoire de la terre. Ce terme fut créé pour désigner une Ère géologique qui selon la chronologie et la stratigraphie ferait suite aux trois grandes Ères (paléozoïque, mésozoïque et cénozoïque). En 1830 H. Rebour propose de définir le quaternaire comme la période anthropique caractérisée par la présence de l'homme associé à une flore et une faune modernes. À partir de 1840 se précise la notion d'âge glaciaire, refroidissement climatique et évolution humaine vont désormais définir l'Ère quaternaire (Tab 1).

Les quaternaristes sont presque tous d'accord pour admettre que le quaternaire doit commencer avec le premier grand refroidissement succédant aux climats plus chauds du Néogène supérieur, en effet les grands refroidissements (glaciaires) constituent les phénomènes caractéristiques du Quaternaire. Les conséquences de ces phénomènes ont porté sur la pédogenèse, l'érosion et la sédimentation surtout détritique et influencé la faune et la flore ainsi que la variation du niveau marin (eustatisme) provoqué surtout par le poids des glaciers. L'étude des variations climatiques conduit à considérer un certain nombre d'éléments :

La tectonique, les précipitations atmosphériques (pluie, neige) et le vent. La combinaison de ces éléments aboutit dans le temps à des oscillations climatiques définies à petite échelle par une courbe climatique Quaternaire qui comprend un certain nombre de phases glaciaires et interglaciaires pour l'hémisphère Nord, (pluviale–inter-pluviale) pour l'hémisphère Sud. Chaque phase se compose par

une succession d'oscillations climatiques le stade et l'interstade pour arriver à une interprétation plus simplifiée constituée d'alternance d'années chaudes avec des années froides et des années pluvieuses avec des années sèches.

Les formations Quaternaire résultent de l'interférence et la combinaison de plusieurs phénomènes représentés par une courbe climatique qui traduit l'aspect géologique de ces phénomènes. L'influence de ces phénomènes sur les dépôts sédimentaires combinés aux effets de la tectonique (néotectonique) a joué un grand rôle dans le choix de l'habitat préhistorique et sur le peuplement de certaines régions.

**Tab 1.** Principales subdivision du Quaternaire

Ages	Étages géologiques	Paléomag.
Milliers d'années	Holocène	
0		
10		
50	Pléistocène récent ou Quaternaire récent	Brunhes
100		
150		
700	Pléistocène moyen ou Quaternaire moyen	
1 000	Pléistocène ancien ou Quaternaire ancien	Matuyama
1 500	Villafranchien	
2 000	2 400 Début du Quaternaire	
2 500		
3 000	Plio-Villafranchien	
4 500		

La mise en évidence de successions glaciaires dans cette Ere entraine la création du pléistocène par Lyell C., en 1839. Correspondant à la période glaciaire, puis la création de l'Holocène correspondant à la période post-glaciaire, par Gervais en 1867.

Les données paléo-magnétiques ont permis de définir le Quaternaire comme le sommet de l'épisode positif d'Olduvai située dans la période inverse de Matuyama (échelle paléo-magnétique).

Après de longs débats sur la limite inférieure du Quaternaire les quaternaristes avaient décidé de définir la base du quaternaire par l'arrivée de faune froide dans le néogène italien (arrivée de *Artica islandica* en méditerranée), cette définition était datée aux environs de 1,8 Ma, cette limite ne présente aucun aspect universelle.

Cette subdivision d'Ere quaternaire a été délaissée. Le Quaternaire avait été conservé dans la classification en tant que dernier système géologique après le Néogène. Cette position a été officiellement reconnue en 2009 par l'union internationale des sciences géologiques avec une limite inférieure à 2.5 millions d'années c'est une classification climatique (en relation avec les glaciations) ainsi que l'évolution humaine.

**Tab 2** Proposition présentée par le groupe Quaternaire à la commission internationale de stratigraphie (I C S) en 2009.

Era	Period	Epoch	Age	Age (Ma)	GSSP
Cenozoic	Quaternary	Holocene		0 012	Vrica, Calabria Monte San Nicola, Sicily
		Pleistocene	'Tarantian'	0.126	
	'Ionian'		0.781		
	'Calabrian'		1.806		
	Gelasian		2.588		
	Pliocene		Piacenzian	3.600	
	Ng	Pliocene	Zanclean	5.332	

### II.7.8.2. Le pléistocène

En 1939 Lyell propose de définir au sein du Quaternaire le pléistocène comme période où s'inscrivent les principales glaciations, tandis que l'Holocène terme crée en 1967 par P. Gervais et représente les temps postglaciaires.

En fonction des conséquences climatiques liées aux glaciations le pléistocène a été divisé en trois périodes inégales pléistocène ancien, pléistocène moyen et pléistocène récent voir tableau.

La base du Quaternaire n'a pas été bien définie elle a été attribuée à la villafranchien qui désigne des dépôts lacustres et continentaux plus récents que le pleistocène, c'est une période charnière entre la fin pliocène et le début du pléistocène.

La limite inférieure du Quaternaire a été longuement débattu par des spécialistes climatologues, paléontologues et géologues aux différents congrès internationaux que nous citons brièvement :

1) Le congrès Panafricain de préhistoire tenu à Nairobi en 1947 certains auteurs avaient proposé pour la première fois de placer la base de la série pléistocène l'étage villafranchien qui jusqu'à cette période constituait le terme supérieure du pliocène.

2) Le congrès international de Londres (1948) ainsi que celui d'Alger (1952), lors de ces deux congrès le début de Quaternaire aurait été fixé avec la première grande détérioration climatique enregistrée en Europe soit vers 1,8 millions d'années c'est-à-dire le calabrien.

3) Le congrès de Moscou (1982) et Ottawa (1987) ont maintenu la date de 1,8 millions d'années.

4) Le congrès de Pékin (1991) et Berlin (1995) ont proposé de repousser la base du Quaternaire à 2,4 – 2,5 millions d'années. Cette fois l'échelle de base était le paléomagnétisme (période Gauss et Matuyama).

### **II.7.8.3. Le Quaternaire méditerranéen**

Le bassin méditerranéen constitue un domaine géographique très propice à l'étude du Quaternaire :

- la situation en marge des mondes tempérés et arides
- l'influence de la chaîne alpine (La jeunesse des chaînes montagneuses).
- L'influence de la température de la mer sur les climats.

L'interaction de ces trois caractères va conférer au domaine méditerranéen la majeure partie des trois critères géologiques, morphologiques, et paléoclimatiques.

#### **II.7.8.3.1. Influence de la position géographique**

La position géographique du pourtour méditerranéen aux marges des régions englacées pour la rive Nord et aride pour la rive Sud ; ainsi le Quaternaire méditerranéen subit la succession de phases froides et humides et des conditions climatiques arides et semi-arides.

Les conséquences majeures de tous ces facteurs sont :

- 1) La formation des glaciers d'ablation sur les versants, de puissantes terrasses alluviales et encoches calcaire variés.
- 2) Le soulèvement récent des montagnes méditerranéennes combinées aux variations climatiques favorisent le ravinement et le creusement des vallées.
- 3) Le développement des formes Karstiques les fracturations en (failles, diaclase, horst, grottes) et le climat.
- 4) Le rôle des mouvements tectoniques qui favorisent le soulèvement des terrasses marines et leur agencement en escalier.
- 5) Le dernier point est la succession des civilisations préhistoriques, matérialisés par les objets lithiques et les ossements qui depuis le paléolithique

ancien jusqu'au néolithique, caractérisent les niveaux Quaternaires et leurs confèrent un cachet culturel qui marquent l'intervention de l'homme et son impact sur le paléo environnement.

### **II.7.8.3.2. Chronologie du Quaternaire littoral**

La nomenclature du Quaternaire marin est basée sur la terminologie méditerranéenne qui demeure la mieux établie et correspond sur le terrain à une réalité de sorte que le long des littoraux s'étendent des plages soulevées et des falaises mortes témoins de variations eustatiques et isostatiques. Ces niveaux marins sont affectés par des mouvements tectoniques discordants sur le pliocène, cette nomenclature comporte :

- Le Quaternaire ancien : Calabrien, Sicilien.
- Le Quaternaire moyen

Tyrrhénien lui-même subdivisé en :

- Paléo tyrrhénien (Tyrrhénien I).
- Eutyrrhénien (Tyrrhénien II).
- Néo tyrrhénien (Tyrrhénien III).
- Le Quaternaire récent : Le versilien ou flandrien.

#### **II.7.8.3.2.1. Le Quaternaire ancien littoral**

##### **a- Le Calabrien**

C'est un terme créé par Gignoux M., en 1913. Pour désigner les dépôts marins de Calabre en Italie, qui renferment une faune froide que celle du pliocène à faciès astien, cette faune est représentée par un lamellibranche *Cyprina Islandica* et un foraminifère *Hyalina Baltica* caractéristiques des régions boréales.

Le calabrien a tout d'abord été considéré comme un ensemble froid dans sa totalité mais en réalité, les couches à faunes boréales ne correspondent pas à l'ensemble du Calabrien, dans un contexte paléoclimatique cette subdivision a permis de déceler :

- Un premier refroidissement qui est attesté en méditerranée par l'arrivée d'espèces Nord Atlantiques.
- Une accentuation du refroidissement qui va se traduire par une massive invasion de formes boréales.
- Une disparition des espèces froides et leurs remplacements par une faune banale.

En considérant les critères lithostratigraphiques il est possible de distinguer :

- Un précalabrien à faune banales qui correspond à la phase supérieure du Plaisancien(Astien).
- Un Calabrien typique à faune froide (accentuation du refroidissement), et qui correspond peut être à la régression du Gunz.
- Un Calabrien supérieur dénommé parfois Emilien à faune froide.

#### **b- Le Sicilien**

Ce terme a été créé en 1872 par P. Doderlein pour désigner les dépôts postérieurs à la régression Calabrienne, ils correspondent à des fluctuations climatiques importantes, les faciès marins du Sicilien inférieur à faune froide indiquant l'amorce d'une régression qui se précise au Sicilien moyen tandis que le Sicilien supérieur à faune tempérée représente une transgression.

## II.7.8.3.2.2. Le Quaternaire moyen et récent littoral

### c- Le tyrrhénien

Il est représenté sur tous les littoraux du bassin méditerranéen, ce terme a été créé par A. Issel en 1914. Le tyrrhénien intervient après la phase glaciaire du riss qui correspond à la régression post-sicilienne.

Une faune chaude apparaît en grand nombre représentée par les formations à strombes (*Strombus bubonius*) des côtes méditerranéennes.

En Algérie, les anciens auteurs considèrent que les gisements à faune tyrrhénienne sont à des altitudes inférieures à +15 à +20 m (De Lamothe). Pour Dalloni, 1949. La basse plage Quaternaire qui n'est pas dépourvue de dérangement tectoniques locaux, il l'a situé entre 2 à 10 m entre Arzew et Oran et moins de 5m au Cap Falcon. Aux environs d'Alger C. Arambourg reconnaît la couche à hippopotamus et industrie moustérienne superposée aux grès coquillers et l'attribue au cordon littoral 15-20 m.

En 1954 Dalloni attribue la ligne de rivage connue en Algérie vers + 30 à +35 m dépourvue de toutes espèces tyrrhéniennes au Tyrrhénien vrai (Eutyrrhénien).

Gigout, (1967) Reconnaît entre le Cap Khramis et Tipaza à l'ouest d'Alger deux rivages l'un à 30 m et l'autre à 5 m et les rapporte respectivement, par analogie au Tyrrhénien classique et à l'Ouljien (de la classification marocaine). P. Mars et E. Bonifay évoquent une dislocation du niveau 15-20m et proposent une nomenclature basée sur les critères stratigraphiques et chronologiques :

- Eutyrrhénien (Tyrrhénien vrai à faune typique)
- Paléo-tyrrhénien (dépôts antérieurs)
- Néo-tyrrhénien (dépôts postérieurs).

L'Eutyrrhénien correspond à un niveau de la méditerranée un peu plus élevé que le niveau actuel du aux influences glacio-eustatiques sur les variations de volume des eaux marines. Il est placé dans l'interglaciaire riss - würm.

Au niveau du sahel d'Alger l'unité Tyrrhénienne correspond à la plaine littorale comprise entre 0 et 30 m d'altitude. Betrouni M., 1983. Attribue l'ensemble Tyrrhénien du littoral de la Bouzaréa à une seule et même plage soulevée dont le maximum se retrouve perché à +30 m d'altitude.

Cette plage appartient selon l'auteur au Harounien de la classification du Maroc et Eutyrrhénien de la classification méditerranéenne, ces poudingues et grès coquillers passent progressivement à des grès dunaires attribuées au würm I (présoltanien).

Le Néo-Tyrrhénien (Ouljien) correspond le plus souvent à un mince placage de pétoncles de quelques centimètres d'épaisseur emballé dans une matrice argileuse rougeâtre. Ce stade pourrait correspondre à une simple oscillation marine positive (interstade).

La série est terminée par un épisode continental caractérisé par la séquence de limons rouge grès dunaires qui correspondent aux würm II / III/ IV, (Soltanien).

#### **d- Le Versilien**

Ce terme créé en 1936 par A. Blanc, désigne les dépôts postérieurs à la régression versilienne (flandrienne). La mer serait descendue pendant cette période à - 100 m (E. Bonifay et P. Mars).

La faune est caractérisée par la disparition des faunes chaudes et leurs remplacements par les faunes actuelles.

Le versilien du littoral sahélien Ouest Algérois, M. Betrouni reconnaît deux sous étages l'un plus ancien composé de dalle coquillière de 1m reconnu à Bérard Ouest. L'autre plus récent correspondant aux derniers stades de la transgression versilienne dans la plage de Kouali.

#### **II.7.8.3.2.3. Les unités climato-sédimentaires**

Penck et Bruckner en 1909, ont démontrés dans les régions montagneuses des Alpes bavaroises, l'existence de quatre glaciations successives séparées par des interglaciaires ils les ont appelées de la plus ancienne à la plus récente, Günz, Mindel, Riss et Wurm.

Deux glaciations antérieures à celles-ci ont été définies dans la région viennoise : Donau et Biber, ces glaciations n'ont pas été datées et n'ont pas d'équivalent chronologique qui permet de les situer plus précisément. Ainsi le pliocène, dernière période de l'Ere Tertiaire se termine par une glaciation sur l'Europe entre 2.000.000 et 1.800.000 ans (Donau).

Gunz	1.200.000 à 750.000 ans
Mindel	650.000 à 300.000 ans
Riss	250.000 à 120.000 ans
Würm	80.000 à 8000 ans

Le phénomène glaciaire et interglaciaire (crue et décrue glaciaire) qui a affecté à plusieurs reprises une grande partie des continents au cours du plio-pléistocène s'est traduit dans les domaines périglaciaires et tempérés par des épisodes chauds et humides contemporains des interglaciaires.

Chaque cycle climato sédimentaire est affecté par une alternance de deux phases biologiques biostasie et rhexistasie établit par Erhart, 1956. Dont les conséquences sont très importantes pour la pédogénèse et la biostasie : c'est une phase d'équilibre biologique caractérisée par un développement maximum du couvert végétal (la forêt) qui joue le rôle de filtre des éléments (solubles et insolubles), la sédimentation est principalement chimique :

#### - **La rhexistasie**

C'est une phase de rupture de l'équilibre biologique et la disparition du foret filtre sous l'influence de différents facteurs tel que :

- Le changement climatique.
- Orogenèse.
- Action anthropique.

C'est une étape d'érosion qui donne à la sédimentation un caractère essentiellement détritique.

La notion de cycle climato-sédimentaire parait correspondre à l'un des critères déterminants qui présente le moins d'inconvénients dans l'analyse des complexes sédimentaires quaternaires N. Saoudi, 1982. A cet effet les niveaux marins du pourtour méditerranéen semblent indiquer un réel synchronisme du

cycle sédimentaire de chaque étage et par conséquent de la généralisation du glacio-eustatisme.

#### **II.7.8.4. Terminologie quaternaire**

Le Quaternaire marin méditerranéen souffrait d'une grande anarchie terminologique ( Bonifay E et Mars P., 1959) mais elle demeure aussi la mieux établie et correspond sur le terrain à une réalité certaine ( Saoudi N., 1982).les subdivisions du plio-pléistocène adaptés à la rive Nord méditerranéenne ont leurs équivalents sur la rive sud de la méditerranée, les subdivisions du plio-pléistocène en plaisancien ,Astien,Calabrien, Sicilien, Tyrrhénien, Versilien ont leurs correspondants dans le sahel d' Alger. Cette chronologie est très influencée par l'école marocaine qui marque une très grande progression dans le domaine.

La limite inférieure du quaternaire reste toujours la plus débattue, quant au critère fondamental à prendre en considération pour déterminer cette limite.

#### **II.7.8.5. Les formations continentales du pléistocène supérieur**

##### **II.7.8.5.1. Les formations dunaires**

Les dépôts éoliens (dunaires) consolidés dont les éléments constitutifs ont une origine marine couvrent une étendue considérable sur le littoral Algérien et qui peuvent se prolonger sous le niveau actuel de la mer ces accumulations dunaires appelés aussi éolanites sont post-tyrrhénienne, ont été signalées par plusieurs auteurs (Morel, Gignoux, Balout....) leurs origine éolienne est attribuée par un litage caractéristique, l'absence de grosses coquilles marines et la présence d'Hélix. Elles sont attribuée en général au Würm et que leurs mise en place et corrélative de la régression de la mer tyrrhénienne. Leurs mode de formation a été longuement discuté , il a été attribué à :L'exondation d'une vaste surface de

la plate-forme continentale qui aurait livrée à l'action des vents du large des sédiments marins dont la fraction fine mobilisée par la déflation est transportée au loin se serait accumulée sous la forme de dunes et cimentés par la suite.

D'après les données bibliographiques il existe plusieurs générations d'éolianites post-tyrrhéniennes dont les âges varient du début du Würm jusqu'au commencement de l'Holocène, chaque poussée dunaire est liée à un mouvement transgressif de la mer qui s'est approchée de son niveau actuel sans toutes fois l'atteindre ( Paskoff R et Sanlaville P., 1983).

#### **II.7.8.5.2. Les formations rouges littorales**

Les couches rouges, intercalées entre des dépôts marins tyrrhéniens et dunaires (éoliens) wurmiens (d'après les données bibliographiques), constituent des repères stratigraphiques de grande importance qui traduisent des changements eustatiques et des modifications climatiques.

Leurs étude permet d'affiner la chronologie des événements du Quaternaire supérieur.

Ce types de formations littorales tyrrhéniennes et éoliennes wurmiennes, ont été signalées en maints endroit sur le littoral Maghreb méditerranéen , sur les cotes algériennes ces couches rouges sont très répandues et marquent une étape importante de l'évolution géomorphologique de la cote pendant le Quaternaire récent ,elles sont omniprésente sur le sahel occidental d'Alger nous allons essayer de les caractériser à partir de leurs affleurements dans deux coupes de ce secteur : au niveau de Ain Benian carrière et une autre coupe à l'extrémité ouest du sahel au niveau du rocher plat( région de Bérard).

### **II.7.8.5.3. Aspect géomorphologique**

Dénommée la couche rouge atérienne, cette formation couvre presque toute la frange littorale de l'Algérie son mode de formation a été rapporté aux conditions climatiques humides et chaudes pendant la glaciation wurmienne (Arambourg, 1934).

Les couches rouges constituent des repères stratigraphiques de grande importance et traduisent des changements eustatiques et des modifications climatiques. Elles ont été signalées en maint endroit sur le littoral Maghreb méditerranéen. Leur étude permet une contribution considérable à la chronologie des événements du Quaternaire supérieur. Elles marquent une étape importante de l'évolution géomorphologique de la cote pendant le Quaternaire récent.

Des couches rouges continentales, intercalées dans des formations littorales tyrrhéniennes et éoliennes, ont été signalées en plusieurs endroit sur le littoral Algérien Cette formation rouge témoigne de conditions de pluviosité, et peut-être aussi d'un régime thermique, favorables à la dispersion de sols dont les produits rubéfiés, déplacés par le ruissellement et le colluvionnement ont contribué à empâter les versants et a remblayer les vallons, et à fossiliser des sols d'occupation humaines (présence d'artefacts préhistoriques).

Les coupes présentées dans ce travail permettent d'en identifier au moins deux, elles constituent des repères stratigraphiques essentiels dans l'évolution du littoral pendant le quaternaire récent.

La présence de matériel détritique de différente taille emballée dans les limons rouges traduit un climat favorable à des phénomènes de colluvionnement corrélatifs d'actions érosives sur les versants.

## Chapitre III

### **III.1. Introduction**

L'objectif essentiel de ce travail consiste en une comparaison entre les formations tyrrhéniennes du Sahel Occidental à travers deux coupes types représentatives : la coupe de Ain Benian carrière dans le sahel de la Bouzaréa et la coupe du rocher plat dans le sahel de Tipaza.

L'objectif final de cette étude étant de mettre en évidence des éléments de comparaison entre les formations néo tyrrhéniennes du Sahel Occidental et la caractérisation des dépôts marins et continentaux (fluviatiles et éoliens).

Cette comparaison s'appuie entre autres sur les méthodes sédimentologiques, plus particulièrement la granulométrie qui est utilisée comme test et moyen d'approche sur deux terrains appartenant à un même ensemble géologique et séparés géographiquement. Il s'agit de limons et de grès, qui sont des changements de faciès provoqués par un battement des phénomènes continentaux (éolien, ruissellement) et marins.

### **III.2. Bibliographie**

Le Sahel d'Alger a été choisi comme terrain d'application de cette étude par ce qu'il présente des particularités géomorphologiques et tectoniques particulières et s'intègrent aisément dans les ensembles théoriques plio-pléistocènes.

Les méthodes utilisées sont basées sur les études géologiques classiques.

Il s'agit dans la première étape de procéder par la présentation du milieu physique dans lequel seront définis les limites géographiques et le contexte géologique dans lequel s'est développée la région. Il est à noter que le choix aussi a été soutenu par l'existence du travail réalisé dans le sahel occidental d'Alger pour le plio-pléistocène par N. Saoudi et M. Betrouni qui servira de bases méthodologiques.

On ouvrira dans cette partie un chapitre sur la tectonique de la région, et les problèmes d'altimétrie en relation avec les mouvements eustatiques.

Ceci afin d'intégrer les formations étudiées dans leur environnement géologique et géomorphologique.

Un chapitre est consacré à la préhistoire de la région et les différentes recherches préhistoriques entreprises pour cerner les problèmes liés aux occupations humaines.

### **III.3. Prospection de terrain**

Nous avons prospecté tout le littoral occidental du sahel d'Alger afin de mieux comprendre les unités et les sous unités stratigraphiques et d'essayer de les intégrer dans les ensembles théoriques plio-pléistocène.

### **III.4. Relevés stratigraphiques**

Ce travail est basé sur une comparaison entre les formations continentales post tyrrhéniennes du sahel occidental d'Alger à travers deux coupes types représentatives Fig. Cette comparaison s'appuie entre autre sur les relevés stratigraphiques utilisés comme support d'approche sur deux terrains appartenant à un même ensemble géologique et différenciés par un substrat différent.

Suite à l'étude de terrain, nous avons dressé les coupes stratigraphiques du Tyrrhénien Leur étude a permis, dans un premier temps, de faire un découpage lithostratigraphiques et dans un second temps, d'apporter confirmation et précisions sur la nature des sédiments et leurs modes de transport et de dépôt.

### **III.5. Echantillonnage**

un échantillonnage systématique a été réalisé lors de nos sorties de terrain nous avons effectués 10 échantillons sur la coupe de Ain Bénian carrière ainsi que huit autres dans la région du rocher plat plus à l'ouest

### **III.6. Analyses sédimentologiques**

L'étape suivante c'est l'analyse des sédiments au laboratoire (morphologie, granulométrie, lames minces et minéralogie des argiles), elle permet de répondre aux interrogations suscitées sur le terrain.

A travers l'examen des coupes stratigraphiques établies sur le terrain et l'analyse sédimentologiques des formations rencontrées qui conduit à proposer un modèle d'interprétation chronologique des événements ayant marqués la région. La mise en évidence des séquences sédimentaires à la fois marines et continentales pourrait nous guider vers une interprétation géomorphologique.

#### **III.6.1. Analyse granulométrique**

La sédimentologie est une méthode technique qui sera appliquée à un terrain cohérent et significatif pour aboutir à une meilleure compréhension des phénomènes et processus sédimentologiques. Elle renseigne sur la nature du dépôt autant d'un point de vue qualitatif (texture du sédiment) que quantitatif (la granulométrie).

##### **III.6.1.1. Notions élémentaire de granulométrie**

Elle a pour objet de mesurer la taille des grains et de connaître la fréquence statistique des différentes tailles qui constituent une formation géologique, (Miaskovsky JK., 1990). Elle renseigne sur l'origine et surtout sur le mode de formation et de transport du matériau étudié.

Dans cette étude la granulométrie a été appliquée sur des sédiments non décalcifiés pour le sédiment meuble tel que les limons, et décalcifiés pour les sédiments compact tel que les grés.

#### a- La classe granulométrique

C'est l'intervalle entre deux tailles, elle est représentée par une population exprimée par une certaine grandeur qui est le nombre de grains ou le poids dont les éléments ont une dimension comprise entre deux grandeurs qui sont des limites de classe.

#### b- Le classement des sédiments

On classe habituellement les sédiments suivant la taille des grains qui les constituent, la terminologie la plus courante est la suivante :

- 1) **Les rudites:** blocs, galets, graviers- diamètre supérieur à 2mm.
- 2) **Les arénites:** sables  $2\text{mm} > \text{Diamètre} > 0,063\text{mm}$  ou  $0,040\text{mm}$   
 $63\mu\text{m}$  ou  $40\mu\text{m}$

Dans la classe des arénites on a plusieurs sous classes (s/c) :

Sable très grossiers	D = 2 à 0,5mm
Sable grossier	D = 0,5 à 0,25mm
Sable moyen	D = 0,25 à 0,125mm
Sable fin (sablon)	D = 0,125 à 0,063mm ou 0,04mm

- 3) **Les lutites :** Les éléments de cette classe ont un diamètre inférieur à  $0,063\text{mm}$  ou  $0,040\text{mm}$ .

Dans la classe des lutites on a deux sous classes (s/c) :

s/c des Silts (limons) :  $D = 0,040\text{mm}$  ou  $0,063$  à  $0,02\text{mm}$

s/c des Argiles :  $D$  inférieur à  $0,02\text{mm} = 2\mu\text{m}$

La technique de mesure granulométrique diffère selon la gamme des tailles des éléments et leurs présentations :

- Granulométrie de la fraction grossière ( $D > 40\mu\text{m}$ )
- Granulométrie de la fraction fine ( $D < 40\mu\text{m}$ ).

### **III.6.1.2. Protocole de manipulation**

La granulométrie a été effectuée par analyse laser sur des particules de  $0,1\mu\text{m}$  à  $3000\mu\text{m}$  par le Laboratoire de Géo Environnement de l'USTHB (appareil de type Laser Scattering Particle Size Distribution Analyzer LA-950).

#### **a- Représentation graphique**

La taille de l'ensemble des grains d'un échantillon se répartissent de manière aléatoire statistique autour d'une valeur moyenne répondant à la loi normale (Laplace-gauss). Il est donc possible de représenter graphiquement cette répartition granulométrique de plusieurs façons différentes selon l'utilisation qu'on veut en faire.

#### **b- Les courbes granulométriques**

C'est la combinaison de plusieurs représentations graphiques issues de l'étude granulométrique :

### **c- Histogramme et courbes de fréquence**

L'histogramme de fréquence est la représentation graphique la plus simple puisqu'elle repose directement sur le pourcentage de chaque refus de tamis qui sera reporté sur l'axe des ordonnées et en abscisses les dimensions des mailles

L'intérêt majeur de l'histogramme de fréquence est de mettre en évidence les modes granulométriques.

La courbe de fréquences obtenue en reliant les points de chaque milieu de rectangle de l'histogramme (centre des classes granulométriques), la courbe ainsi interprétée devient une courbe de fréquence et sa forme indique le degré de classement du sédiment.

### **d- Les courbes cumulatives**

Elle est obtenue en cumulant les refus des tamis, les poids des sédiments recueillis sur chaque tamis et convertis en pourcentages pondéraux, ils sont reportés sur un graphe semi-logarithmique, en portant ordonnées le poids en pourcentage et en abscisses le diamètre d'ouverture des mailles des tamis. Ce mode de représentation est très utilisé et bien représentatif du sédiment.

Les courbes enveloppes sont constituées à partir d'un ensemble de courbes cumulatives appartenant à un même niveau ou à une même couche géologique, elles montrent un espace de distribution plus ou moins réduit

L'interprétation de ces courbes ne peut se faire sans la connaissance de certains paramètres. On distingue 02types de paramètres qui rendent compte de la position de la courbe granulométrique sur l'échelle des dimensions c'est sa dispersion et sa forme.

### e- Les paramètres de dispersion

D'une manière générale on utilise comme paramètre le diamètre correspondant à un pourcentage remarquable qui varie de 0 à 100% appelé le quartile :

Nous avons le :

Quartile inférieur Q1 : diamètre du grain dont l'ordonnée est à 25% du poids total du sédiment.

La moyenne ou la médiane Q2 : diamètre du grain dont l'ordonnée est à 50% du poids total du sédiment.

Le quartile supérieur Q3 : diamètre du grain dont l'ordonnée est à 75% du poids total du sédiment.

Le mode : il correspond au point d'inflexion vertical de la courbe cumulative; il est considéré comme la dimension la plus significative de la distribution granulométrique.

### f- Les paramètres de forme

C'est la description de la représentation graphique par deux sortes d'indices de classement

### g- Indice de classement de Trask (sorting indice)

$$S_0 = \sqrt{\frac{Q_3}{Q_1}}$$

Sédiment bien classé	$S_0 < 2,5$
Sédiment normalement classé	$2,5 < S_0 < 3,5$
Sédiment assez bien classé	$3,5 < S_0 < 4,5$
Sédiment mal classé	$S_0 > 4,5$

## h- Indice d'asymétrie de Skweness (Sk)

Il indique le tri par rapport à la médiane.

$$SK = \frac{Q3.Q1}{Q2}$$

Classement maximum du coté grossier.	$S0 < 2,5$
Classement maximum du coté fin	$2,5 < S0 < 3,5$
Classement régulier dans la médiane, parfaite symétrie	$3,5 < S0 < 4,5$

L'indice d'asymétrie est nul lorsque la courbe est parfaitement symétrique, négatif lorsque la fraction sableuse fine est mieux classée et positif si la fraction sableuse grossière est la mieux classée.

## III.6.2. Analyses physico-chimique

### III.6.2.1. La calcimétrie

On procède par traitement du sédiment à l'acide chlorhydrique (HCl) à 10v, elle permet d'estimer le taux des carbonates dans le sédiment.

### III.6.2.2. La minéralogie des argiles (la fraction < à 40µm)

Elle à été réalisée par diffractométrie des rayons x et permet la détermination des minéraux argileux et l'estimation semi quantitative des différentes espèces minéralogique par comparaison de la hauteur pics à partir de diffractogrammes.

### **III.6.2.3. La morphoscopie**

C'est l'observation à la loupe binoculaire des grains de quartz et l'estimation du degré d'usure peut nous renseigner sur le moyen de transport et la distance approximative de la source d'apport.

### **III.6.3. Analyse micromorphologique**

L'observation macroscopique est complétée par l'observation à l'échelle microscopique et pour cela 08 lames minces ont été confectionnées au niveau de la coupe d'Ain Benian carrière. Pour la région du rocher plat nous sommes basée sur les résultats de M. Betrouni, 1978.

### **III.6.4. Conclusion**

Les courbes granulométriques permettent donc de caractériser un sédiment et ainsi de définir des ensembles au sein de ce sédiment en tenant compte toutefois des autres techniques d'analyses. L'identification minéralogique permet de déterminer les conditions de dépôt et les agents de la sédimentation. L'étude systématique des grains de quartz (morphoscopie) apporte de précieux renseignements sur les conditions de transport et de mise en place du matériel détritique et de déceler d'éventuels remaniements.

# Chapitre IV

## **IV- Etude stratigraphique**

### **IV.1. Introduction**

Le pléistocène supérieur est représenté sur le littoral du sahel occidental d'Alger par des dépôts marins et continentaux (dunaires).

La plateforme côtière varie de 50 à 500m de largeur selon les endroits, elle est essentiellement formée par des assises gréseuses marines ou continentales à intercalations rougeâtres renfermant des objets lithiques attribués à l'atérien.

Sur le littoral de la Bouzaréa nous avons une succession de trois niveaux marins étagés : à +30m (pied d'une falaise), un autre à 15/18m (base de remplissage des grottes littorales) le troisième à +5/6m attribués par M. Betrouni aux étages Harounien et Ouljien de la classification marocaine, leurs étages correspondant sont l'Eutyrrhénien et le néo tyrrhénien (d'après la classification E. Bonifay et P. Mars) de la classification du quaternaire méditerranéen.

Le site choisi pour cette région est la coupe de Ain Bénian carrière où le support géologique est le massif de Bouzaréa.

Une autre coupe est choisie sur le Sahel proprement dit (Littoral de Tipaza) où le support géologique est marneux (le pliocène) pour cela nous avons choisi les formations dunaires pléistocènes de la région Bérard (la station du rocher plat).

La méthodologie adoptée pour l'étude est basée sur les études géologiques classiques entre autres la géologie du quaternaire afin d'intégrer les dépôts dans un environnement géomorphologique et géologique qui vont servir à l'évaluation des sources d'apport du matériel.

Nous aborderons par la suite la lecture des coupes stratigraphiques afin de comparer les différentes zones d'accumulation dunaire (position par rapport au substrat). Cette description classique des formations a été faite à partir d'observation directe sur le terrain.

Une analyse sédimentologique réalisée sur la coupe d'Ain-Bénian carrière afin de nous orienter vers une classification de formations rouges intermédiaires et moyennes. Ainsi que la confection de 08 lames minces pour l'analyse micro morphologique.

## **IV.2. Le sahel de Bouzaréa**

La zone d'étude que délimite le Sahel de la Bouzaréa, présente une morphologie côtière à falaises abruptes, elle est divisée en deux zones morphologiquement distinctes :

- Le promontoire de Rais Hamidou (entre Bouloughine et Cap Caxine).
- La baie d'Ain-Bénian (comprise entre Cap Caxine et Ras Acratta).

Sur le littoral de la Bouzaréa la plaine côtière est absente le long du promontoire de Rais Hamidou, elle est remplacée par le flanc rocheux abrupt du massif qui plonge directement dans la mer. Ce flanc est formé par les schistes et calcaires métamorphiques recouvert par endroit de nappe alluvial, cône de déjection et des limons rouges à élément hétérométrique, il y a absence de formations gréseuses dunaires.

Le long de la route nationale n°11 qui longe la falaise côtière du littoral de la Bouzaréa plusieurs grottes ont été découvertes pendant l'époque coloniale (Souville G., 1953).

ces grottes sont remplis pars des limons rouges et des ossements d'animaux, le plancher de ces grottes est constitué de dépôts marins quaternaires (Grés coquillés et poudingues) selon la description des anciens auteurs (Souville G., 1953) car on note la disparition de ces grottes suite à l'urbanisation de la région.

#### **IV.2.1. Le remplissage des grottes du promontoire Rais Hamidou**

##### **IV.2.1.1. La grotte de la pointe Pescade**

Cette grotte a disparu en 1879 à la suite des travaux de carrières, l'examen du remplissage a permis de dresser la stratigraphie suivante, de bas en haut nous avons la succession de :

- Un seuil a serpules de 0,25m ce niveau correspondrait à la plage marine de +15/20m.
- Limon rouge à débris schisteux anguleux (0,5m).
- Débris schisteux éboulés et roulés (0,25m).
- Une terre rougeâtre et limoneuse a concrétion calcaire avec des ossements d'animaux partiellement encroutés (5 à 6m).

##### **IV.2.1.2. Grotte ancienne des bains romains**

Découverte en 1900 lors des travaux d'exploitation calcaire, c'est une grotte creusée dans les calcaires métamorphiques dont l'ouverture faisait face à la mer à 15m d'altitude. Le remplissage est constitué par un dépôt marin, grés coquillers et poudingues. Des ossements répartis dans une terre grisâtre.

### **IV.2.1.3. Deuxième grotte des bains romains**

Situé à une altitude de + 15/18m au-dessus du niveau de la mer, présente une ouverture face à la mer, elle présente de bas en haut la stratigraphie suivante:

- Des grés grossiers riches en coquilles marines reposant directement sur le substrat de calcaire bleu.
- Terre sablonneuse contenant des vertébrés des coquilles marines (0,5m).
- Couche de terre graveleuse à ossements de vertébrés (1,5m).

### **IV.2.2. Le littoral d'Ain Bénian**

La baie d'Ain-Bénian est située sur la bande côtière comprise entre les deux pointements rocheux de Cap Caxine à l'est et le Ras Acratta à l'ouest et s'étend sur environ 5Km de part et d'autre des deux pointements rocheux. Dans cette partie du littoral de la Bouzaréa on remarque un passage latéral des limons rouges et grés dunaires ils se généralisent de plus en plus vers l'ouest pour atteindre parfois plus de 15m d'épaisseur.

La cote est essentiellement rocheuse constituée par le substratum calcaire ou schisteux et un ensemble pléistocène à intercalation de grés et limons rouges.

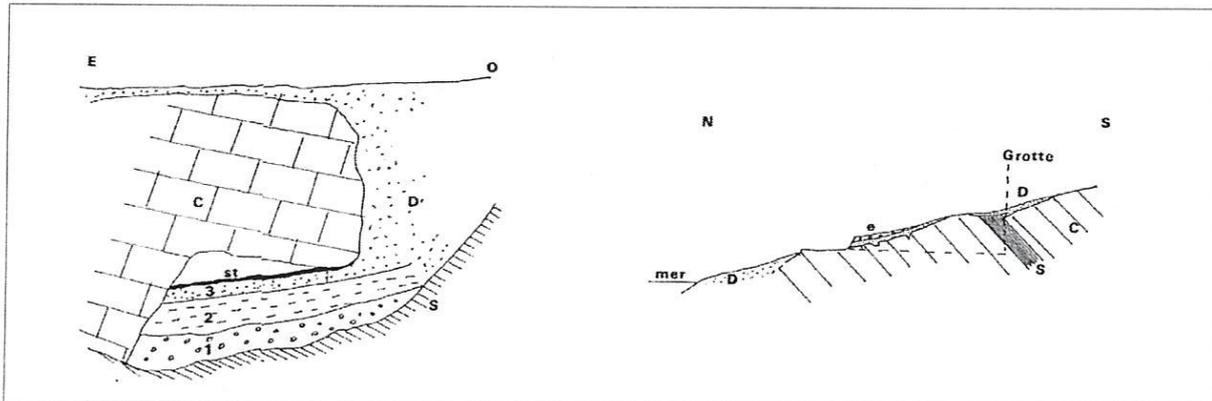
#### **IV.2.2.1 Le remplissage des grottes du littoral d'Ain Bénian**

#### **IV.2.2.2. Grotte Sintés**

Cette grotte n'existe plus, elle se trouvait dans la carrière du même nom, sur la route littorale entre Alger et Ain Benian. Elle correspond à une diaclase ouverte dans les schistes métamorphique et calcaires du socle de Bouzaréa. Elle a été étudiée par (Arambourg C., 1922 – 1930). (Fig. 8).

Le remplissage de la grotte sintés est constitué de bas en haut par :

- Une couche terreuse brun rougeâtre, conglomérée et formée surtout d'éléments schisteux 0,80 m d'épaisseur.
- Couche brune avec débris quartzeux avec beaucoup d'ossements 0,7 m d'épaisseur.
- Couche grés-sableuse et sables siliceux dunaires avec ossements 0,4 à 0,5 m d'épaisseur.



**Fig. 8** Description stratigraphique des grottes d'Ain Bénian d'après (Marchand H.)

À gauche, coupe de la grotte Sintés

À droite, coupe littorale passant par la grotte Sintés (Ain Bénian).

C : calcaire bleu ; D : grés dunaires ; E : Brèche éluvienne ; S : schistes ;

St : stalagmite. 1, 2, 3 : remplissage de la grotte.

### Contenu paléontologique:

- Rhinocéros Mercki.
- Equus (Zébra).
- Bubalus antiquus.
- Bos primigenius.
- Bubalus antiquus.
- Antilope canna.

- *Gazella crassicornis*.
- *Cervus algericus*.
- *Camelus cfr.dromaderius*.
- Des félidés (dont *Hyaena crocuta*), le *Lycaon*, du phacochère.

#### **IV.2.2.3. Grotte Anglade**

Elle fut découverte en 1934 lors de l'exploitation des calcaires, elle se trouve à 17/18m d'altitude. La grotte à été vidée de son contenu par les carriers de l'époque, le matériel a été jeté à la mer. Les travaux suivis par le Dr H. Marchand ont fournis les résultats suivants ;\_de bas en haut nous avons :

- Poudingue marin à patelles, pétoncles, gastéropodes et tubes de serpules (0,50m).
- Sur les poudingues des cendres avec traces de foyers ; dans ce niveau se trouvent de nombreux ossements d'animaux brisés parfois calcines ainsi que des coquilles marines (1m).Ce niveau contient de l'industrie humaine( quelques silex et de nombreux fragments de quartz.
  - Une épaisse couche d'argile rouge sableuse à ossements (2,50à3m).
  - Un grès calcaire qui se trouve en continuité avec le recouvrement dunaire qui couvre toute la surface du coteau. Ces grès contiennent des ossements d'animaux (vertèbres).

#### **Contenu paléontologique**

La faune a été étudiée par le Pr ARAMBOURG, elle présente les caractéristiques de la faune du paléolithique moyen Nord-Africain à peu près identique à celle de la grotte Sintès :

- Rhinocéros Mercki.
- Equus (Zébra).
- Bubalus antiquus.
- Bos primigenius.
- Bubalus antiquus.
- Hippopotamus amphibius.

### **IV.3. La station d'Ain Bénian carrière**

#### **IV.3.1. Introduction**

Une coupe a été levée au niveau du littoral de la carrière d'exploitation calcaire de Ain-Bénian, cette coupe présente deux parties ;

- La coupe Ain Benian carrière A . Fig.9
- La coupe Ain Benian carrière B . Fig.10

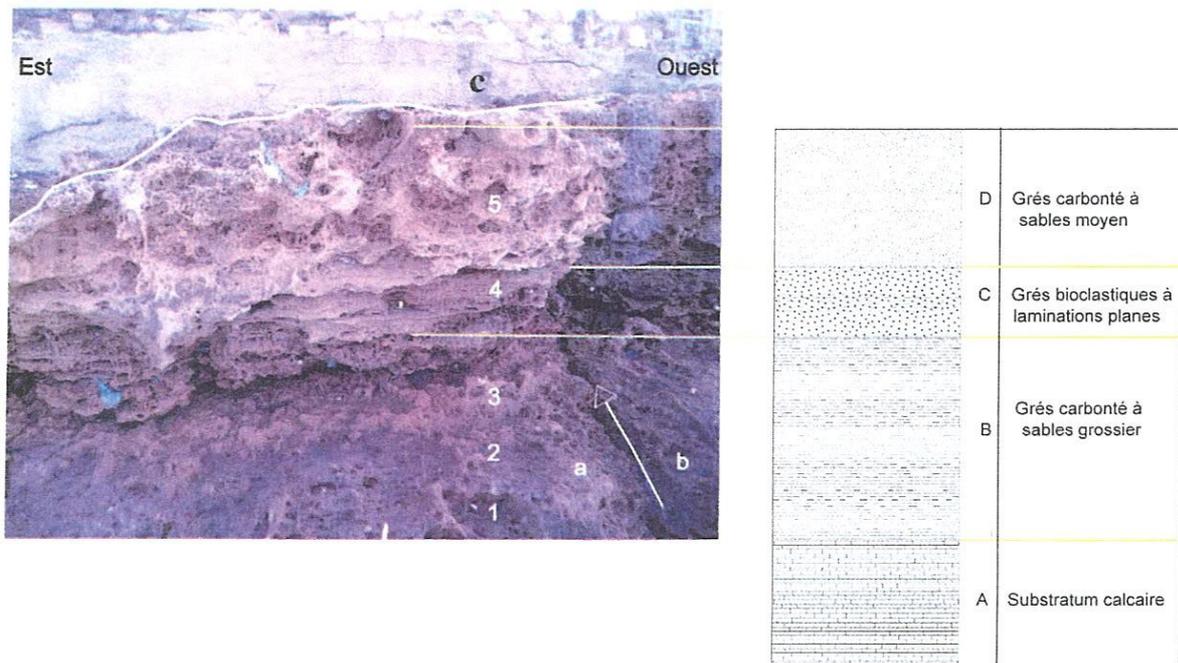
#### **IV.3.2. Description stratigraphique**

La coupe est orientée Est-Ouest (Fig.9) en contrebas d'une falaise de 10m de hauteur, elle présente la succession suivante :

Depuis le niveau de la mer jusqu'à la hauteur de 4/5 m nous avons une succession de formations marine gréseuse façonnée par les vagues.

Les grés présentent un caractère très induré à ciment calcaire, ces grés sont interrompus par la construction d'un mur de pierre pour colmater la paroi gréseuse qui se termine au niveau de la route inférieure par des limons rouges. Cette formation gréseuse présente une inclinaison vers l'est.

### IV.3.2.1. Coupe A



**Fig.9** Coupe stratigraphique A de Ain Bénian carrière

(1, 2, 3, 4, 5) Emplacements du prélèvement sédimentologique

→ Faille (Cassure)

a - Bloc soulevé

b - Bloc affaissé

c - Mur colmaté

#### **a- Lithofaciès de la coupe A (Fig 9)**

A: Substratum calcaire

B : Grès carbonatés à sables grossiers

C : Grès bioclastiques à laminations planes & encroutements calcaires

D : Grès carbonaté à sables moyens

## b- Descriptions de la coupe A



**Fig.11** Détails de la coupe A de Ain Bénian carrière.

1, 3 Encroutements calcaires.

2 Laminations planes.

Il présente des stratifications horizontales

### IV.3.2.2. Coupe B

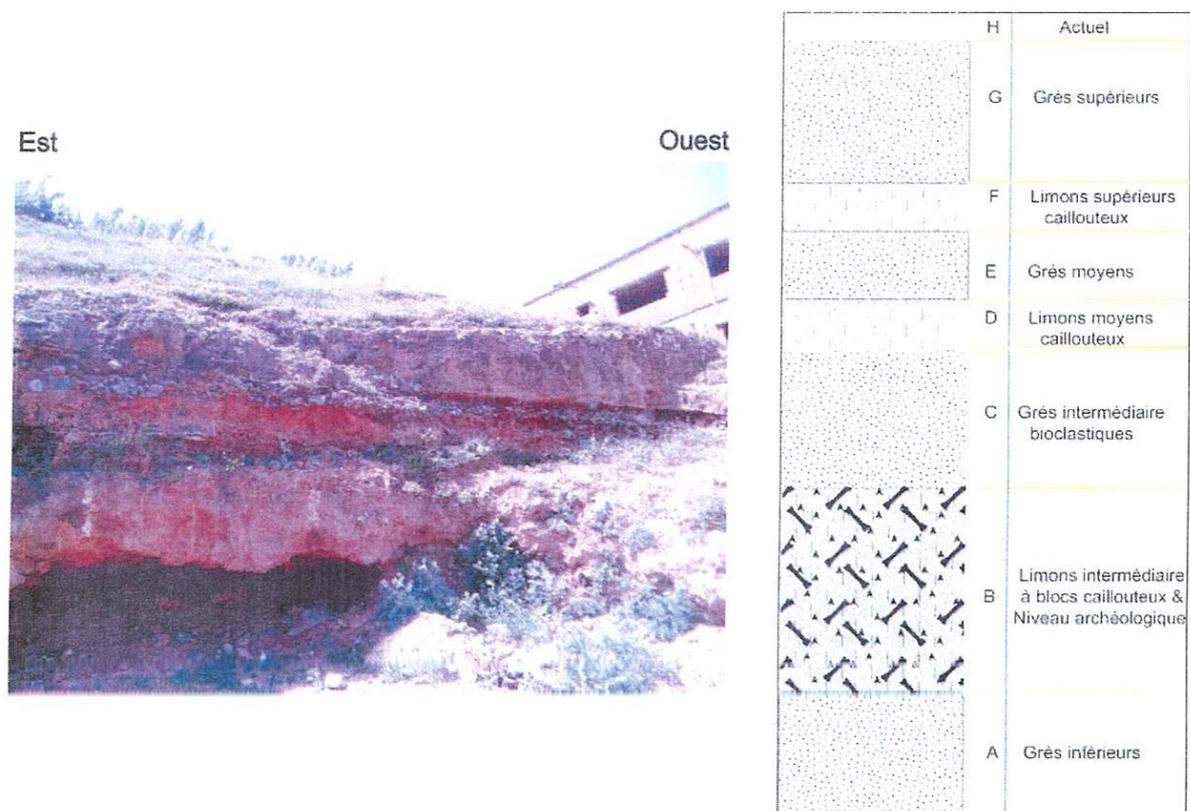


Fig.10 Coupe stratigraphique B de Ain Bénian carrière

#### a- Lithofaciès de la coupe B

A : Substratum calcaire

B : Limons intermédiaires à blocs caillouteux & niveau archéologique

C : Grès intermédiaires

D : Limons moyens

E : Grès moyens

F : Limons supérieurs caillouteux

G : Grès supérieurs

H : Formation actuelle

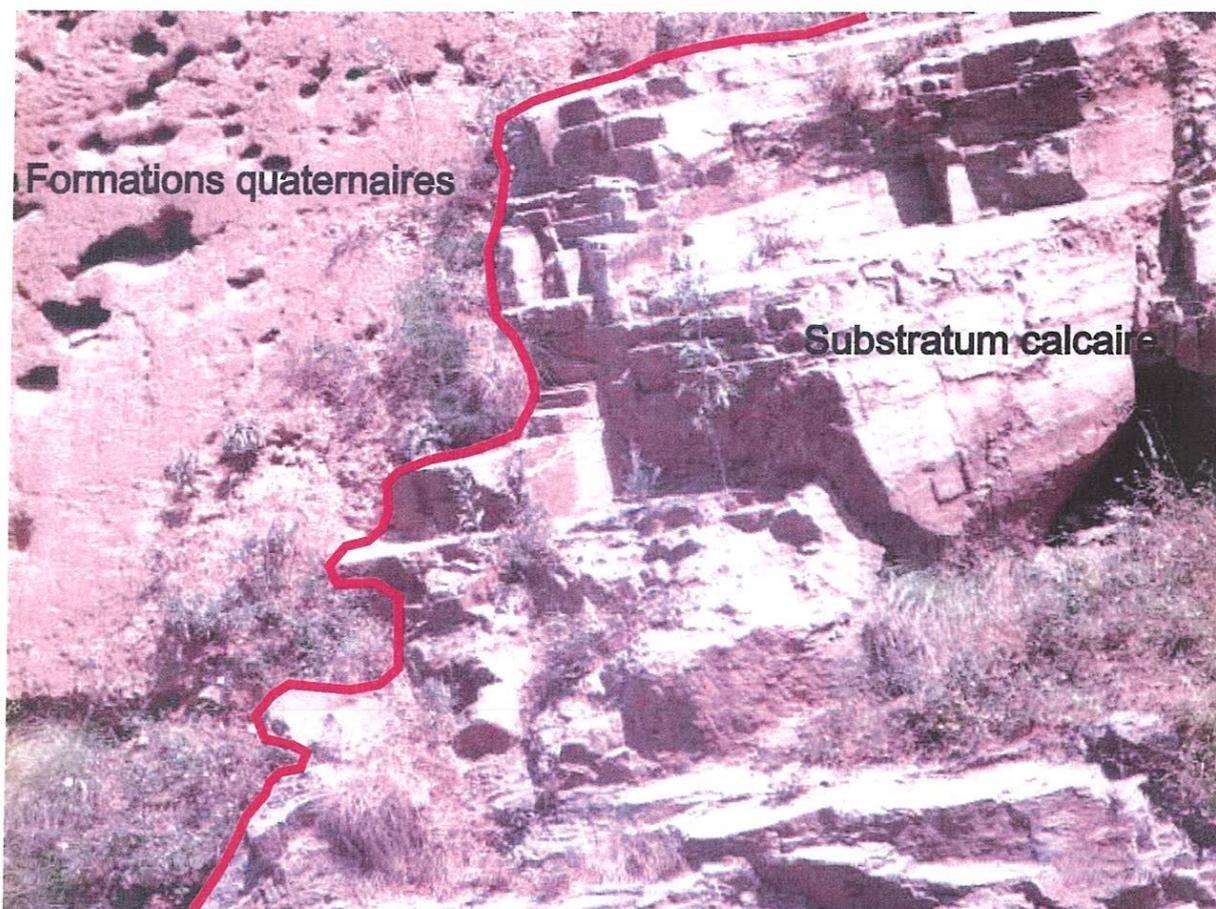
## **b- Descriptions de la coupe B**

Cette coupe a été réalisée sur la route nationale n11 qui se trouve à une altitude de 25m au-dessus du niveau actuel de la mer Fig.10

Cette coupe représente une formation dunaire intercalée de limons rouges, elle est située à une cinquantaine de mètres à l'Ouest de la carrière, sur la route inférieure dans le prolongement Est- Ouest parallèlement à la cote.

Cette tranchée présente une longueur de 50 m et une hauteur de 06m .Elle est limitée à l'Ouest par un banc de calcaire déchiquetés contre lequel butent les limons inférieurs et les grès intermédiaires. A l'extrémité Est la formation est limitée par la bifurcation de la route littorale inférieure qui rejoint la route littorale supérieure.

De bas en haut de la coupe nous avons une intercalation de bancs gréseux et des couches limono-argileuses rougeâtre qui ont la particularité de contenir des cailloux de différentes taille, la couche inférieure présente une épaisseur importante. A l'extrémité Ouest cette formation dunaire est limitée par un banc calcaire solidaire du substratum (Fig.12)



**Fig.12** Banc calcaire métamorphique (Socle) à l'extrémité Ouest de la coupe B.

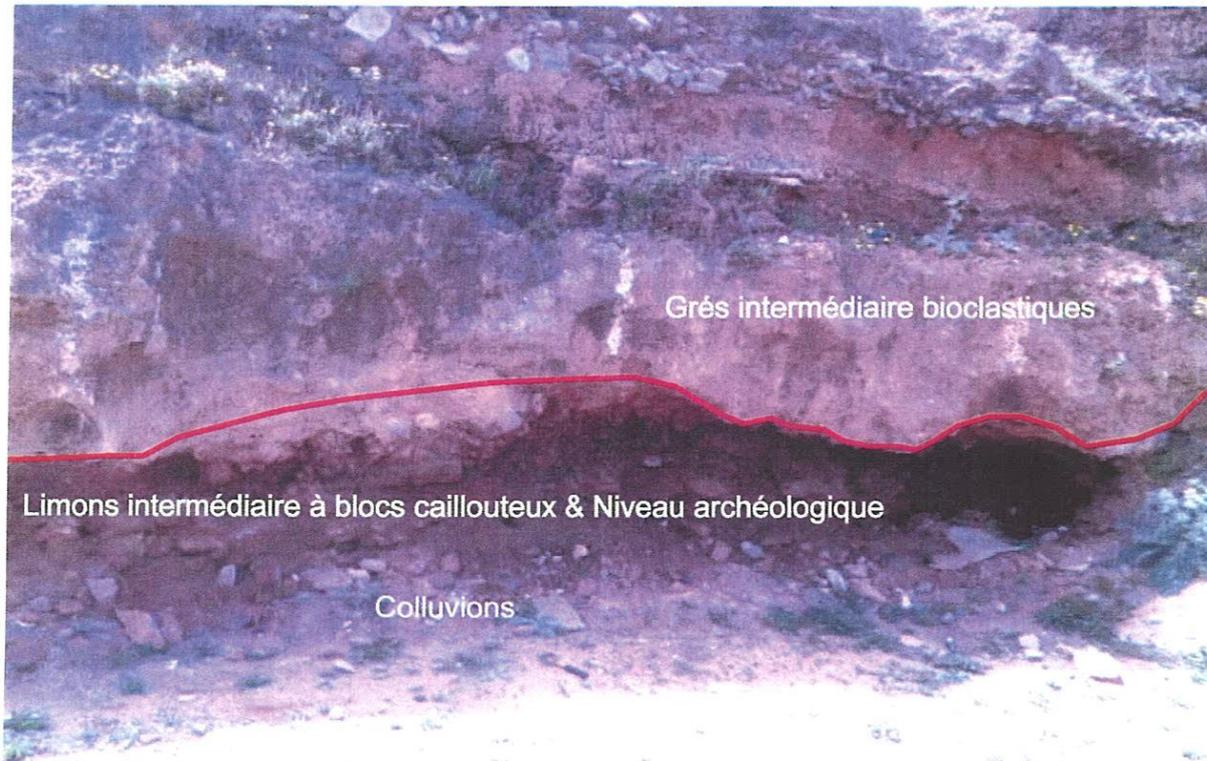
Ce banc déchiqueté est surmonté à cet endroit par les grés et les limons intermédiaires. Un autre affleurement du socle calcaire est aperçu à l'extrémité Ouest.

De bas en haut de la coupe nous avons :

Les **limons intermédiaires** se présentent sur une épaisseur de 1m par rapport à la route (Fig.13) mais on les retrouve quand on passe de l'autre côté de la route en descendant vers la mer donc son épaisseur peut être estimée à 3,5m sa couleur tend vers le rouge brique, elle contient beaucoup d'éléments clastiques, ces éléments sont de différentes tailles (en forme de plaquettes) constitués essentiellement de calcaire, cipolins, gneiss (Fig.14).

Est

Ouest



**Fig.13** Contact limons intermédiaires et grés intermédiaires.

La présence de plus en plus fréquente de gros blocs anguleux, de sables quartzeux emballés dans des sables rouges, montre une dynamique de mise en place par colluvionnement qui a permis le remplissage d'une entaille préexistante, les fragments de cailloux sont disposés (Fig.14)

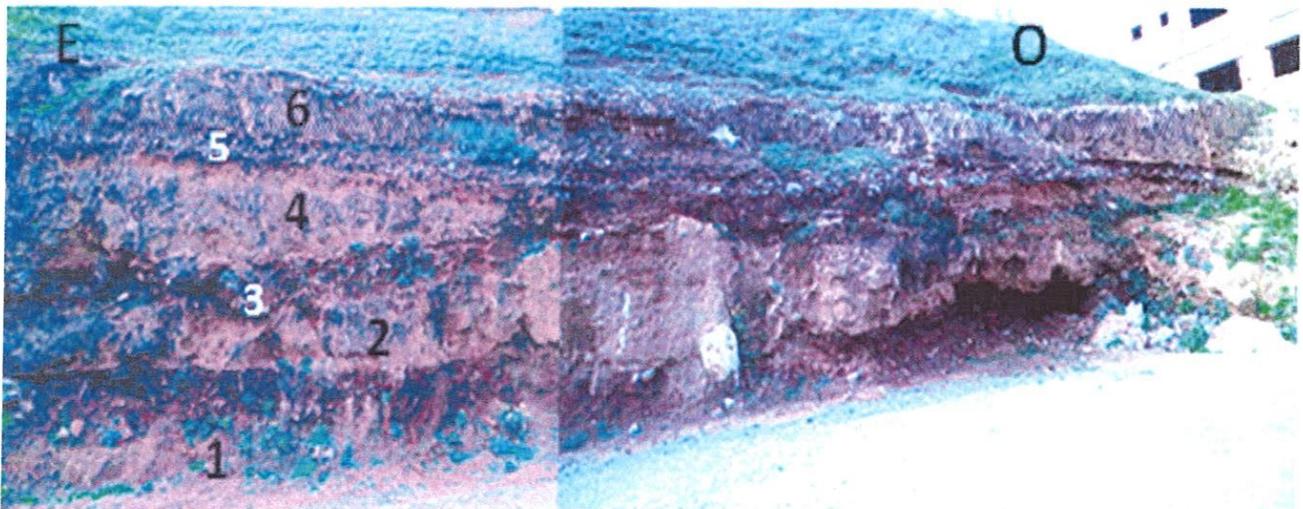


**Fig. 14** Détails de la couche de limons intermédiaires (colluvions).

De manière aléatoire, on note l'inexistence de litage. Ces cailloux ont été déposés en même temps que la formation limono-argileuse qui les contient, on note l'absence aussi d'éroulé sur ces éléments grossiers ceci caractérise un sédiment transporté sur une courte distance avec une dynamique de mise en place par colluvionnement. C'est cette couche qui constitue le remplissage des grottes au niveau du sahel de la Bouzaréa. A cet endroit elle fait suite à des grès dunaires.

**Les grès dunaires intermédiaires** cette formation gréseuse est bien représentée sur cette coupe, on la retrouve superposée au dessus des limons argileux appelé limons intermédiaires (Fig.13), leurs épaisseurs varie d'un endroit à l'autre, elle est de l'ordre de 3m au niveau de la coupe B et elle peut atteindre 10m au niveau même de la carrière.

**Les limons rouges moyens** est une couche rouge orangée est moins importante en épaisseur que la couche de limons inférieurs, les éléments clastiques sont de moins en moins important en volume et en nombre(Fig.15). Ils sont de couleur rouge qui tend vers le brun et présentent des traces de racines et des coquilles d'hélix. D'après la bibliographie ils n'ont jamais livrés d'industrie préhistorique ni ossements d'animaux (Betrouni M., 1983). Ils contiennent des fragments de brèches anguleux et beaucoup de fragments coquillers.



**Fig.15** Coupe B, vue générale

1. Limons intermédiaires.
2. Grès intermédiaires.
3. Limons moyens.
4. Grès moyens.
5. Limons supérieurs.
6. Grès supérieurs.

**Les grés dunaires moyens** présentent une épaisseur de 1m qui diffère d'un endroit à l'autre, ils sont de moins en moins compacts, avec des passées sableuses.

**Les limons rouges supérieurs** ce niveau est très réduit et présente une épaisseur de moins de 40cm, contient des fragments caillouteux de petites tailles, sa couleur tend vers le brun.

**Les grés dunaires supérieurs** sont de moins en moins compacts leurs épaisseur est de 60cm elle varie par endroit ils terminent cette série par des alluvions récentes.

#### **IV.3.2.3. Synthèse stratigraphique**

##### **- Coupe A**

Cette série de grés marins correspond probablement à des dépôts infralittoraux, déposés sous une tranche d'eau peu profonde. Cette série gréseuse présente un léger pendage vers l'Est et se prolonge en mer, la limite inférieure se retrouve immergées.

##### **- Coupe B**

D'après les données observées sur le terrain nous avons une intercalation de dépôts dunaires hérités de la désagrégation de plages marines (existence de débris coquilliers de plage) avec une intercalation de dépôt continentale limono – argileux rubéfiés et qui présente des fragments (colluvions) de taille considérable déposé en même temps que les limons.

Dans la coupe B, les grés dunaires inférieurs de la coupe A, se retrouvent sous les limons rouges intermédiaires, ils présentent une couleur jaunâtre, ils ont été

colmaté par un mur en pierre vers l'extrémité nord ces grès sont disposés sur le substratum calcaire. Nous n'avons pas pu estimer leurs épaisseurs mais quand on regarde de part et d'autre, leur extension à l'Est et vers l'Ouest varie entre 3 et 4 m.

Au niveau de la carrière ces grès sont complètement abrasés par les limons rouges intermédiaires.



**Fig.16** Grès dunaires inférieurs ravinés par les limons rouges intermédiaires.

La surface d'abrasion les calcaire métamorphique du socle de la Bouzaréa, cette surface est ravinée par les limons rouges.

## **IV.4. Rocher plat**

### **IV.4.1. Introduction**

Un autre cas de figure a été choisit appartenant à la même entité géomorphologique qu'est le sahel occidental c'est la région de rocher plat qui fait partie des formations continentales du sahel de Tipaza (F.) L'assise géologique est dans cette portion du littoral différente du sahel de Bouzaréa ici elle est plastique c'est les marnes plaisanciennes.

Dans cette zone nous avons deux terrasses marines : une terrasse inférieure représentée par des poudingues et grés coquillers et une terrasse supérieure représenter par une lumachelle à pétoncles, ces deux terrasse marines sont séparées par les grés dunaires inférieures.

Rocher Plat désigne une petite agglomération d'habitations située sur la plaine côtière, à 60 km à l'Ouest d'Alger, des coordonnées  $\varphi : 2^{\circ}33'$  et  $G : 36^{\circ}35'$ .

En contrebas de l'agglomération un sentier aboutit à la crique du Rocher Plat. Cette crique est formée d'une plage de sable, de galets et de gros blocs. Elle est en grande partie recouverte d'algues provenant d'herbiers à Posidonies. La route littorale principale constitue la limite Sud et se trouve à 25m d'altitude. La zone est traversée par Oued Rhiran qui prend sa source à 185m d'altitude.

Les falaises, d'orientation Est-Ouest, qui bordent la crique peuvent atteindre 10m de hauteur. Nous avons visité cette région avec Mr Betrouni et nous avons revisité les deux coupes qu'il avait lui-même décrit dans sa thèse 1983.



**Fig. 17** Vue générale de la crique de rocher plat

## IV.4.2. Description stratigraphique

### IV.4.2.1. Coupe A

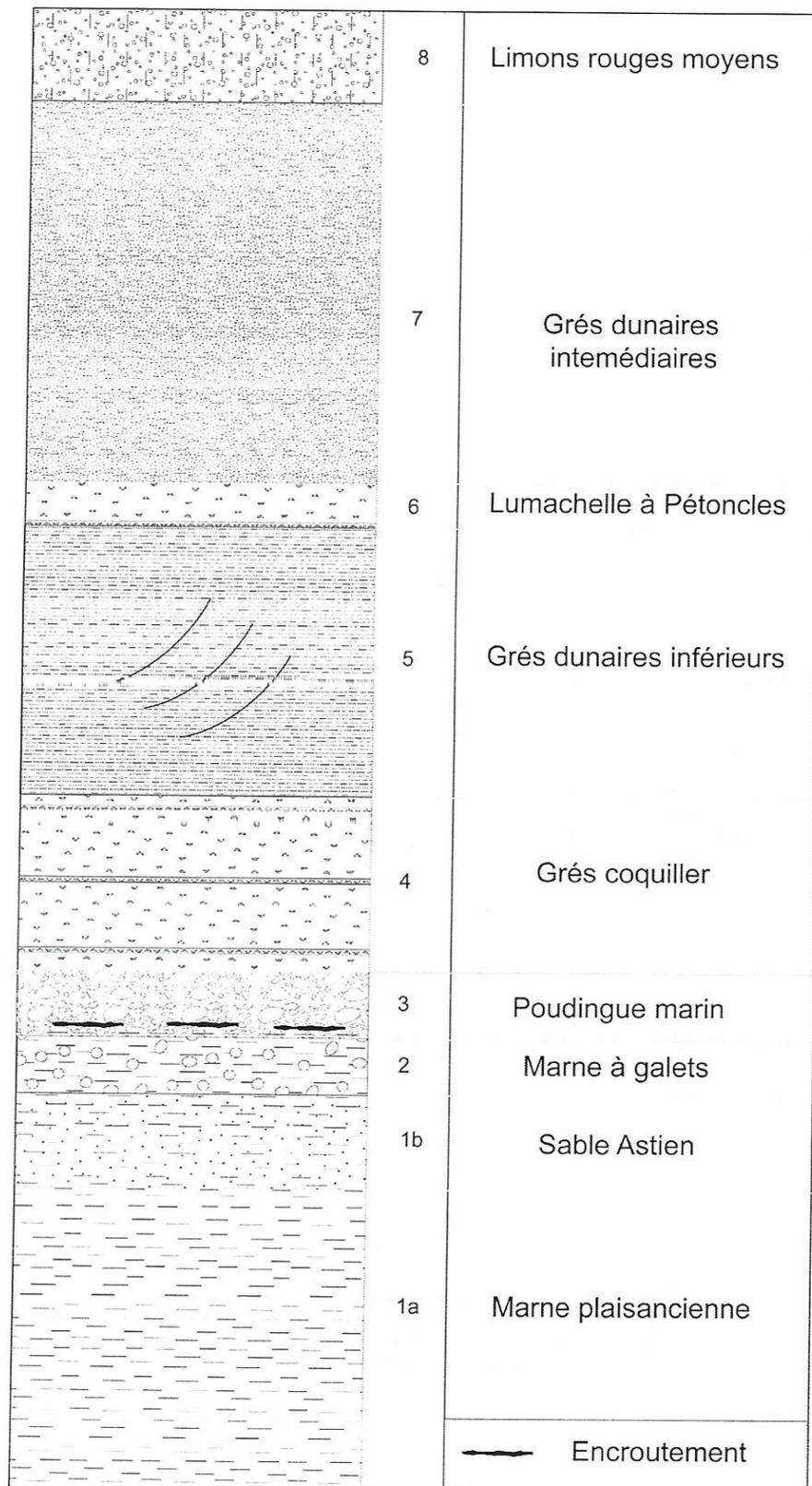


Fig. 18 Coupe centrale Rocher plat.

### **a- Lithofaciès**

1a: Substratum marneux plaisancien

1b: Sable Astien

2: Marne à galets

3: Poudingue marin

4: Grès coquillé

5: Grès dunaires inferieur

6: Lumachelle à pétoncles

7: Grès dunaires intermédiaire

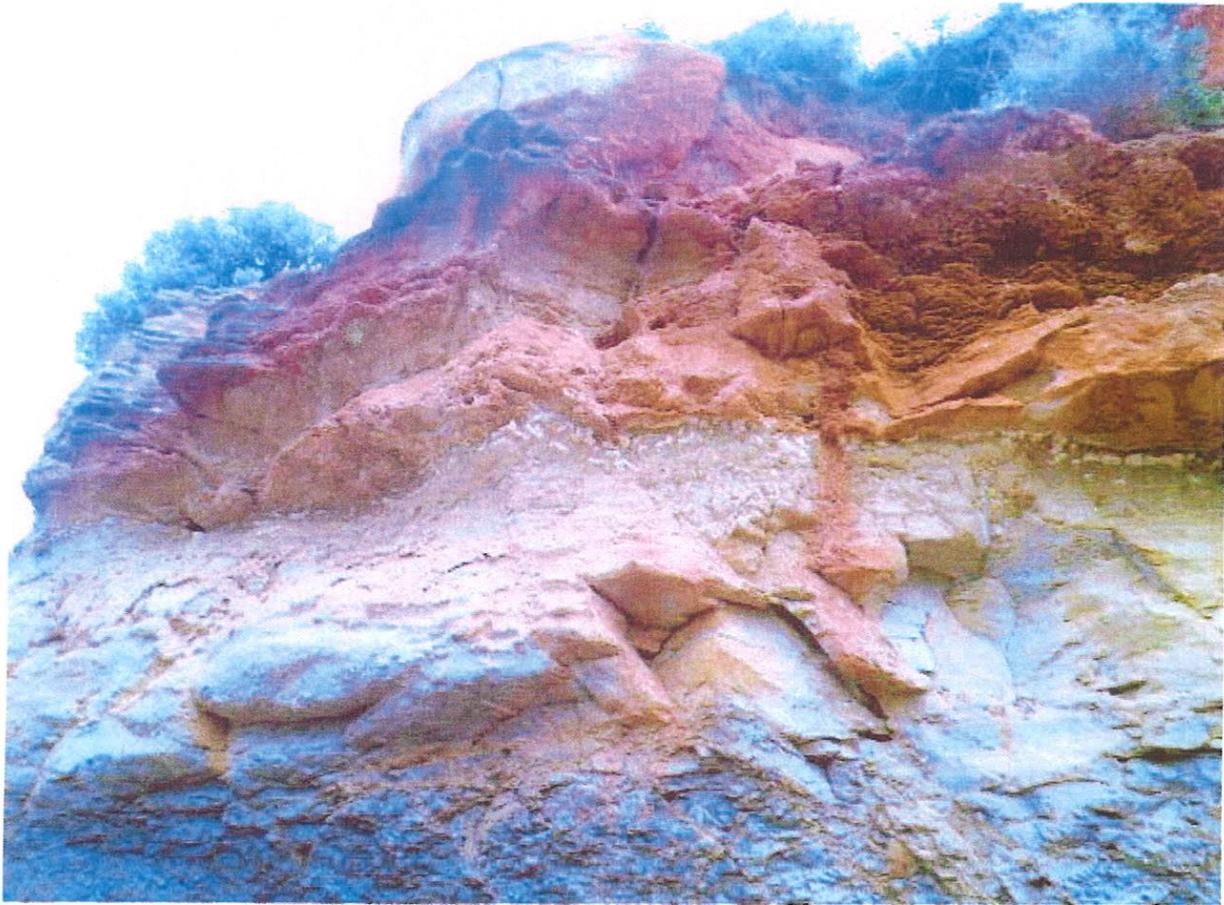
8: Limons rouges moyens

### **b-Description**

Cette coupe se situe à la limite est de la crique et repose en discordance sur le substratum plaisancien qui apparait sous le niveau marin.

De bas en haut s'observent : Fig.18

La coupe centrale du Rocher Plat repose sur un substratum pliocène, les marnes bleues plaisanciennes qui accusent un pendage de 30° vers le nord et plongent sous le niveau de la mer. Elles affleurent sur 4m d'épaisseur, passent au sommet à des marnes-sableuses de couleur jaunâtre et se terminent par une mince couche constituée de concrétions calcaires emballées dans les marnes (Fig.19)



**Fig.19** Substratum marneux

Le reste de la coupe, discordant sur le substratum, est constitué de bas en haut par :

- Un pouding marin de 50cm d'épaisseur à gros blocs et coquilles marines.
- Une dalle coquillère, contenant dans sa masse des coquilles marines, qui passe progressivement à un grès lapidifié (grès dunaires inférieurs). Les coquilles nombreuses, sont soit sous forme de traces, sont entières.
- Une dalle gréseuse à stratifications obliques, azoïques, qui correspond aux grès dunaires inférieurs.(fig.20)



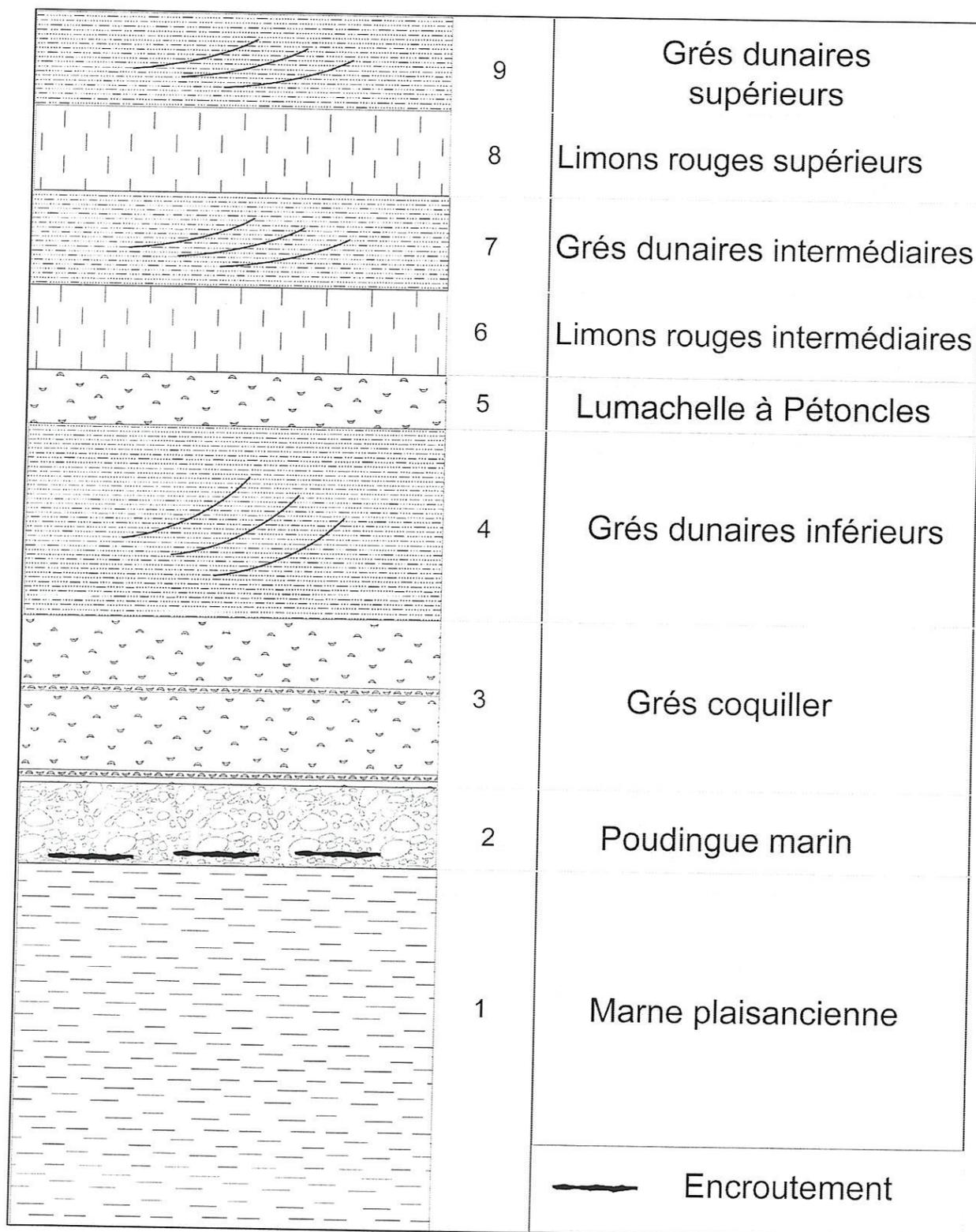
**Fig.20** Les grès dunaires inférieurs

Une lumachelle à pétoncles qui se trouve à une altitude de 5 à 6 m et qui ravine les grès dunaires inférieurs.( Fig.21)

C'est un mince placage qui recouvre les grès dunaires inférieurs, elle repose sur une nette surface d'abrasion à encroutement ferrugineux. (Fig.22)

Une couche argilo-sableuse claire, de 4m d'épaisseur, à gros blocs et cailloux roulés ou anguleux, qui passe progressivement à un niveau brun caillouteux s'observe au sommet de la formation.

#### IV.4.2.2. Coupe B



**Fig. 23** Stratigraphie de la coupe rocher plat Est

### **a- Lithofaciès de la coupe B**

- 1 : Substratum marneux
- 2 : Poudingue marin
- 3 : Grès coquiller
- 4 : Grès dunaires inférieurs
- 5 : Lumachelle à Pétoncles
- 6 : Limons rouges intermédiaires
- 7 : Grès dunaires intermédiaires
- 8 : Limons rouges supérieurs
- 9 : Grès dunaires supérieurs

### **b- Description de la coupe B**

Cette coupe se situe à la limite est de la crique et repose en discordance sur le substratum plaisancien qui apparaît sous le niveau marin.

De bas en haut s'observent (Fig.23)

- Un pouding souvent masqué par des éboulements.
- Une dalle gréseuse coquillière. Cette dalle passe progressivement à un grès dunaire.
- Des grès dunaires de 1.70 m d'épaisseur à stratifications obliques (grès dunaires inférieurs).
- Un mince placage de grès à Pétoncles, qui se trouve à une altitude de 5 à 6m, ravine les grès dunaires inférieurs.

Au-dessus de ces couches repose une alternance de deux couches de limons rouges et de grès dunaires ce sont selon M Betrouni (1983) les limons rouges et grès dunaires, intermédiaires et supérieurs (Fig.24)

**Les limons rouges intermédiaires** présentent 30cm d'épaisseur, ils sont tendres et encroutés (croute centimétrique) au sommet de la formation et contiennent des coquilles complètes d'Hélix ainsi que du matériel préhistorique.

**Les grès dunaires intermédiaires** présentent presque la même épaisseur que les limons en dessous.

**Les limons rouges supérieurs** est une couche très mince à peine percevable et qui présentent une mince couche encroutée. On note la présence d'industrie lithique.

**Les grès dunaires supérieurs** terminent la formation et sont peu épais (20cm), ils sont moins rouges que les précédents et sont recouvert par un sol brun actuel



**Fig.24** Intercalation de limons rouges et grés dunaires.

### IV.4.3. Coupe stratigraphique synthétique du Rocher Plat

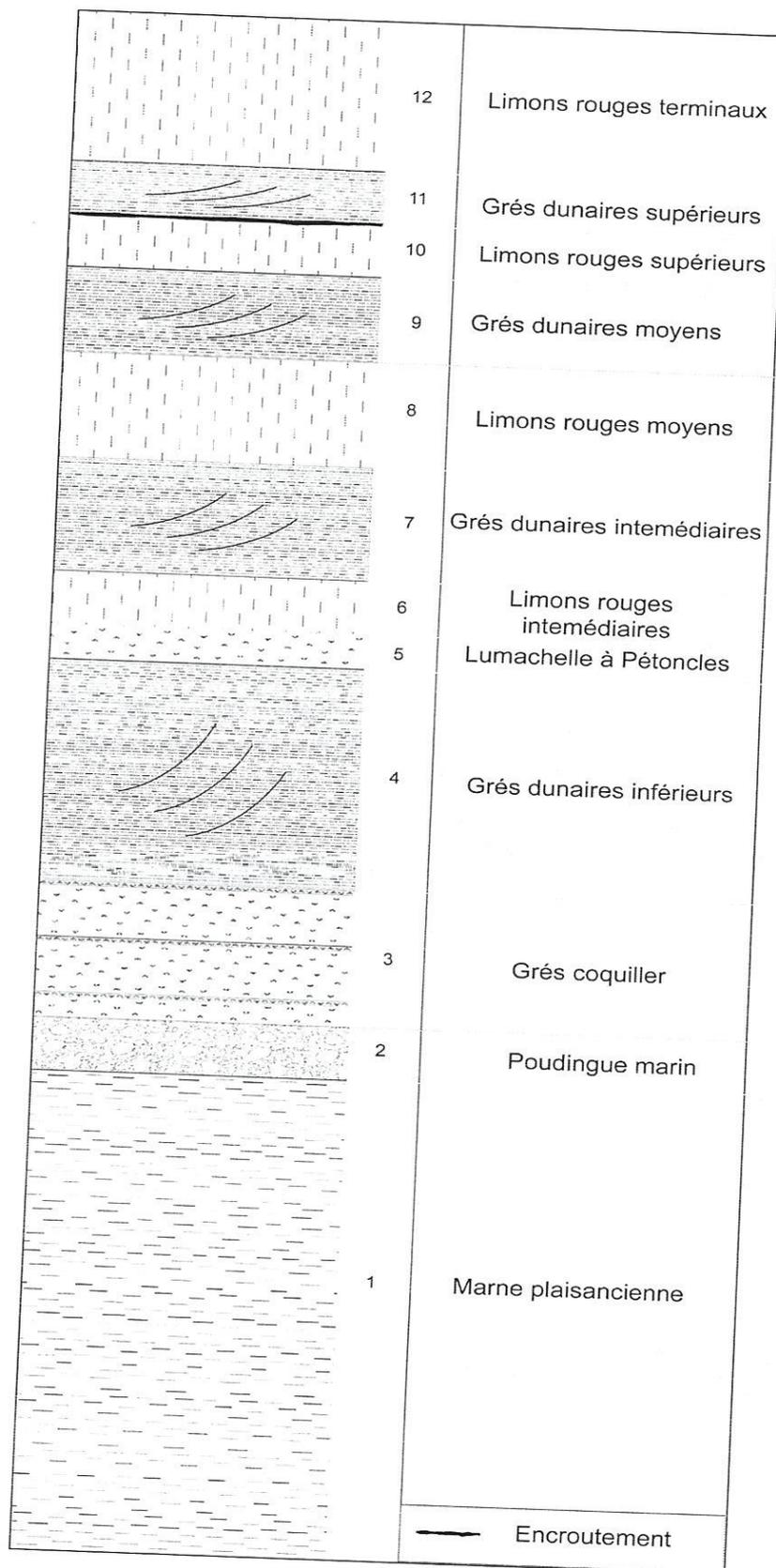


Fig.25 Lithofaciès synthétique du Rocher Plat

### **a- Lithofaciès synthétique du Rocher Plat**

- 1 : Substratum marneux
- 2 : Poudingue marin
- 3 : Grès coquiller
- 4 : Grès dunaires inférieurs
- 5 : Lumachelle à Pétoncles
- 6 : Limons rouges intermédiaires
- 7 : Grès dunaires intermédiaires
- 8 : Limons rouge moyens
- 9 : Grès dunaires moyens
- 10 : Limons rouges supérieurs
- 11 : Grès dunaires supérieurs
- 12 : Limons rouge terminaux

### **b- Interprétation stratigraphique du Rocher Plat**

Dans cette portion du sahel occidental d'Alger, nous avons deux unités stratigraphiques qui attestent de deux maximums transgressifs.

Le poudingue marin et la dalle coquillière discordants sur le substratum marneux plaisancien représentent une première pulsation positive de la mer la seconde pulsation (transgression) est marquée par la lumachelle à pétoncles, les deux pulsations sont séparées par un banc gréseux consolidé et qui présente des stratifications obliques. Ce dépôt continental dunaire, correspond à une période de retrait de la mer. une deuxième période de dépôts continentaux composée de

deux intercalations de grés dunaire et limons rouges qui se sont déposés au-dessus de la formation lumachellique.

Nous avons ici deux unités stratigraphiques tyrrhéniennes, le niveau marin inférieur correspond à l'eu tyrrhénien attribué à l'interglaciaire Riss\_ Würm. Le niveau marin supérieur correspond à l'interstade Néo tyrrhénien (Würm I\_II)  
Nous avons deux périodes régressives. Les formations dunaires sont très étendues et moins épaisses que celles du sahel de Bouzaréa

# Chapitre V

## V. Etude sédimentologique

### V.1. Introduction

L'étude sédimentologique permet de caractériser des milieux de dépôt ainsi que le mode de transport, l'application des méthodes sédimentologiques contribue à mieux interpréter le milieu de dépôt.

Nous avons effectué l'étude de deux sites géographiquement distincts :

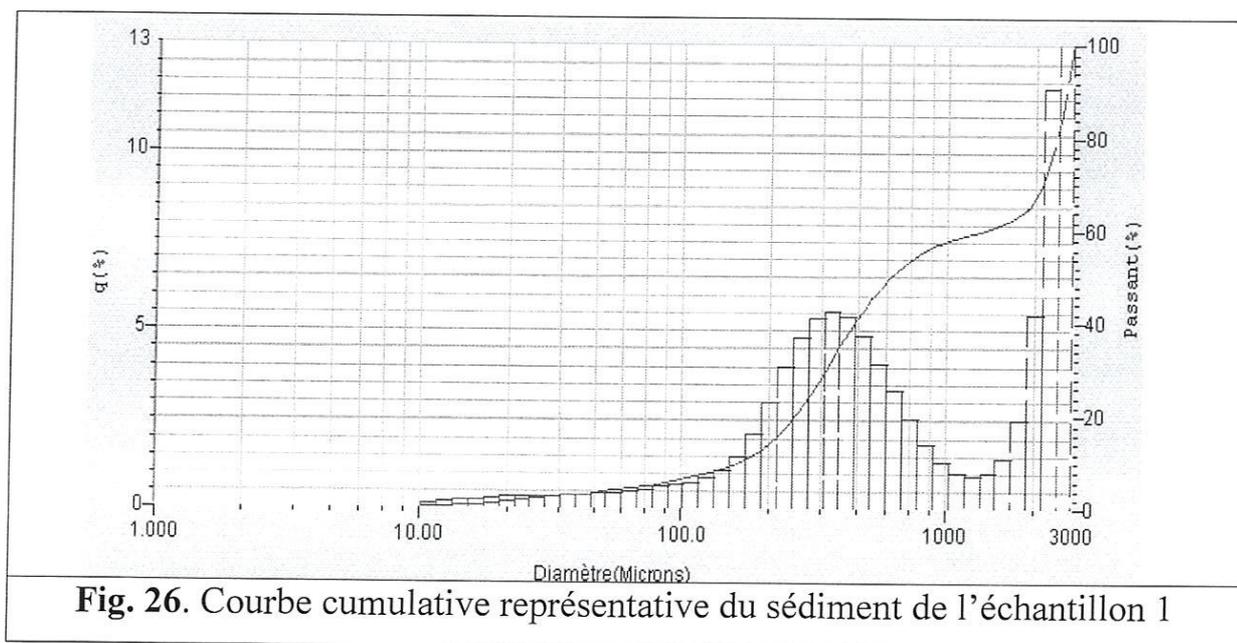
Il s'agit du site de Ain Benian carrière dans le littoral de la Bouzaréa et celui du rocher plat dans le littoral de Tipaza

### V.2. Résultats d'Analyses macroscopiques

#### V.2.1. Analyses granulométriques

a- Ain Benian carrière - Coupe A -

- Echantillon 1

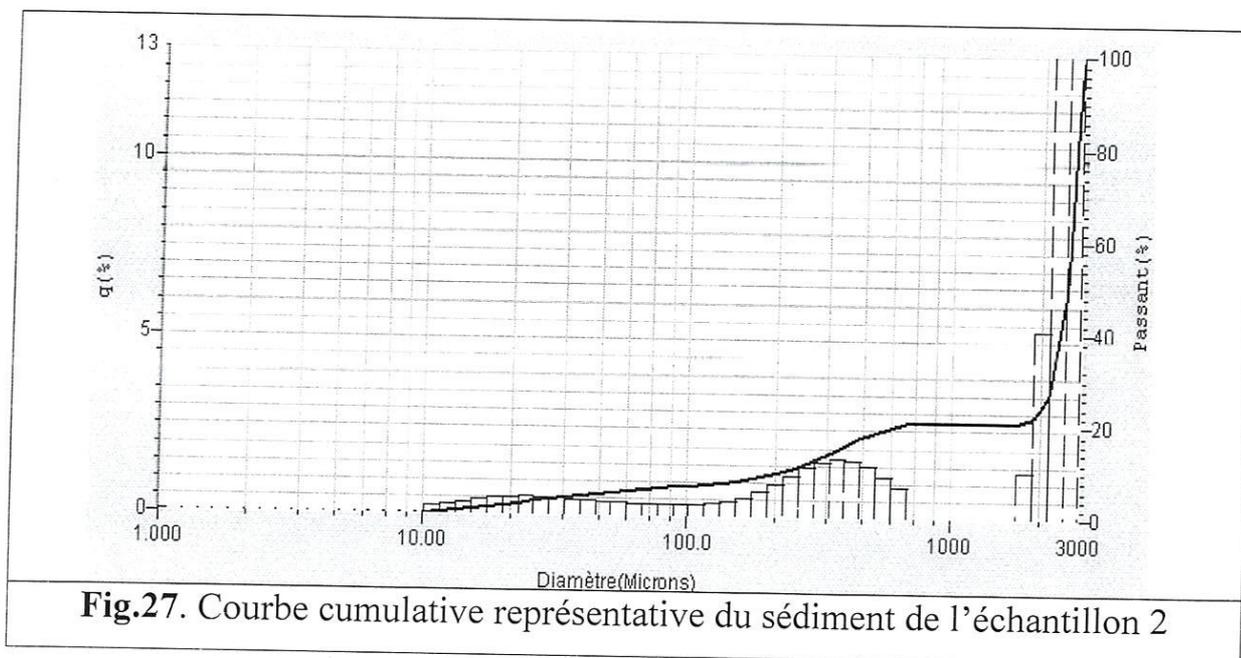


**Fig. 26.** Courbe cumulative représentative du sédiment de l'échantillon 1

**Tab3.** Répartition du sédiment dans la fraction granulométrique (échantillon.1)

<i>Maille <math>\mu\text{m}</math></i>	<i>% Cumulé</i>	<i>Fractions granulométriques</i>
2000 à 1000	50,95	Sables très grossiers
1000 à 500	6,83	Sables grossiers
500 à 250	13,93	Sables moyens
250 à 125	10,93	Sables fins
125 à 62	10,52	Sables très fins
62 à 31	3,21	Limons grossiers
31 à 15	1,98	Limons moyens
15 à 3	2,05	Limons fins
< à 3	0	Argiles et colloïdes

**- Echantillon 2**

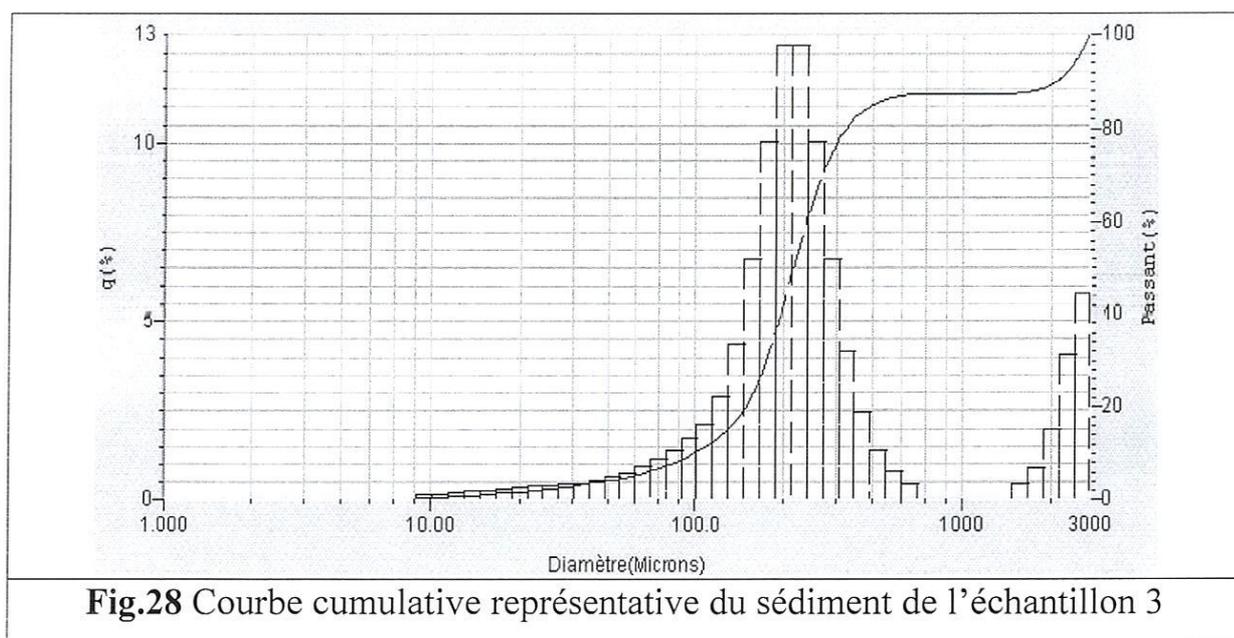


**Fig.27.** Courbe cumulative représentative du sédiment de l'échantillon 2

**Tab4.** Répartition du sédiment dans cette fraction granulométrique (échantillon.2)

<i>Maille <math>\mu\text{m}</math></i>	<i>% Cumulé</i>	<i>Fractions granulométriques</i>
2000 à 1000	78,36	Sables très grossiers
1000 à 500	1,32	Sables grossiers
500 à 250	2,37	Sables moyens
250 à 125	7,65	Sables fins
125 à 62	3,48	Sables très fins
62 à 31	1,63	Limons grossiers
31 à 15	1,98	Limons moyens
15 à 3	2,35	Limons fins
< à 3	0,92	Argiles et colloïdes

### Echantillon3

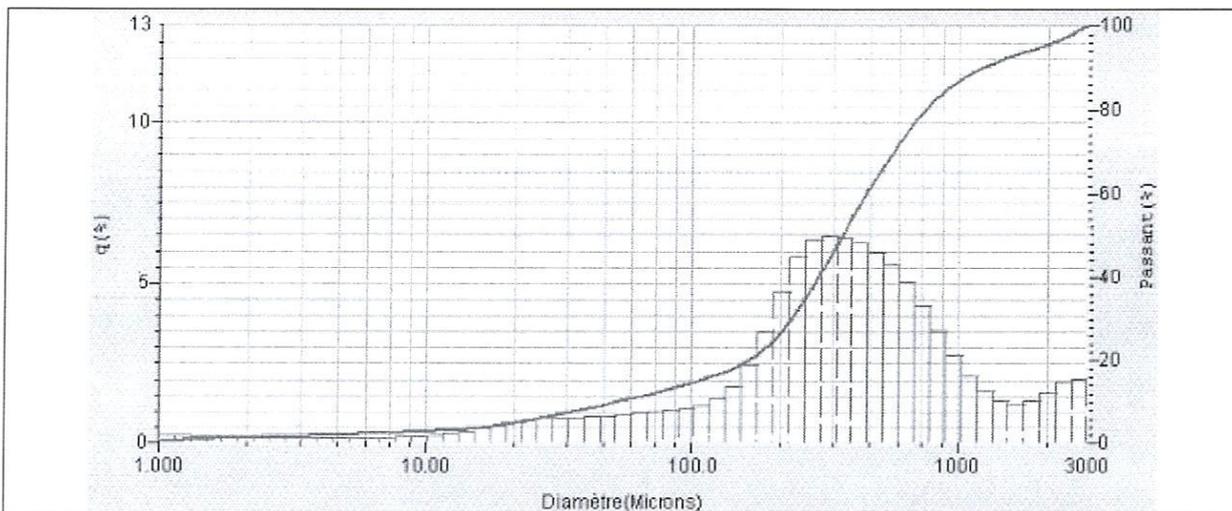


**Fig.28** Courbe cumulative représentative du sédiment de l'échantillon 3

**Tabl 5.** Répartition du sédiment dans cette fraction granulométrique (échantillon.3)

<i>Maille <math>\mu\text{m}</math></i>	<i>% Cumulé</i>	<i>Fractions granulométriques</i>
2000 à 1000	11,77	Sables très grossiers
1000 à 500	1,22	Sables grossiers
500 à 250	1,49	Sables moyens
250 à 125	28,78	Sables fins
125 à 62	43,23	Sables très fins
62 à 31	8,25	Limons grossiers
31 à 15	2,91	Limons moyens
15 à 3	0,62	Limons fins
< à 3	0	Argiles et colloïdes

**Echantillon 4**

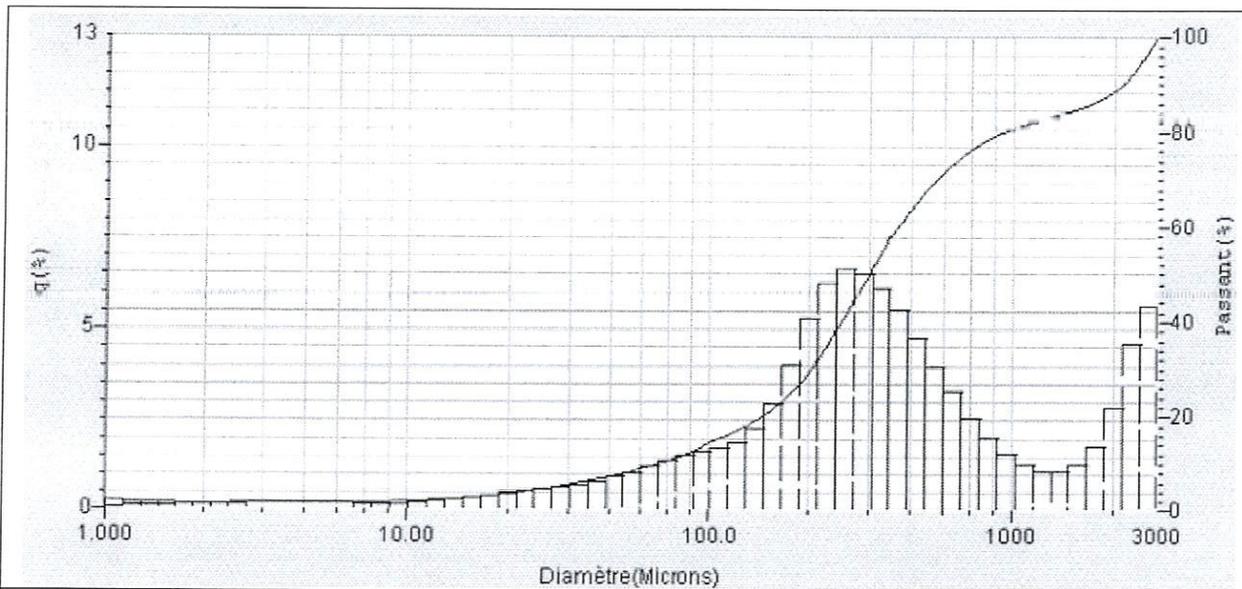


**Fig29.** Courbe cumulative représentative du sédiment de l'échantillon 4

**Tabl6.** Répartition du sédiment dans cette fraction granulométrique (échantillon.4)

<i>Maille <math>\mu\text{m}</math></i>	<i>% Cumulé</i>	<i>Fractions granulométriques</i>
2000 à 1000	5,43	Sables très grossiers
1000 à 500	7,73	Sables grossiers
500 à 250	22,14	Sables moyens
250 à 125	31,83	Sables fins
125 à 62	16,67	Sables très fins
62 à 31	5,44	Limons grossiers
31 à 15	4,1	Limons moyens
15 à 3	3,1	Limons fins
< à 3	1,51	Argiles et colloïdes

### Echantillon 5



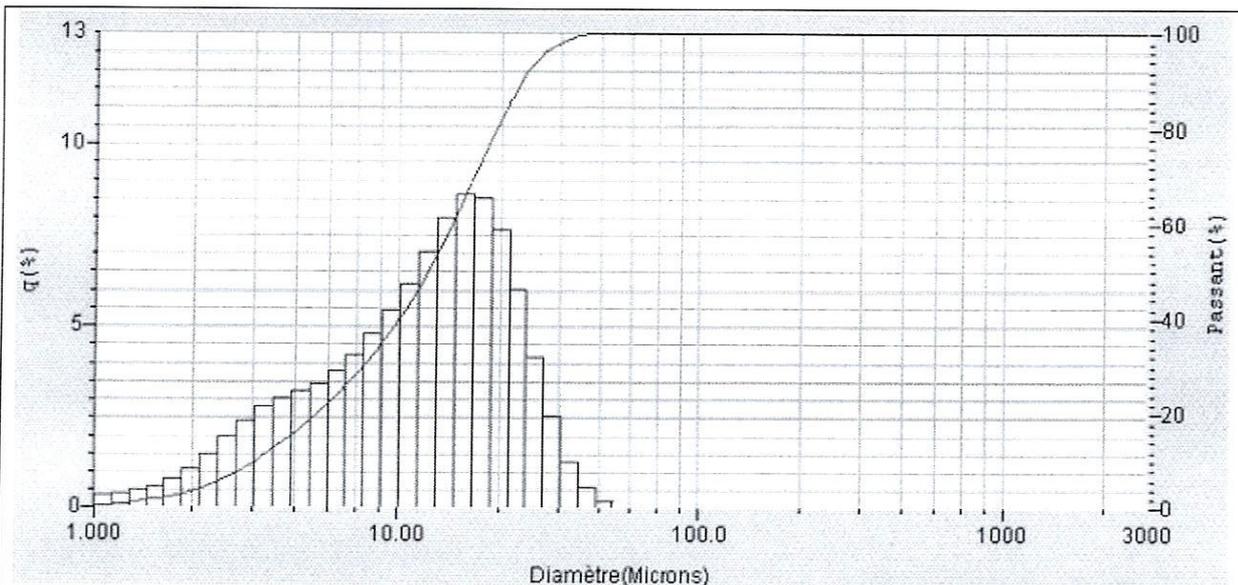
**Fig 30.** Courbe cumulative représentative du sédiment de l'échantillon 5

**Tabl 7.** Répartition du sédiment dans cette fraction granulométrique (échantillon.5)

Maille $\mu\text{m}$	% Cumulé	Fractions granulométriques
2000 à 1000	13,05	Sables très grossiers
1000 à 500	6,49	Sables grossiers
500 à 250	14,19	Sables moyens
250 à 125	30,41	Sables fins
125 à 62	19,23	Sables très fins
62 à 31	7,73	Limons grossiers
31 à 15	4,25	Limons moyens
15 à 3	2,33	Limons fins
< à 3	0,12	Argiles et colloïdes

**b- Ain Benian carrière - Coupe B -**

**Echantillon 6**

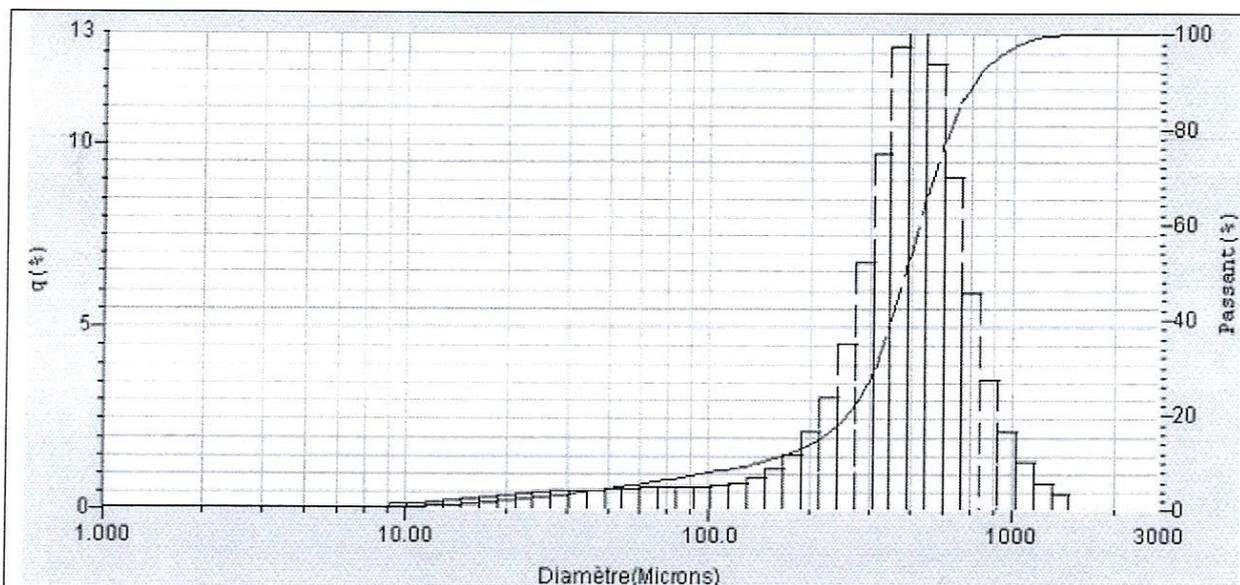


**Fig31.** Courbe cumulative représentative du sédiment de l'échantillon 6

**Tabl 8.** Répartition du sédiment dans cette fraction granulométrique (échantillon.6)

<i>Maille <math>\mu m</math></i>	<i>% Cumulé</i>	<i>Fractions granulométriques</i>
2000 à 1000	0	Sables très grossiers
1000 à 500	0	Sables grossiers
500 à 250	0	Sables moyens
250 à 125	0	Sables fins
125 à 62	0	Sables très fins
62 à 31	0	Limons grossiers
31 à 15	3,69	Limons moyens
15 à 3	66,29	Limons fins
< à 3	30,04	Argiles et colloïdes

**Echantillon 7**

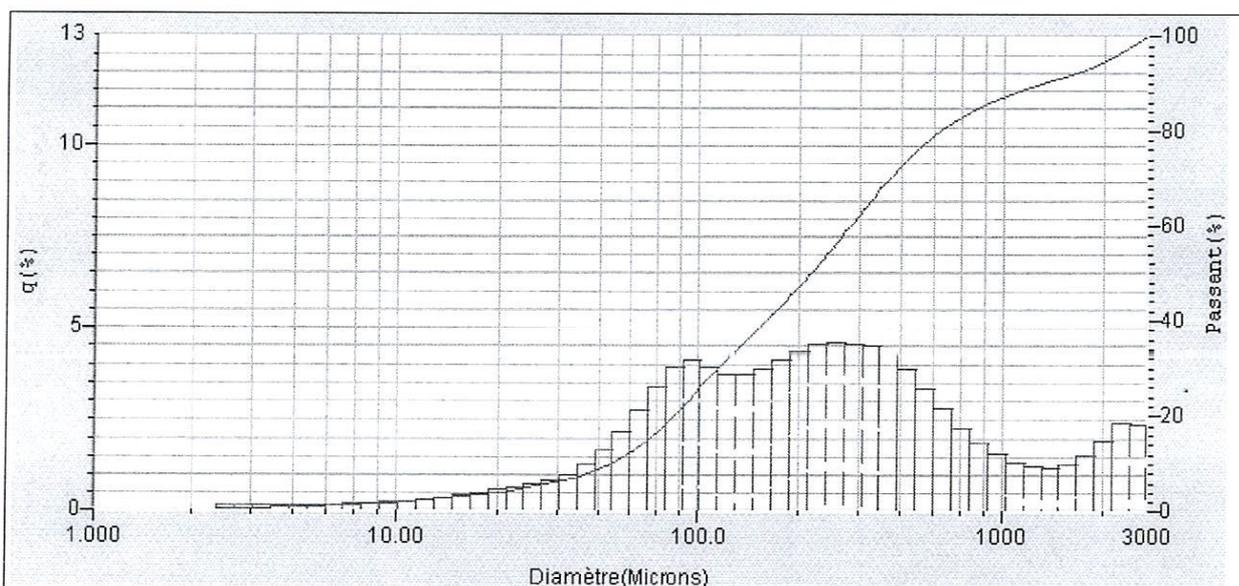


**Fig32.** Courbe cumulative représentative du sédiment de l'échantillon 7

**Tab 9.** Répartition du sédiment dans cette fraction granulométrique (échantillon.7)

<i>Maille <math>\mu\text{m}</math></i>	<i>% Cumulé</i>	<i>Fractions granulométriques</i>
2000 à 1000	0	Sables très grossiers
1000 à 500	2,69	Sables grossiers
500 à 250	35,85	Sables moyens
250 à 125	44,91	Sables fins
125 à 62	7,9	Sables très fins
62 à 31	3,23	Limons grossiers
31 à 15	2,73	Limons moyens
15 à 3	1,98	Limons fins
< à 3	0	Argiles et colloïdes

**Echantillon 8**

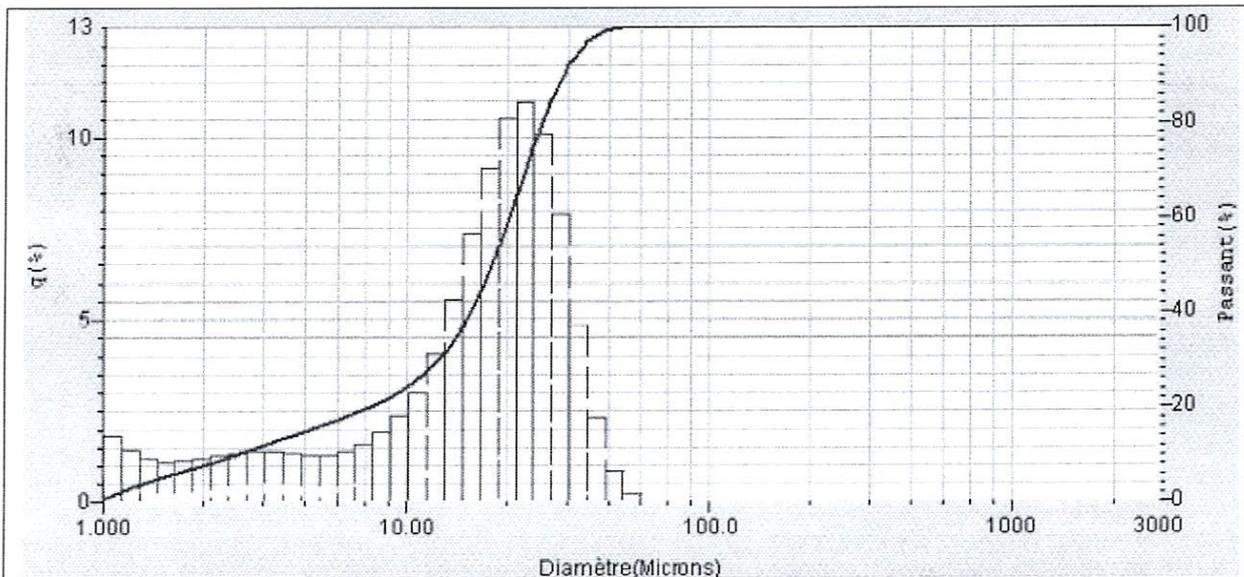


**Fig.33** Courbe cumulative représentative du sédiment de l'échantillon 8

**Tabl 10.** Répartition du sédiment dans cette fraction granulométrique (échantillon.8)

<i>Maille <math>\mu\text{m}</math></i>	<i>% Cumulé</i>	<i>Fractions granulométriques</i>
2000 à 1000	0	Sables très grossiers
1000 à 500	2,69	Sables grossiers
500 à 250	35,85	Sables moyens
250 à 125	44,91	Sables fins
125 à 62	7,9	Sables très fins
62 à 31	3,23	Limons grossiers
31 à 15	2,73	Limons moyens
15 à 3	1,98	Limons fins
< à 3	0	Argiles et colloïdes

**Echantillon 9**

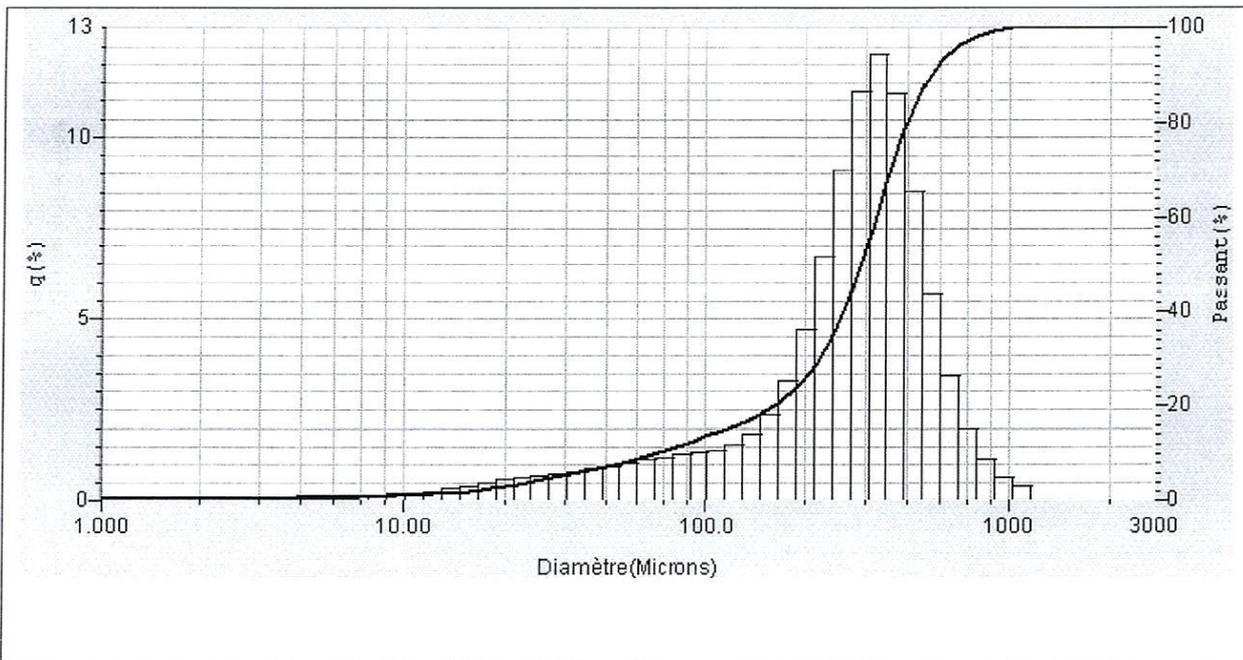


**Fig34.** Courbe cumulative représentative du sédiment de l'échantillon 9

**Tab 11.** Répartition du sédiment dans cette fraction granulométrique (échantillon.9)

Maille $\mu\text{m}$	% Cumulé	Fractions granulométriques
2000 à 1000	0	Sables très grossiers
1000 à 500	0	Sables grossiers
500 à 250	0	Sables moyens
250 à 125	0	Sables fins
125 à 62	0	Sables très fins
62 à 31	0	Limons grossiers
31 à 15	13,36	Limons moyens
15 à 3	66,82	Limons fins
< à 3	19,80	Argiles et colloïdes

**Echantillon 10**



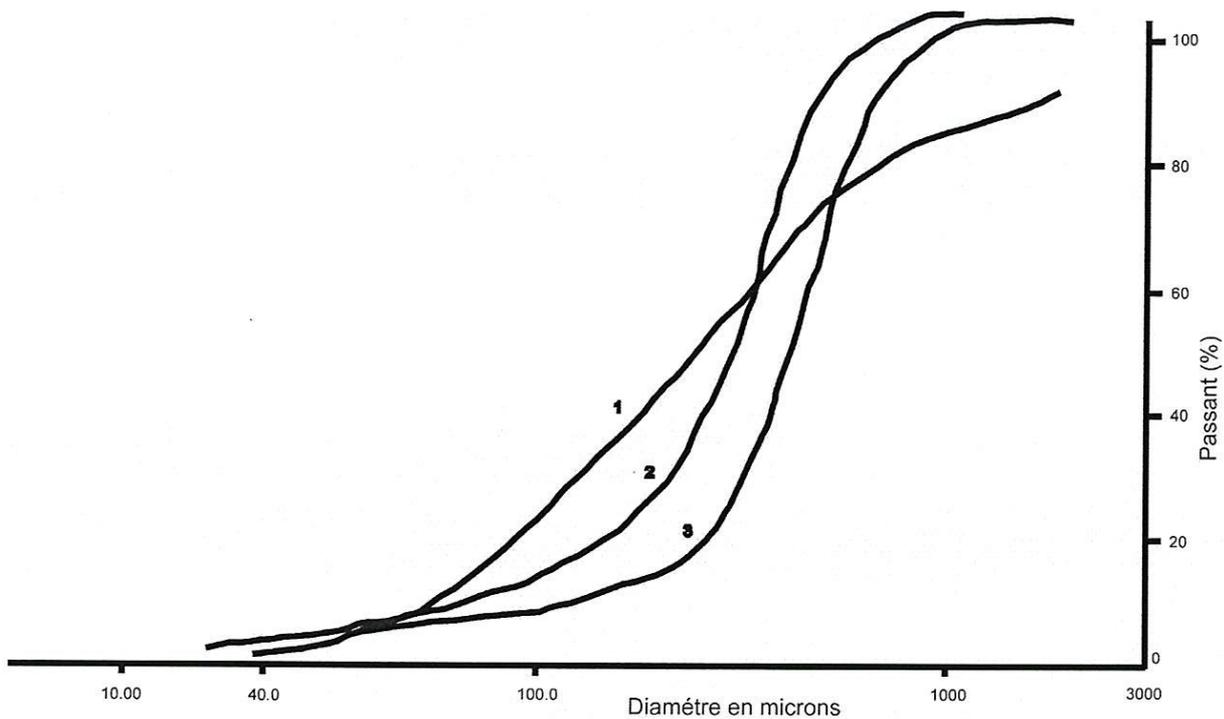
**Fig.35** Courbe cumulative représentative du sédiment de l'échantillon 10

**Tabl 12.** Répartition du sédiment dans cette fraction granulométrique (échantillon.10)

<i>Maille <math>\mu\text{m}</math></i>	<i>% Cumulé</i>	<i>Fractions granulométriques</i>
2000à 1000	0	<i>Sables très grossiers</i>
1000 à 500	0,43	<i>Sables grossiers</i>
500à250	14,74	<i>Sables moyens</i>
250à125	52,42	<i>Sables fins</i>
125à62	16,98	<i>Sables très fins</i>
62à31	6,47	<i>Limons grossiers</i>
31 à 15	4,51	<i>Limons moyens</i>
15 à 3	2,86	<i>Limons fins</i>
< à 3	0,46	<i>Argiles et colloïdes</i>

### c- Coupe Rocher Plat

Nous avons effectué des analyses granulométriques sur la formation continentale dunaires et les limons rouges, les courbes cumulatives obtenues révèlent l'existence d'un seul stock sédimentaire, situé essentiellement dans les sables moyens elles sont uni modales et présentent globalement la même allure. (Fig.37)



Courbes cumulatives des grés dunaires

**Fig. 36** Courbes cumulatives des grés dunaires.

1 Grés dunaire inférieur.

2 Grés dunaires intermédiaires.

3 Grés dunaires supérieurs.

Les courbes des grés intermédiaires et supérieurs relatives aux dépôts éoliens présentent une allure redressées ; caractère essentiel de l'éolien, par contre dans les grés inférieur on ne trouve pas cette caractéristique dans ce cas on pourrait l'expliquer par une tendance progressive à l'émersion de la formation marine en dessous.

**Tab 13.** Les classes granulométriques des formations dunaires

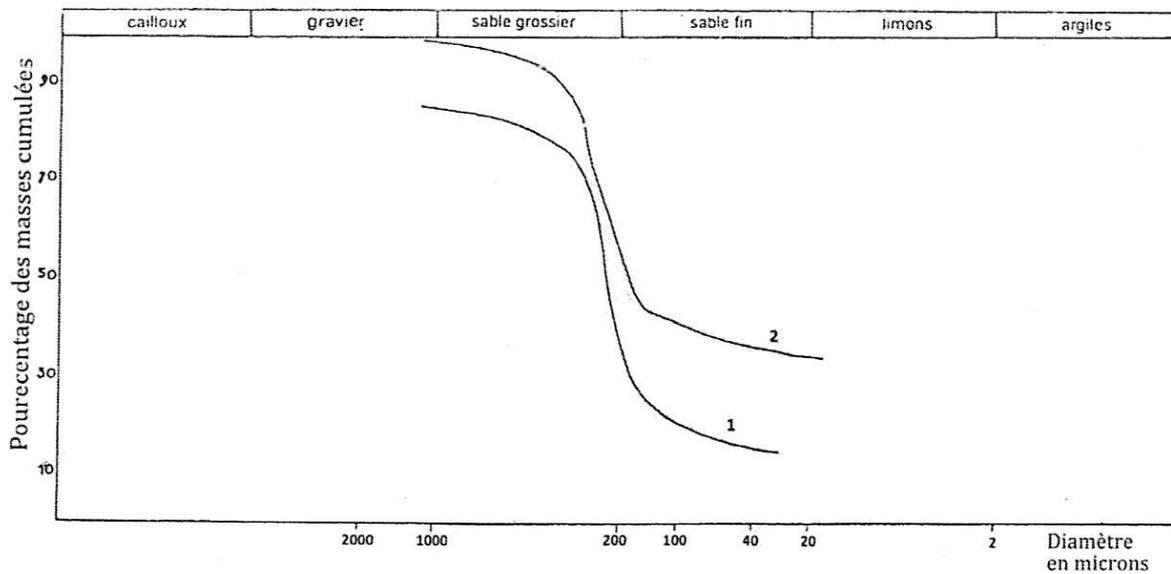
<i>Maille <math>\mu m</math></i>	<i>% cumulé</i>			<i>Fractions granulométriques</i>
	<i>Grés inférieur</i>	<i>Grés intermédiaires</i>	<i>Grés supérieurs</i>	
2000 à 1000	6,75	0	0	<i>Sables très grossiers</i>
1000à500	13,25	2,01	0,35	<i>Sables grossiers</i>
500à250	24,33	30,8	15,02	<i>Sables moyens</i>
250à125	19,62	45, 3	50,42	<i>Sables fins</i>
125à 62	21,73	10,98	17,25	<i>Sables très fins</i>
62 à 3	12,25	7,05	12,05	<i>Limons</i>
< à 3	0,97	0	0,95	<i>Argiles et colloïdes</i>

Les classes granulométriques représentatives sont les sables moyens, fins et très fins.

Le calcul des paramètres granulométriques montrent un sédiment bien classé et un tri maximal du côté grossier a l'exception des grés dunaires inférieurs ou le tri maximal est du côté des fins Tab13

**Tab 14** Les paramètres granulométriques.

<i>couche</i>	<i>S0</i>	<i>SK</i>	<i>interprétation</i>
Grés dunaires supérieurs	2,3	0,79	Sédiment bien classé Classement maximum du coté grossier
Limon rouge supérieurs	0,65	0,87	Sédiment bien classé Classement maximum du coté grossier
Grés dunaires intermédiaires	2,5	0,77	Sédiment bien classé Classement maximum du coté grossier
Limons rouges intermédiaires	1,5	0,15	Sédiment bien classé Classement maximum du coté grossier
Grés dunaires inférieurs	0,5	1,27	Sédiment bien classé Classement maximum du coté fin



**Fig. 37.** Courbes cumulatives des limons rouges. (Rocher Plat).

1. Limons rouges intermédiaires.
2. Limons rouges supérieurs.

**Tab 15** Les fractions granulométriques des limons.

Maille	% cumulé		Fractions granulométriques
	Limons supérieurs	Limons intermédiaires	
2000 à 1000	0	0	Sables très grossiers
1000 à 500	0	0	Sables grossiers
500 à 250	11,18	10,78	Sables moyens
250 à 125	19,44	12,32	Sables fins
125 à 62	21,25	18,32	Sables très fins
62 à 3	23,07	22,05	Limons
< à 3	25,03	35,68	Argiles et colloïdes

### **V.2.1.1. Interprétation d'Analyses granulométriques**

Les distributions granulométriques sont groupées en 10 fractions :

Supérieurs à 2000 $\mu\text{m}$  graviers ,2000 à 1000 $\mu\text{m}$  sables très grossiers, 1000à 500  $\mu\text{m}$  sables grossies, 500à 250  $\mu\text{m}$  sables moyens, 250 à 125  $\mu\text{m}$  sables fin ,125 à 62  $\mu\text{m}$  sables très fin, 62 à 31 $\mu\text{m}$  limons grossier, 31 à 15  $\mu\text{m}$  limons moyens ,15 à 3  $\mu\text{m}$  limons fin, inférieur à 3  $\mu\text{m}$  argiles et colloïdes.

Les teneurs de ces différentes fractions granulométriques montrent des variations notables au sein du dépôt et permettent de distinguer 2 types de facies :

- un facies sableux grossier (dépôt de plage) riche en débris coquillers de gastéropodes et de lamellibranches.
- un facies sableux fin (dépôt dunaire)
- un facies limono-argileux (dépôt fluvial).

#### **a- Ain Benian carrière - Coupe A & B -**

Un facies de sables grossiers est dominant à la base, dans l'échantillon 1 le pourcentage est de 51% et dans l'échantillon 2 il est de 78% avec un enrichissement important en débris coquillers, à partir de l'échantillon 3 la proportion de sables fins 29% à très fins 43% augmente.

Dans l'échantillon 4 nous avons des sables moyens 22%, sables fins 32% et 16% de sables très fins. Même chose pour l'échantillon 5 nous avons 30%de sables fins et 19% de sables très fins.

Dans cette coupe l'évolution est marquée par un passage de la base au sommet d'une sédimentation grossière associée à des débris bioclastiques à une sédimentation plus fine. Tous les échantillons présentent un classement maximum du côté grossier, la symétrie est presque parfaite nous avons un sédiment très bien classé. Les courbes présentent globalement la même allure, elles sont étalées ce qui favorise le facteur marin et, ou fluvial. Nous avons une asymétrie positive, c'est-à-dire un enrichissement en particules fines, nous avons une tendance vers un milieu calme et on le constate dans les échantillons supérieurs.

Dans l'échantillon 1 et 2 nous avons une prédominance de sables grossiers. L'enrichissement en éléments fins apparaît de plus en plus dans les courbes cumulatives 4 et 5.

L'analyse modale révèle l'existence de deux stocks sédimentaire dans les sables moyen c'est le mode (250, 350  $\mu\text{m}$ ) à l'exception de l'échantillon 3 où nous avons un troisième mode, (2300  $\mu\text{m}$ ) avec un faible pourcentage, de même pour l'échantillon 5.

Dans la coupe A de Ain Benian carrière nous avons la coexistence de trois stocks sédimentaires :

- Mode I : 250  $\mu\text{m}$
- Mode II : 350  $\mu\text{m}$
- Mode III : 2300  $\mu\text{m}$

C'est un sable moyen à grossier qui caractérise la zone littorale, le transport est régi essentiellement par la dynamique littorale marine.

Dans cette formation nous avons deux types de dépôts le premier est limoneux tel que dans l'échantillon 6 et 8 ou nous avons une dominance de limons 66% et d'argile 30%. Ceci peut être classé dans le faciès limono argileux.

Le deuxième type de dépôt est sableux ou nous avons 36% de sables moyens et 45% de sables fins (échantillon 7, 9, 10). L'indice de classement  $S_0$  nous donne un sédiment très bien classé le classement maximum est du côté fin. Dans les limons argileux  $Sk < 1$  le classement maximum est du côté grossiers.

Dans les sédiments sableux l'indice de classement tend vers 1 le classement est régulier et la courbe de fréquence tend vers la symétrie sans jamais l'atteindre.

### L'analyse modale :

Les sédiments des échantillons 6 et 8 sont uni modaux, le mode est entre 15 et 25  $\mu\text{m}$  c'est un limon argileux. Ce qui indique la présence d'un seule stock sédimentaire.

Les échantillons 7, 9, 10 présentent un faciès sableux avec prédominance de sables fins (45 à 50 %). Les courbes sont bimodales (410 et 250  $\mu\text{m}$ ).

**Tab 16** Les paramètres sédimentologiques Ain Benian

N°Ech	25%	50%	75%	$S_0$	$SK$
1	270	500	2200	0,12	2,37
2	2000	2500	2700	0,74	0,86
3	180	210	280	0,64	1,14
4	180	300	550	0,32	0,1
5	180	300	550	0,32	0,1
6	4,5	13	18	0,25	0,47
7	295	400	500	0,59	0,9
8	100	210	430	0,23	0,97
9	10	19	22	0,405	0,62
10	200				0,87

### **b- Coupe Rocher Plat**

Le pourcentage en lutites est plus élevé dans les limons intermédiaires que dans les limons supérieurs et la fraction sableuse est répartie entre sables moyens, sables fins à très fins. Les courbes granulométriques sont étalées au début puis elles tendent à se redresser, ceci caractérise un transport par ruissellement, Puis nous avons une légère influence éolienne marquée par un sable bien classé. Nous avons une diminution du taux en lutites depuis les limons intermédiaires jusqu'au limons supérieurs, d'après les résultats granulométriques nous pouvons classer ces limons rouges dans la catégorie des limons argilo sableux.

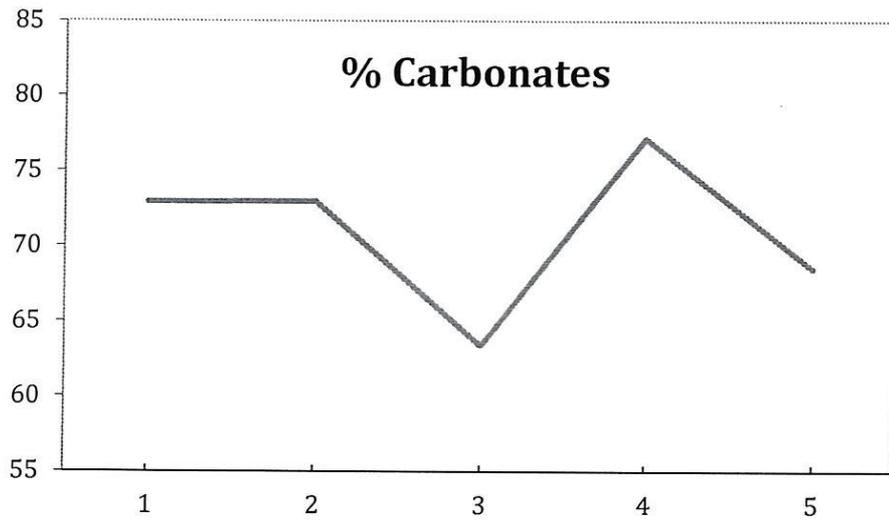
## **V.3. Résultats d'Analyses calcimétrique**

### **a- Ain Benian -Coupe A-**

La teneur en carbonates dans les grés marins de ce niveau (niveau 4/5m d'altitude) est en moyenne de 70% voir Tab 17

**Tab 17** Teneurs en carbonates.

<i>Ech N°</i>	<i>P avant</i>	<i>P après</i>	<i>% carbonates</i>
<i>1</i>	<i>64,67</i>	<i>17,52</i>	<i>72,9</i>
<i>2</i>	<i>93,02</i>	<i>25,15</i>	<i>72,96</i>
<i>3</i>	<i>85,68</i>	<i>31,46</i>	<i>63,35</i>
<i>4</i>	<i>93,95</i>	<i>21,46</i>	<i>77,15</i>
<i>5</i>	<i>112,92</i>	<i>35,61</i>	<i>68,46</i>



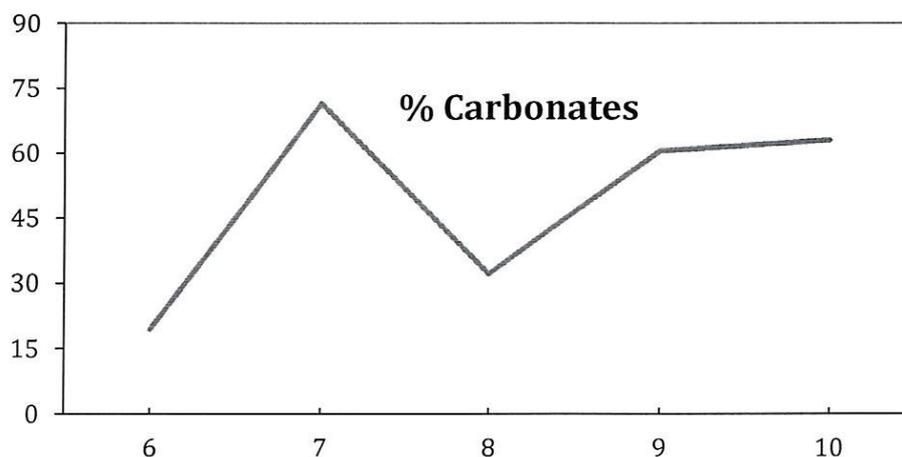
**Fig.38:** Taux des carbonates dans la coupe A

**b- Ain Benian - Coupe B-**

Sur cette coupe les sédiments sont fortement carbonatés à l'exception des limons qui présentent un faible pourcentage en carbonates.

**Tab 18** Pourcentages en carbonates coupe B

<i>Ech N°</i>	<i>P avant</i>	<i>P après</i>	<i>% carbonates</i>
6	81,1	65,12	19,48
7	78,46	22,31	71,56
8	84,51	57,3	32,19
9	101,76	40,15	60,54
10	106,52	39,4	63,01



**Fig.39** : Taux des carbonates dans la coupe B

### c- Rocher plat

Une décarbonatation des échantillons indique une diminution du taux des carbonates de la base vers le sommet que ça soit dans les grés dunaires ou dans les formations limoneuses Tab 19.

**Tab 19** Taux des carbonates rocher plat

Couche	% en carbonates
Grés dunaires supérieurs	60,01
Limons rouges supérieurs	38,25
Grés dunaires intermédiaires	68,77
Limons rouges intermédiaires	48,35
Grés dunaires inférieurs	70,08

#### V.4. Résultats d'Analyses minéralogique des argiles

L'étude est réalisée sur les échantillons argileux n° 6 et 8, de la coupe d'Ain Benian carrière c'est la fraction limono argileuse.. L'analyse par radiocristallographie des deux échantillons a révélé les phases minérales suivantes comme indiqué dans les diffractogrammes ci-dessous :

Echantillon n° 6 : limon intermédiaire

Quartz	-----	59%
Albite	-----	4%
Orthoclase	-----	2%
Calcite	-----	8%
Hématite	-----	3%

Argiles :

Illite	-----	75%
Chlorite	-----	10%
Kaolinite	-----	10%
Inter stratifiés	----	5%

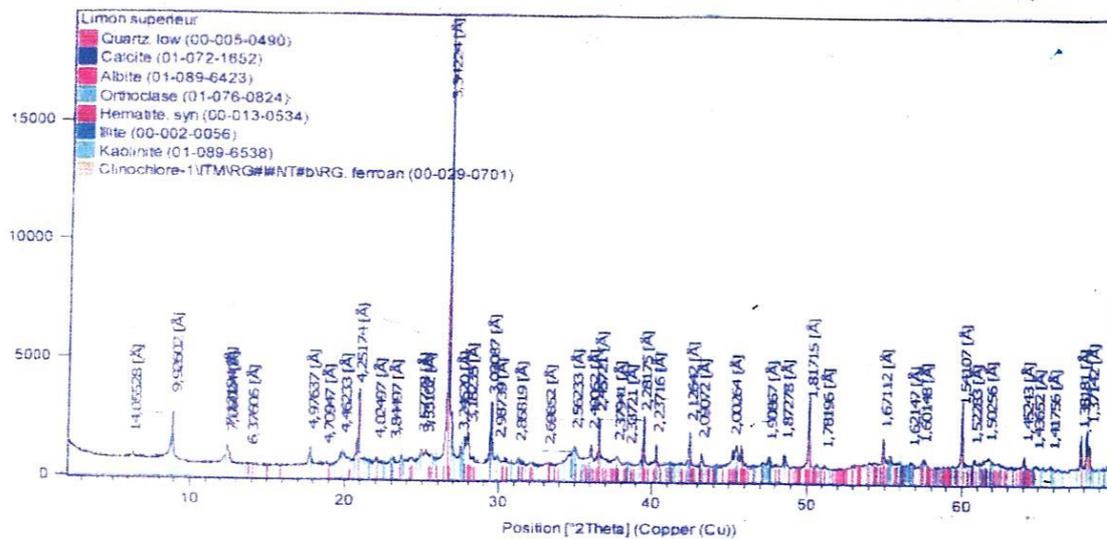


Fig. 40 Diffractogramme de l'échantillon n° 6

Echantillon n° 8 : limon moyen

Quartz -----59%

Albite -----4%

Orthoclase -----2%

Calcite -----4%

Hématite -----3%

Argiles :

Illite -----75%

Chlorite -----10%

Kaolinite -----15%

Inter stratifiés -0%

Le minéral argileux le plus prépondérant est l'illite qui constitue 75% et qui présente une structure et composition proches de celles des micas, très présente dans les sols des régions tempérées. Les limons ont presque la même composition minérale ce qui indique la même source d'apport.

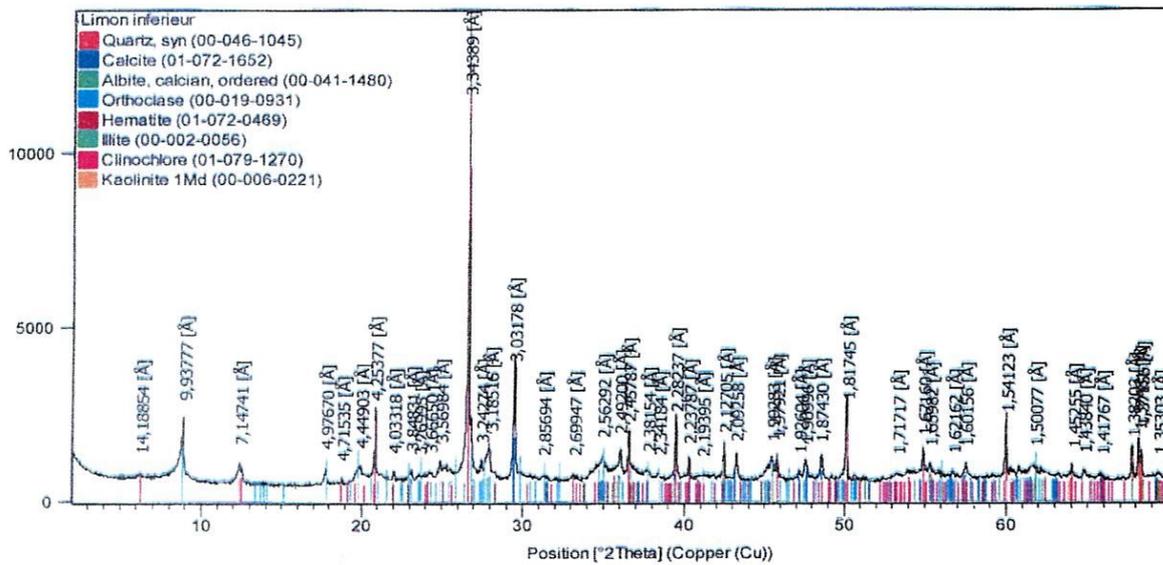


Fig. 41 Diffractogramme de l'échantillon n°8

## **V.5. Résultats d'Analyses morphoscopiques**

Pour la coupe de Ain Benian A, l'observation à la loupe binoculaire révèle la présence d'un taux de quartz supérieur à 80 %, les grains sont hétérométriques anguleux à sub anguleux, luisants avec un léger émoussé (sub arrondis).

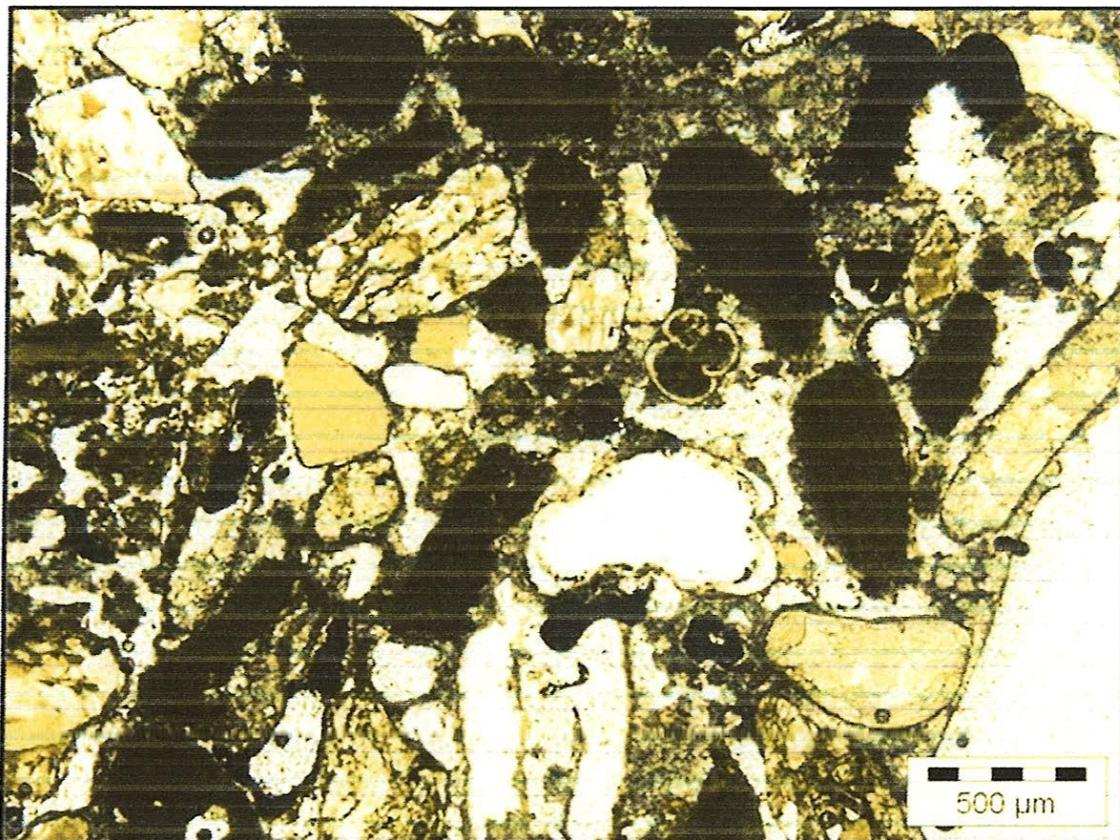
La morphoscopie des grains de quartz observés à la loupe binoculaire nous donne un fort pourcentage en quartz, il est hétérométrique sub arrondis à anguleux mats dans certains échantillons à luisant dans d'autres avec une présence de muscovite (micas blanc).

Dans l'échantillon 8 qui correspond au limon intermédiaire nous avons beaucoup de fragments de coquilles et même des coquilles entières d'hélix.

L'observation à la loupe binoculaire a démontré que les formations continentales de grés dunaires et limons rouges du rocher plat présentent un enrichissement important en grains de quartz, ceci induit un enrichissement continental. Les limons rouges intermédiaires sont constitués de grains anguleux à sub anguleux luisants et les limons rouges supérieurs sont constitués de grain sub anguleux mats le reste du sédiment contient en grande partie des débris d'Hélix et des cristaux de calcite.

## V.6. Résultats d'analyse micromorphologique

### V.6.1. Ain Benian carrière coupe A



**Fig. 42** Lame n° 1

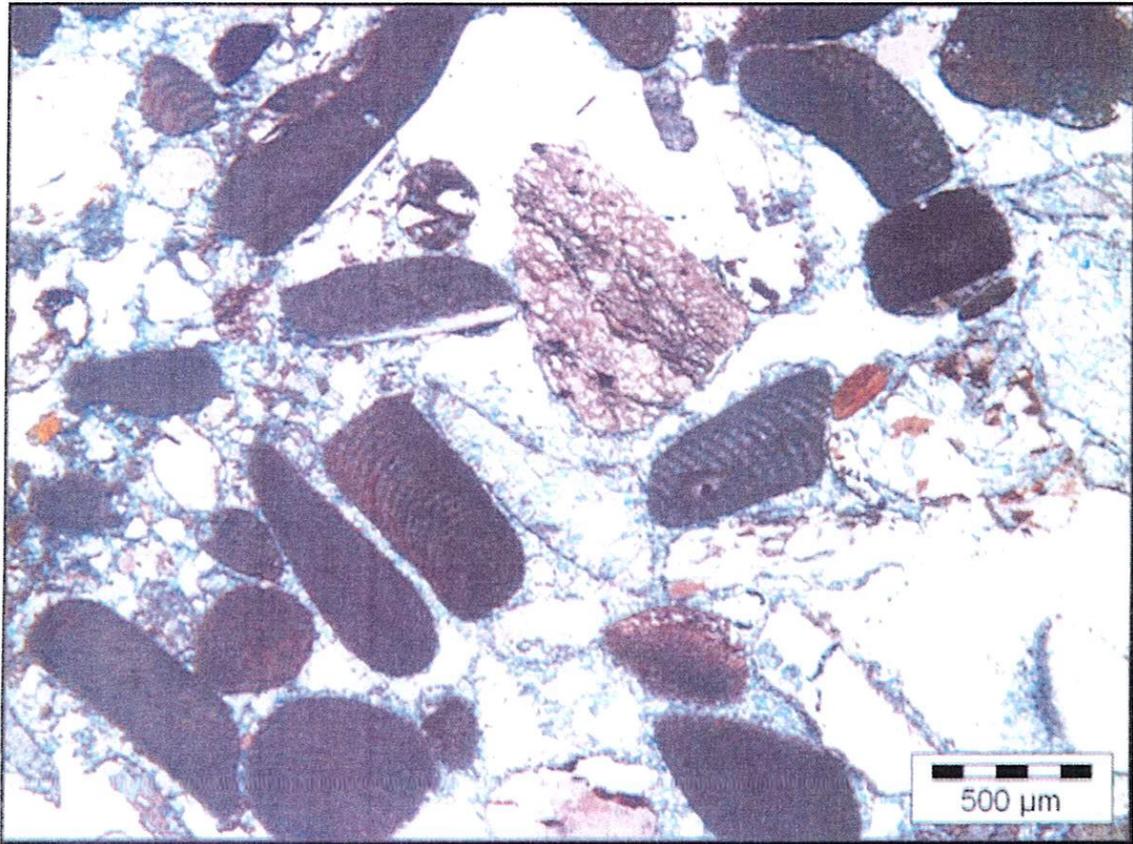
Grès à ciment carbonaté (microsparitique). Les grains de quartz sont de différente taille à contours anguleux, très riches en algues rouges (Rhodophytes) ; c'est des macros algues benthiques qui vivent fixés aux rochers, elles colonisent aussi des crêtes récifales en milieu très agité.

Les bio clastes sont assez fréquents : tests d'échinodermes, tests de bryozoaires ainsi que des foraminifères tels que : *Globigerinoides* sp. *Globorotalia* sp. Et des Miliolidae.

Les foraminifères se retrouvent dans tous les milieux marins, ils peuvent être planctoniques ou benthiques, ils ont été utilisés pour la bio stratigraphie depuis de nombreuses années, et ils ont également été très précieux dans les reconstitutions paléo-environnementales.

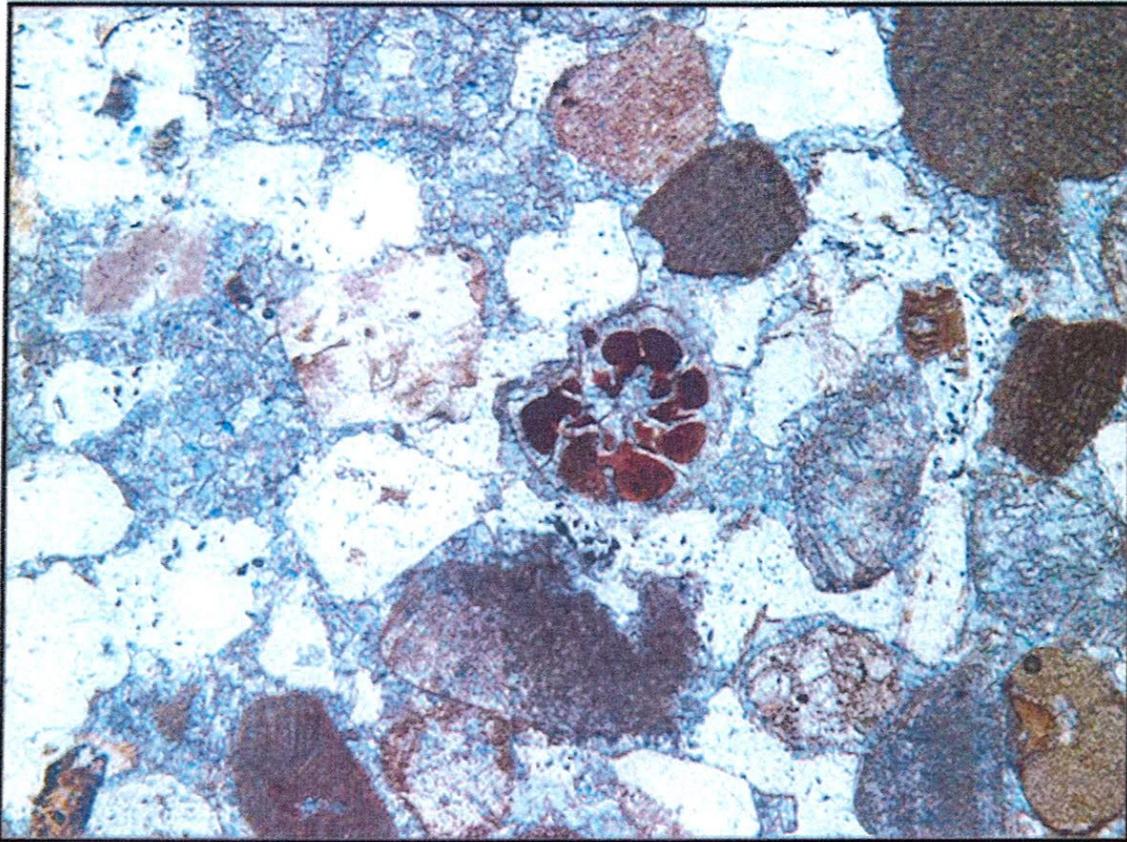
- Les Milliolides sont des foraminifères d'eau marine peu profonde et chaude, (jurassique à l'actuel).
- Les Gastéropodes sont des organismes littoraux et lagunaires de très faible profondeur.
- Les Echinodermes sont des organismes marins qui vivent sous la zone d'action des vagues (20à30 mètres).

C'est une matrice Bach rock à cimentation incomplète ou de dissolution, facies intertidal (pack stone wackstone) micrite et microsparite à lithothamniées.



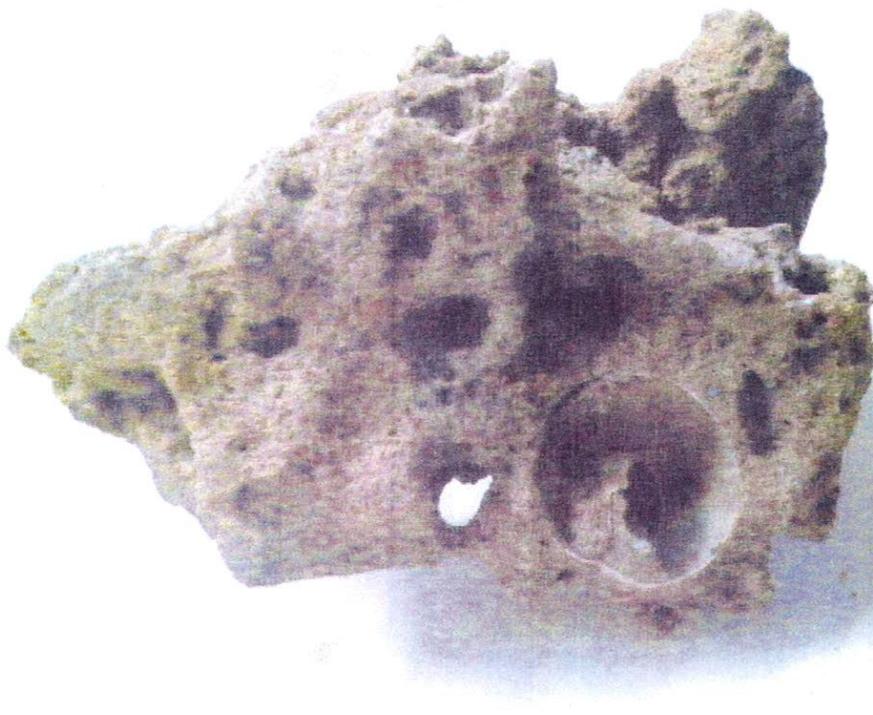
**Fig.43** Lame n° 2

Même faciès que le niveau précédent, les grains sableux sont plus grossiers, les grains de quartz sont hétérométriques et anguleux.

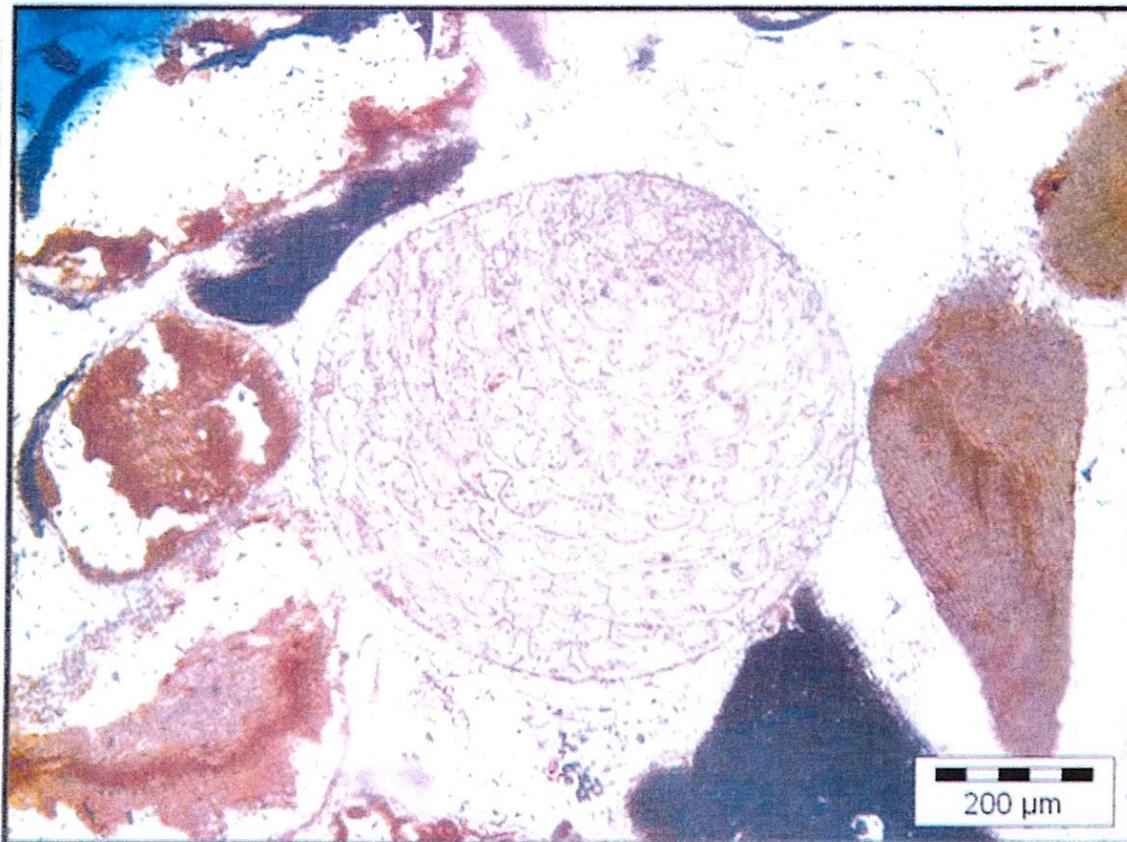


**Fig.44** Lame n° 3a

Grès moyen à ciment carbonaté (microsparitique) relativement riche en matière organique. C'est un grès bien classé, à contours anguleux et parfois arrondis. Notons également la fréquence des algues rouges (Rhodophycées), ainsi que quelques foraminifères : Rotaliidae, Elphidium sp. Et des Miliolidae. On note aussi la présence de fragment de Gastéropode Fig. Ce niveau gréseux présente un mélange de sables et de gravier.



**Fig.45** Gastéropode dans le niveau inférieur de la coupe A Ain Bénian  
carrière.



**Fig.46** Lamé n°3b

Même facies gréseux précédent à noter la présence d'Orbitoides Sp.  
C'est des grandes formes lenticulaires ils sont présents sur la plateforme carbonatée peu profonde, (crétacé à oligocène).

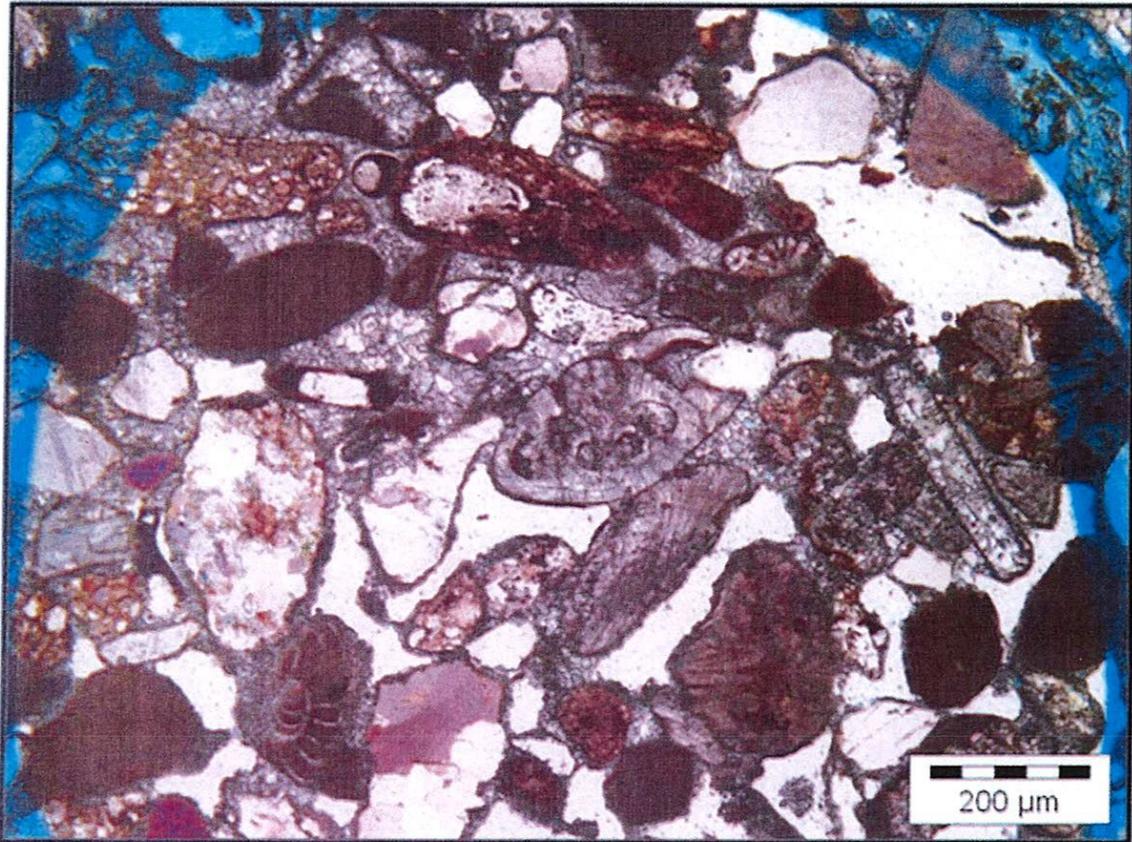


Fig.47 Lame n°4

Grès grossier à grains anguleux, présence de matière organique à ciment carbonaté. Parmi les bioblastes, nous citons : Test de bryozoaires, Test de lamellibranches, radio les d'oursins et quelques foraminifères exemple : *Globigerinoides* sp. Et des Miliolidae. Les Rhodophytes sont également présents.

On peut noter que ce banc présente une couleur blanchâtre et des niveaux de croute calcaire centimétrique, c'est le niveau le plus riche en bioblastes.



**Fig.48** Lame n°5

Grès à ciment carbonaté (microsparitique) riche en bioblastes, foraminifères et algues rouges. Nous avons rencontrés : test d'échinodermes, test de bryozoaires, test de lamellibranches ainsi que : Miliolidae et foraminifères benthiques. Porosité plus importante.

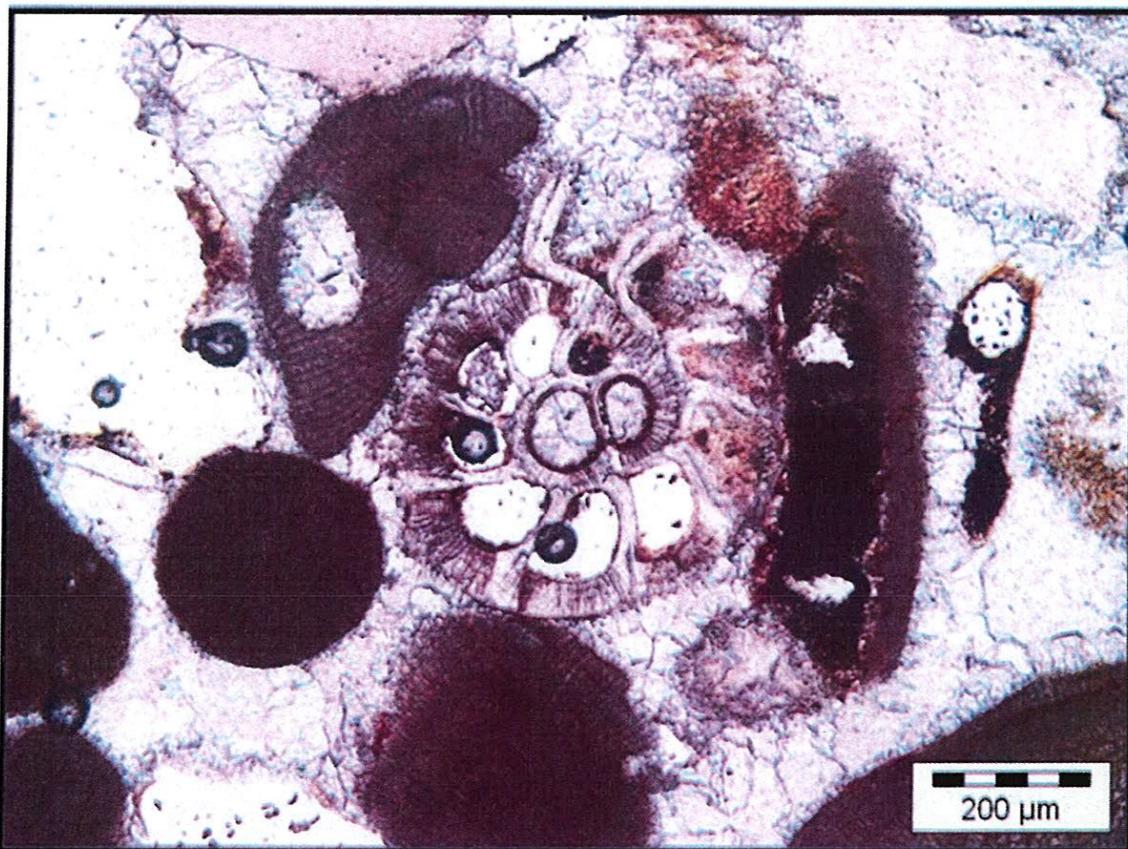
#### **V.6.1.1. Synthèse micromorphologique de la coupe A d'Ain Benian carrière**

Cette série de grés marins correspond probablement à des dépôts infralittoraux, déposés sous une tranche d'eau peu profonde. Cette série gréseuse présente un léger pendage vers l'Est et se prolonge en mer, la limite inférieure se retrouve immergées. Le ciment est carbonate, microsparitique, la matrice est donc la boue microcristalline existant au moment du dépôt ; le ciment qui précipite entre les grains, cette boue microcristalline est appelée micrite, par la suite après le dépôt

et durant la diagénèse la micrite peut recristalliser (né morphisme) avec augmentation de la taille des cristaux on obtient de la microsparite (4 à 10 micromètres) d'après la classification de Tucker, 1981.

### V.6.2. Analyse micromorphologique de la coupe B

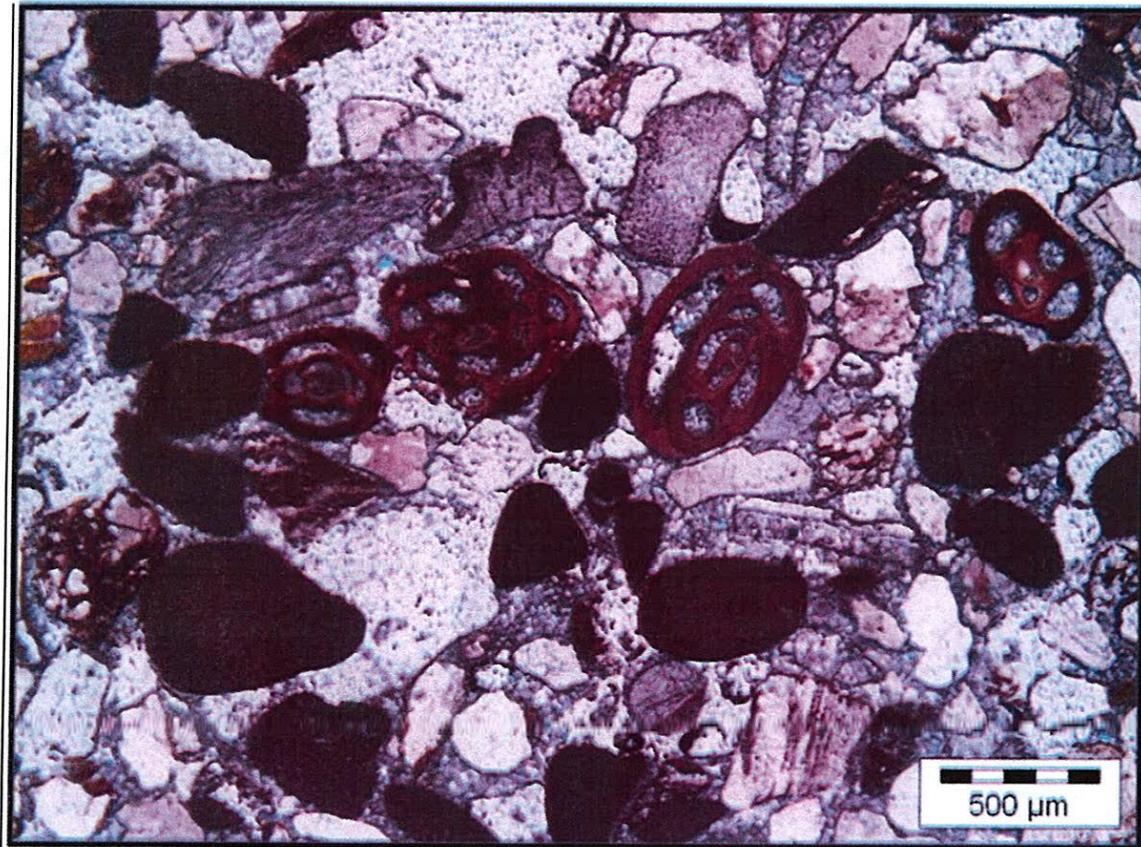
L'analyse des lames minces a révélé l'existence de débris coquilliers dans les formations gréseuses (dunaires), l'examen de lames minces nous donne :



**Fig.59** Lame n° 7

Grés intermédiaires : grés à ciment carbonaté sparitique riche en algues rouges et des bioblastes : Milliolidés et quelques foraminifères benthiques.

Les grés dunaires moyens et supérieurs : Ils présentent la même composition que les grés intermédiaires. Le ciment est sparitique avec la présence de foraminifères benthiques, échinodermes et les algues rouges.



**Fig.50** Lame n° 8

#### **V.6.2.1. Interprétation micro stratigraphique de la coupe B d'Ain Benian carrière**

D'après les données observées sur le terrain et la micromorphologie nous avons une intercalation de dépôt dunaire hérité de la désagrégation de plages marines (existence de débris coquillers de plage) avec une intercalation de dépôt continentale limono -argileux rubéfiés et qui présente des fragments (colluvions) de taille considérable déposé en même temps que les limons.

## V.7. Interprétation d'ensemble

Les deux coupes précédemment décrites montrent la succession de deux transgressions marines qui correspondent au sous étage eu tyrrhénien représenté par le conglomérat de base à faciès infralittoral (d'après J.J Blanc in M. Betrouni ,1978) l'émersion de la formation marine s'est faite progressivement elle est marquée par la dalle coquillière à faciès médiolittoral dont le sommet gréseux dépourvu de coquilles correspond à un prisme littoral.

La deuxième transgression marine est marquée par la lumachelle à pétoncles.

Les grés dunaires inférieurs représentent la formation continentale post-eue tyrrhénienne dont les courbes cumulatives confirment la composante éolienne.

La deuxième formation post-néo tyrrhénienne qui surmonte la lumachelle est marquée par la succession de grés dunaires et limons rouges.

D'après les résultats obtenus nous pouvons avancer que les formations limono-argileuses rouges (paléosol) seraient probablement des dépôts de ruissellement dont la genèse est de manière générale identique pour les deux couches.

Nous avons dans ce cas de dépôt une influence subsidence due à l'assise marneuse, les formations continentales sont moins épaisses au contraire des formations du sahel de la Bouzaréa, nous avons une généralisation progressive des dépôts liés à la régression du würm comme l'atteste d'une part l'alternance d'épisode régressifs et transgressifs qui traduisent un climat instable et qui tente à être plus sec avec l'influence grandissante des dépôts éoliens et la diminution des dépôts fins caractéristiques des milieux de sédimentation calme .

# Chapitre VI

## VI. Préhistoire

### VI.1. Le Paléolithique inférieur

Le paléo lithique inférieur semble être absent, il marque un point d'interrogation sur le peuplement de cette époque préhistorique de la région, la récolte de six bifaces ne peut pas être représentative de cette période si on la comparait avec la civilisation atérienne qui quant à elle est bien représentée sur tout le Sahel occidental d'Alger.

Les six bifaces ont été bien étudiés par F.E Roubet 1969. (Voir tableau)

**Tab20** Les six bifaces étudiés par F.E Roubet 1969

BIFACE n°	Lieu de récolte	Nature du support	Contexte stratigraphique
1	Tombeau de la Chrétienne (Tipaza)	Silex	Sable argileux villafranchiens et actuels
2	Littoral du Chenoua	Quartzite	Tranchée littorale
3	Meftah limite méridionale de la Mitidja	Quartzite	Emoussée et roulé sur le sol
4	Douaouda Marine	Calcaire silicifié	Carrière du littoral sahélien
5	Mahelma 180m d'altitude	Quartzite	Biface très altéré
6	Bou Smail	Calcédoine	Fortement patiné et très lustré

Il ressort de ce tableau récapitulatif que le paléolithique inférieur du sahel en général ne peut pas fournir des renseignements précis sur le peuplement préhistorique de l'époque. La matière première existe sur toute la région,

la récolte est faite sur des zones éloignées, ces bifaces semblent avoir subi une altération due à leur exposition à l'air. La raréfaction des bifaces (le paléolithique inférieur) n'est pas due à des problèmes de recherche.

## **VI.2. Le paléolithique moyen**

### **VI.2.1 Historique**

Au paléolithique moyen nous avons des indices du peuplement du littoral Ouest Algérois par la présence d'une industrie Atérienne, présente dans la séquence grés dunaires – limons rouges, c'est une industrie essentiellement sur éclats atypiques et des déchets de taille.

Plusieurs auteurs ont mentionnés la présence de silex taillé dans les sables rouges superposés à la plage quaternaire, qui étaient considérés comme une seule formation rapportée à un seul épisode climatique.

A partir de ces recherches ont surgit des divergences d'interprétation au sujet de cette industrie lithique et sa place au sein du contexte stratigraphique (formation rouge).

Les anciens auteurs, Gle De Lamothe, Fischeur et Brives, A Aymé ..... Ont rapporté l'industrie rencontrée dans la formation rubéfiée avec intercalations (lentilles) gréseuses au moustérien.

Les récoltes de l'industrie lithique s'est faite sans distinction entre les niveaux rubéfiés ce qui aurait influé sur les interprétations.

En 1969 et pour la première fois F. E. Roubet révèle l'existence de deux niveaux rougeâtres séparés par un grés dunaire dans la région du rocher plat et reconnaît dans le niveau rouge supérieur une industrie atérienne.

Pour la première fois le mythe de la basse plage quaternaire des anciens auteurs fut percé.

### **VI.2.2.L'Atérien littoral Ouest Algérois**

L'industrie préhistorique rencontrée sur le sahel en général est une industrie Levalloiso- Moustérienne avec ou sans pièces pédonculées rencontrés dans les dépôts continentaux (limons rouges grés dunaires).

L'apparition du pédoncule se fait dans un substrat de technique levalloisienne au milieu d'un contexte d'éclats Levallois et de pièces de facture moustérienne L. Balout ,1955. Ceci fut la définition de la civilisation du paléolithique moyen d'Afrique du nord jusqu'au Sahara par le même auteur.

Plusieurs auteurs (Pallary, Debruge, Reygasse, Fischeur, Brives.....) pensaient que l'Atérien avec ses pièces pédonculées présente le terme d'une évolution ascendante. L. Balout aurait fait remarquer, après 30 ans de polémique sur la question que le passage du Moustérien à l'Atérien n'était pas saisi dans aucun des gisements reconnu comme tel .Toutes la divergence d'interprétation reposait sur des observations purement archéologique, le contexte géologique aurait aidé à mieux interpréter cette phase de l'évolution humaine.

### **Chronologie**

L'Atérien d'Afrique du nord remonterait à environs 40.000 ans BC (datation dans la vallée de la Saoura), et aurait duré jusqu'à environ 25.000ans BC (Camps et al. 1968).

Il a été considéré comme le contemporain du Paléolithique supérieur d'Europe R. Vaufray, 1932.

#### **VI.2.2.1.Les gisements Atériens du littoral Ouest Algérois**

La synthèse des gisements préhistoriques repose sur les études des anciens auteurs, presque toutes les grottes du sahel de Bouzaréa ont disparues avec

l'urbanisation grimpante du littoral, même au niveau de la carrière de Ain Benian la grotte Anglade n'existe plus par contre au sahel de Tipaza et au niveau du rocher plat nous avons beaucoup de pièces lithique qui jonchent le sol, c'est des gisements de plein air.

### **Matériel utilisé dans le débitage**

Quartz et quartzite constituent le matériel le plus utilisé dans le débitage au niveau des grottes du sahel de la Bouzaréa ou nous avons de très nombreux fragments, le silex est représenté mais en très faible quantité

Au niveau du Rocher plat (sahel de Tipaza) la récolte s'est faite au niveau des limons rouges (intermédiaires – moyens et supérieurs) et dans les grés (intermédiaires et moyens), ou nous avons des éclats et fragments d'éclat avec quelques pièces caractéristiques dont une lame pédonculée. Dans cette zone nous avons une prépondérance du silex.

### **VI.3.L'Epipaléolithique et le Néolithique**

L'épipaléolithique est présent sur la cote Algéroise au niveau du sahel de Tipaza (rocher plat) c'est une industrie microlithique contenues dans les sables dunaires supérieurs, cette industrie est obtenue sur silex.

Le néolithique est aussi présent dans les limons supérieurs et dans certaines grottes du littoral de la Bouzaréa.

## VI.4.Conclusion

L'industrie lithique existe partout dans la séquence continentale grés dunaires-limons rouges et peut parfois se retrouver sur la série marine.

Le peuplement du sahel occidental d'Alger est indiqué surtout par la présence des artefacts atériens que l'on rencontre dans des conditions de stratigraphie différente ; au niveau du sahel de Bouzaréa l'habitat en grottes

atteste de la présence d'une industrie frustre essentiellement sur le quartz.

Au niveau du rocher plat nous avons la superposition de deux civilisation l'une atérienne représenté par les pièces pédonculées et l'autre épipaléolithique (ibéromaurusien), c'est des gisements de plein air.

## **Conclusion générale**

Il ressort de cet étude un certain nombre de questionnement qu'il serait intéressant de cerner dans les recherches futures et que nous allons énumérer à travers cette conclusion générale qui se veut être le début et non pas la fin.

Sur le plan tectonique nous constatons qu'il Ya une nette distinction entre le sahel de la Bouzaréa qui reste sous l'influence du massif métamorphique de la Bouzaréa ou l'agencement des séries continentales (grés dunaires –limons rouges) suit la topographie générale du littoral soumis à l'influence des contraintes tectoniques.

La disposition des formations Quaternaire en gradins dans cette zone indique des mouvements verticaux et leurs généralisation depuis le pliocène, une néotectonique intense aurait contribué de façon directe à ce qu'il est souvent difficile de reconnaître les anciennes plages à leurs niveau réel.

Nous avons un taux de soulèvement de 1,8mm/an dans le sahel d'Alger alors que la plaine de la Mitidja subside de 2 à 3 cm/an, ainsi la dislocation topographique matérialisée par des blocs affaissés et des blocs soulevés accentue le problème de corrélation entre les différents types de dépôts par l'apparition de lacunes stratigraphiques. Dans le cas du sahel de Bouzaréa nous avons une influence directe de la néotectonique sur les dépôts pléistocènes. Nous avons dans ce cas un substrat très compartimenté ou les accidents tectoniques majeurs sont de direction NE-SO, NO-SE et E-O.

Ces accidents sont le moteur principal de l'évolution des différentes lignes de rivages.

Au niveau du littoral de Tipaza (rocher plat) nous avons un étalement des dépôts continentaux (grés dunaires- limons rouges) dans ce cas de figure le substrat est

subsident ayant probablement contribué à la superposition des lignes de rivages et un étalement des dépôts éoliens dunaires et alluviales rouges.

Sur le plan stratigraphique la synthèse lithologique des deux stations étudiées révèle une sédimentation sableuse (dunaire) à intercalation argileuse (limons rouges), il existe donc différentes générations de paléosoils

Et le travail présenté nous a permis d'identifier au moins trois d'âge probablement wurmien. Ces formations rouges témoignent de conditions de pluviosité et d'un régime thermique favorable à la dispersion de sol dont les éléments rubéfiés seraient déplacés par le ruissellement comme c'est le cas à rocher plat et par colluvionnement corrélatifs d'action érosive sur les versants comme c'est le cas dans le sahel de Bouzaréa.

Sur le plan sédimentologiques tout les paramètres étudiés témoignent à la faveur de dépôts éoliens et de ruissellement.

Sur le plan préhistorique les formations grés dunaires – limons rouges du pléistocène supérieur constituent le siège d'une civilisation typique à l'Afrique du nord qu'est la civilisation atérienne caractérisée par une industrie à pédoncule, cette civilisation est suivie au niveau du sahel de Tipaza par l'ibéromaurusien caractérisée par un outillage microlithique.

## -BIBLIOGRAPHIE-

- ALIMEN A., 1955.** Préhistoire de l'Afrique. Collection l'Homme et ses origines, Ed.N.Boubée et Cie.
- AYME A., 1962.** Note sur le terrain éruptif miocène et le Pliocène Chenoua. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Du Nord, t XVIII.p.27.
- AYME A., 1948.** Contribution à l'étude des terrasses marines entre Matifou et l'Ouest Isser. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Du No PP.97-100.t.XXXIX.
- AYME A., 1951.** La feuille géologique de Tipaza. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Du Nord, P.15-16 .t .XXLII.
- AYME A., 1952.** Contribution à l'étude du plateau de Guyot. Ville. Bull. Soc .Hist. Nat. Afr. Du Nord, P.16-24.t. XLIII.
- AYME A., 1952.** Le Quaternaire littoral des environs d'ALGER. Congrès Panafricain de préhistoire-ALGER. P243-246.
- AYME A., AYME J.M, MAGNE J., 1953.** Etude des terrains néogènes de la cluse du MAZAFRAN.P.192-150. Travaux des collaborateurs, publication du service de la carte géologique de l'ALGERIE, Bull n°1, Fasc.II.
- AYME A., 1956.** Modification récente survenues dans le réseau hydrographique de la plaine de la Mitidja. P.50-56, B .S .H .Afr. Du Nord. XLVII.
- ARNOULD M.C. et BUROLLET P.F., 1953.** Limite inférieure du Pléistocène en Tunisie Oriental. Congrès international du Quaternaire- Pise, P.14-18.
- BALOUT L., 1955.** Préhistoire de l'Afrique du Nord. Essai de chronologie, Arts et Métiers graphiques.
- BETROUNI M., 1979.** Etude du Quaternaire récent du Rocher-Plat et des Falaises Rouges (SAHEL OCCIDENTAL d'ALGER) Mémoire des Sciences de Luminy, Laboratoire de Géologie du Quaternaire.
- BETROUNI M., SAOUDI N., 1978-79.** Quaternaire marin récent du Sahel occidental d'ALGER Libyca, t. XXVII, P 9-24.
- BIBERSON P., 1961.** Le cadre paléogéographique de la préhistoire du Maroc Atlantique. Thèse principale de Doct. Es Lettre. Université d'ALGER- Faculté des lettres et sciences humaines.

**BELHAI D., 1997.** Evolution tectonique de la zone Ouest-Algéroise (Ténès-Chenoua) approche stratigraphique et structurale.

**BONIFAY E., 1964.** Pliocène méditerranéen ; Vue d'ensemble et Essai de corrélations avec chronologie glaciaire. Ann. Paléont. (Vertébrés), t. L (2), P.197-226.

**BONIFAY E., 1967.** La tectonique récente du bassin de Marseille dans le cadre de l'évolution post-Miocène du littoral méditerranéen français Ex. Bull. Soc. Géol. France, 7<sup>ème</sup> série, t. IX, P 549-560.

**BONIFAY E., 1975.** L'Ere Quaternaire : définition limites et subdivisions, sur la base de la chronologie méditerranéenne. B.S.G.F., 7<sup>ème</sup> série, t. XVII, P380-393.

**BONIFAY E., 1977.** Les limites Tertiaire / Quaternaire et Pliocène / Pléistocène en France. Giornale di Geologia-Annali d'El Museo geologia Di Bologna. Ser.2a, volume XLI-fasc. I-II, Bologna.

**BRAHIMI C., 1986.** L'Ibéromaurusien littoral de la région d'ALGER. Thèse de Doct. De l'IIIème Cycle, Université d'ALGER, P.154.

**BRIVES A., 1897.** Les terrains miocènes du bassin de Chélif et du Dahra Matériaux pour la carte géologique de l'Algérie 2<sup>ème</sup> série stratigraphique descriptions régionales. N°2.

**CAMPS G., 1955.** Le gisement atérien du Camp Franchet d'Esperey. P .17-55. Libyca. T. III, 1<sup>er</sup> semestre 1955.

**CAMPS G., DELIBRIAS G., et THOMMERET J., 1968.** Chronologie absolue et succession des civilisations préhistoriques dans le Nord de l'Afrique. LIBYCA. T XVI-1968, PP.9-28.

**DALLONI M., 1915.** Recherches sur la période néogène dans l'ALGERIE Occidentale. B.S.G.F. 4<sup>o</sup> série, t. XV, P.428.

**DALLONI M., 1933.** Le pliocène du Sahel Oriental de la Kabylie. B.S.H.N.A. du Nord, t. XXIV P. 9-18.

**DALLONI M., 1940.** Note sur la classification du Pliocène supérieur du Quaternaire de l'ALGERIE. P.8-43. Bull. Soc. Géog. D'Oran 63, t. 61-fasc. 214, Mars-Juin.

- DALLONI M., 1949.** Basse plage Quaternaire et formation continentales récentes à l'Ouest d'ALGER. B.S.H.N.A.N.
- DALLONI M., 1952.** L'Extension du paléolithique ancien dans la zone littorale de l'Algérie. Congrès Panafricain de Préhistoire. 2<sup>ème</sup> session-ALGER, P. 251-257.
- DALLONI M., 1953.** La limite du Tertiaire et du Quaternaire dans le Nord-Ouest de l'ALGERIE et des contrées voisines. IV<sup>o</sup> Congrès interne du Quaternaire. Pise-t. I, F. 19-29.
- DALLONI M., 1954.** Sur quelques problèmes du Quaternaire méditerranéen. P. 134-169.B.S.H.N.A.N.
- DALLONI M., 1954.** La géologie de la région d'Orléans ville et les séismes récents. P. 419 Travaux des collaborateurs, service C.G de l'ALGERIE. Alger.
- DE LAMOTHE., 1911.** Les anciennes lignes de rivage du Sahel d'Alger et d'une partie de la côte algérienne. Mem. S. G. F. 4<sup>o</sup> ser. T.I 288 P. 3 pl. H. Texte, la carte couleur.
- DJEDIAT Y., 1996.** Etude géologique et géotechnique de la Mitidja Nord Orientale, thèse Magister / USTHB 1996.
- GIGNOUX M., 1913.** Les formations marines pliocènes et Quaternaire de L'Italie du Sud et de la Sicile. Ann. Univ. Lyon, Nouv. Ser. Série I, fasc. 36 et thèse sciences, Lyon, P.693. XXI pl.
- GIGNOUX M., 1954.** Pliocène et Quaternaire marin de la Méditerranée Occidentale XIX<sup>o</sup> Congrès Géol. Interne, Alger 1952, Sect. XIII, fasc. XV P.249-258.
- GLANGEAUD L. 1927.** Contribution à l'étude stratigraphique du Pliocène et du Quaternaire dans la région littorale du Nord de la province d'Alger. B. S. H. N. A. Nord, t. XVIII, P.27.
- GLANGEAUD L. 1927.** Sur les plissements post-astiens dans le Nord de la province d'Alger. B. S. G. F. 4<sup>o</sup> série, t. XXVII, P. 239-246.
- GLANGEAUD L. 1932.** Etude géologique de la région littorale de la province d'Alger. B. S. C. G. A., 2<sup>o</sup> série, n<sup>o</sup> 8, P.350-598.

**GLANGEAUD L., AYME A., CAIR A., MATTEUR M et MURAOUR P., 1952.** Histoire géologique de la province d'Alger. XIX<sup>o</sup> Congrès géologique international, Alger, Monographies régionales, 1<sup>ère</sup> série (ALGERIE), n°25.

**MARCHAND H. (Dr)., 1931.** Fouilles à la station préhistorique du Chenoua. Bull. Soc. D'Hist. Nat. Afr. Du Nord. t. XXIX. P.23-28.

**MARCHAND H. (Dr)., 1932.** Station Moustériennes à quartzites de la région du Nord (Département d'Alger) Bull. Soc. D'Hist. Nat. Afr. Du Nord .t .XXIII. PP.239-242.

**MARCHAND H. (Dr)., AYME A., 1935.** Recherche stratigraphiques sur l'Atérien. Bull. Soc. D'Hist. Nat. Afr. Du Nord .t. XXVI .PP. 333-345.

**ROUBET F.E., 1966-67.** Nouvelles observations sur la stratigraphie côtières et la présence de l'atérien à l'Ouest d'Alger. Bull. Soc. D'Hist. Nat. Afr. Du Nord. t. XXXXXVII. PP 146-149.

**ROUBET F.E., 1967.** Recherches récentes sur la stratigraphie du littoral à l'Ouest d'Alger : l'Atérien et les informations de cote entre Bérard et Tipaza.

**ROUBET F.E., 1967.** 6<sup>ème</sup> Cong. Panaf. De Préhistoire. DAKAR 144-145.

**ROUBET F.E., 1969.** Les bifaces du littoral à l'Ouest d'Alger. (Paléolithique inférieur) ; Libyca, C. R. A. P. E. pp. 17-34 Alger.

**SAOUDI N., 1979.** Stratigraphie des formations Quaternaires de la région de Bérard (Sahel Occidental d'Alger). Mém .de D. E. A., Université des sciences de Luminy, Laboratoire de Géologie du Quaternaire.

**SAOUDI N., 1982.** Pliocène et pléistocène inférieur et moyen du Sahel Occidental d'Alger. Thèse de Doct. III<sup>ème</sup> cycle en géologie du Quaternaire, Université d'AIX-Marseille II, Faculté des sciences de Luminy.

# SOMMAIRE

## Préambule

### Introduction générale

1. Introduction.....	1
2. Intérêt scientifique du sujet.....	1
3. Problématique de l'étude.....	2

### Chapitre I

I. Cadre général.....	5
I.1. Cadre géographique.....	5
I.2. Choix du site.....	5
I.3. Cadre géomorphologique .....	6
I.3.1. Le relief.....	7
I.3.1.1. Le Sahel occidental d'Alger.....	7
I.3.1.2. Le littoral ouest Algérois.....	9
I.3.1.3. La limite sud du Sahel Algérois.....	10
I.4. Le climat.....	11
I.5. Hydrologie .....	11
a. Oued Nador.....	12
b. Oued Mazafran.....	12
c. Oued Beni Messous.....	12
I.5.1. Le réseau hydrographique.....	12
I.6. Conclusion.....	14

### Chapitre II

II.7. Cadre géologique.....	16
II.7.1. Introduction.....	16
II.7.2. Les massifs anciens.....	16
II.7.2.1. Massif de la Bouzaréa (massif d'Alger).....	17
II.7.2.2. Massif de Chenoua.....	18
II.7.2.3. Le bassin néogène de la Mitidja.....	18
II.7.3. Les grands ensembles géologiques de l'Algérie .....	18
II.7.3.1. L'Atlas Tellien.....	19
II.7.3.2. Néotectonique de l'Atlas Tellien.....	19
II.7.4. Evolution Morpho-tectonique de la structure du Sahel .....	20
II.7.5. Synthèse géodynamique.....	20
II.7.6. Stratigraphie des unités morphostructurales du Sahel occidental	21

II.7.6.1. Introduction.....	21
II.7.6.2. Le miocène post-nappes.....	22
II.7.6.3. Le moi-plio-pléistocène .....	23
II.7.6.4. Le pliocène .....	24
II.7.7. Le cadre structural.....	25
II.7.7.1. Tectonique anté-pliocène .....	25
II.7.7.2. Tectonique récente .....	26
II.7.7.3. Synthèse tectonique moi-plio-pléistocène .....	26
II.7.7.4. Conclusion.....	28
II.7.8. Le Quaternaire.....	29
II.7.8.1. Introduction.....	29
II.7.8.2. Le pléistocène .....	33
II.7.8.3. Le Quaternaire méditerranéen .....	35
II.7.8.3.1. Influence de la position géographique.....	35
II.7.8.3.2. Chronologie du Quaternaire littoral .....	36
II.7.8.3.2.1. Le Quaternaire ancien littoral .....	36
a. Le Calabrien.....	36
b. Le Sicilien.....	37
II.7.8.3.2.2. Le Quaternaire moyen et récent littoral .....	38
a. Le Tyrrhénien.....	38
b. Le Versilien.....	40
II.7.8.3.2.3. Les unités climato sédimentaires.....	40
II.7.8.4. Terminologie Quaternaire.....	42
II.7.8.5. Les fonctions continentales du pléistocène supérieur .....	42
II.7.8.5.1. Les fonctions dunaires.....	42
II.7.8.5.2. Les formations rouges littorales .....	43
II.7.8.5.3. Aspect géomorphologique.....	44

### Chapitre III

III. Méthodologie.....	45
III.1. Introduction.....	45
III.2. Bibliographie.....	45
III.3. Prospection du terrain.....	46
III.4. Relevés stratigraphiques.....	46
III.5. Echantillonnage.....	47
III.6. Analyses sédimentologiques .....	47

III.6.1. Analyses granulométriques.....	47
III.6.1.1. Notions élémentaires de granulométrie.....	47
a. La classe granulométrique.....	48
b. Le classement des sédiments.....	48
III.6.1.2. Protocole de manipulation.....	49
a. Représentations graphiques.....	49
b. Les courbes granulométriques.....	49
c. Histogramme et courbes de fréquence.....	50
d. Les courbes cumulatives.....	50
e. Les paramètres de dispersion.....	51
f. Les paramètres de forme.....	51
g. Indice de classement Trask (sorting indice).....	51
h. Indice d'assymétrie de Skweness (Sk).....	52
III.6.2. Analyses phisiquo-chimique.....	52
III.6.2.1. La calcimétrie.....	52
III.6.2.2. La minéralogie des argiles (la fonction < à 40µm).....	53
III.6.2.3. La morphoscopie.....	53
III.6.3. Analyse micromorphologique.....	53
III.6.4. Conclusion.....	53

## Chapitre IV

IV. Etude stratigraphique.....	54
IV.1. Introduction.....	54
IV.2. Le Sahel de Bouzaréa.....	55
IV.2.1. Le remplissages des grottes du promontoire Rais Hamidou.....	56
IV.2.1.1. La grotte de la pointe Pescade.....	56
IV.2.1.2. Grotte ancienne des bains romains .....	56
IV.2.1.3. Deuxième grotte des bains romains.....	57
IV.2.2. Le littoral d'Ain Bénian.....	57
IV.2.2.1. Le remplissage des grottes du littoral d'Ain Benian.....	57
IV.2.2.2. Grotte Sintés .....	57
IV.2.2.3. Grotte Anglade.....	59
IV.3. La station d'Ain Benian carrière .....	60
IV.3.1. Introduction.....	60
IV.3.2. Description stratigraphique .....	60
IV.3.2.1. Coupe A.....	61

a. Lithofaciès de la coupe A .....	61
b. Description de la coupe A.....	62
IV.3.2.2. Coupe B.....	63
a. Lithofaciès de la coupe B.....	63
b. Description de la coupe B.....	64
IV.3.2.3. Synthèse stratigraphique.....	69
- Coupe A	
- Coupe B	
IV.4.Rochet Plat.....	71
IV.4.1.Introduction.....	71
IV.4.2.Description stratigraphique.....	73
IV.4.2.1.Coupe A.....	73
a. Lithofaciès	
b. Description	
IV.4 .2.2. Coupe B.....	78
a. Lithofaciès	
b. Description	
IV.4.3.Coupe stratigraphique synthèse du rochet plat.....	82
a. Lithofaciès synthétique du rochet plat	
b. Interprétation stratigraphique du rochet plat .....	83

## Chapitre V

V. Etude sédimentologique.....	85
V.1.Introduction.....	85
V.2.Résultats d'analyses macroscopiques.....	85
V.2.1.Analyses granulométriques.....	85
a. Ain Benian carrière (Coupe A)	
b. Ain Benian carrière (Coupe B)	
c. Coupe Rochet Plat	
V.2.1.1.Interprétation d'analyses granulométriques.....	100
a. Ain Benian carrière (Coupe A et B).....	100
b. Coupe Rocher Plat.....	103
V.3.Résultats d'analyses calcimétrique.....	103
a. Ain Benian carrière (Coupe A).....	103
b. Ain Benian carrière (Coupe B).....	104
c. Coupe Rocher Plat.....	105

V.4.Résultats d'analyses minéralogiques des argiles.....	106
V.5.Résultats d'analyses morphoscopiques.....	109
V.6.Résultats d'analyses micromorphologique.....	110
V.6.1.Ain Bénian carrière coupe A.....	110
V.6.1.1.Synthèse Micromorphologique Ain Bénian carrière coupe A..	117
V.6.2. Analyse micromorphologique de la coupe B.....	118
V.6.2.1. Interprétation microstratigraphique de la coupe B d'Ain Benian carrière .....	119
V.7.Interpretation d'ensemble.....	120

## **Chapitre VI**

VI. Préhistoire.....	121
VI.1. Le Paléolithique inférieur.....	121
VI.2.Le paléolithique moyen .....	122
VI.2.1.Historique .....	122
VI.2.2.L'Atérien littoral Ouest Algérois .....	123
VI.2.2.1.Les gisements Atériens du littoral Ouest Algérois .....	123
VI.3.L'Epipaléolithique et le Néolithique .....	124
VI.4.Conclusion.....	125

## **Conclusion Générale**

## **Références Bibliographiques**

## **Liste des tableaux**

## **Liste des figures.**

## LISTE DES TABLEAUX

Tab 1	principales subdivision des quaternaires.....	31
Tab 2	Proposition présenté par le groupe quaternaire à la commission Internationale des stratigraphies (ICS) en 2009.....	33
Tab 3	répartition du sédiment dans la fraction granulométrique échantillon 1.....	86
Tab 4	répartition du sédiment dans la fraction granulométrique échantillon 2.....	87
Tab 5	répartition du sédiment dans la fraction granulométrique échantillon 3.....	88
Tab 6	répartition du sédiment dans la fraction granulométrique échantillon 4.....	89
Tab 7	répartition du sédiment dans la fraction granulométrique échantillon 5.....	90
Tab 8	répartition du sédiment dans la fraction granulométrique échantillon 6.....	91
Tab 9	répartition du sédiment dans la fraction granulométrique échantillon 7.....	92
Tab 10	répartition du sédiment dans la fraction granulométrique échantillon 8.....	93
Tab 11	répartition du sédiment dans la fraction granulométrique échantillon 9.....	94
Tab 12	répartition du sédiment dans la fraction granulométrique échantillon 10.....	95
Tab 13	les classes granulométriques des formations dunaires.....	97
Tab 14	Les paramètres granulométriques.....	98
Tab 15	Les fractions granulométriques des limons.....	99
Tab 16	Les paramètres sédimentologiques Ain Benian.....	102
Tab 17	Teneurs en carbonates.....	103
Tab 18	Pourcentages en carbonates coupe B.....	104
Tab 19	Taux des carbonates rochet plat.....	105
Tab20	Les six bifaces étudiés par F.E Roubet 1969.....	121

## LISTE DES FIGURES

Fig. 1 Localisation des zones d'études.....	5
Fig.2 les unités morpho structurales du sahel occidental d'Alger.....	7
Fig .3 morphologie du littoral Ouest Algérois.....	10
Fig.4 le réseau hydrographique.....	13
Fig.5 l'orogène Alpin périméditerranéen.....	16
Fig.6 carte géologique de la zone d'étude (extrait de la carte de cheraga 1/50.000).....	21
Fig.7 Schéma structural du sahel occidental d'Alger, à partir de l'image landsat (Tectonique satellitaire).....	27
Fig.8 description stratigraphique de grottes d'Ain Benian d'après (H.Marchand).....	58
Fig.9 coupe stratigraphique A de Ain Benian carrière.....	61
Fg.10 coupe stratigraphique B de Ain Benian carrière.....	63
Fig. 11 détails de la coupe A (Ain Benian carrière).....	62
Fig.12 Banc calcaire métamorphique à l'extrémité Ouest de la coupe B.....	65
Fig. 13 contact limons intermédiaire et grès intermédiaire.....	66
Fig.14 détail de la couche de limons intermédiaires (colluvions).....	67
Fig.15 coupe B , vue générale.....	68
Fig.16 grès dunaire inférieures ravinés par les limons rouges intermédiaires.....	70
Fig.17 vue générale de la crique du rocher plat.....	72
Fig.18 coupe centrale rocher plat.....	73
Fig.19 substratum marneux.....	75
Fig.20 les grès dunaires inférieurs.....	76
Fig.21 lumachelle à pétoncles.....	77
Fig.22 surface d'abrasion marine.....	77
Fig.23 stratigraphie de la coupe rocher plat.....	78
Fig.24 intercalation de limons rouges et grès dunaires.....	81
Fig.25 coupe stratigraphique synthétique du rocher plat.....	82
Fig.26 courbes cumulative représentative du sédiment de l'échantillon 1... ..	85

Fig.27	courbes cumulative représentative du sédiment de l'échantillon 2.....	86
Fig.28	courbes cumulative représentative du sédiment de l'échantillon 3.....	87
Fig.29	courbes cumulative représentative du sédiment de l'échantillon 4.....	88
Fig.30	courbes cumulative représentative du sédiment de l'échantillon 5.....	89
Fig.31	courbes cumulative représentative du sédiment de l'échantillon 6.....	90
Fig.32	courbes cumulative représentative du sédiments de l'échantillon 7.....	91
Fig.33	courbes cumulative représentative du sédiment de l'échantillon 8.....	92
Fig.34	courbes cumulative représentative du sédiment de l'échantillon 9.....	93
Fig.35	courbes cumulative représentative du sédiment de l'échantillon 10.....	94
Fig.36	courbes cumulatives de grès dunaires.....	96
Fig.37	courbes cumulatives des limons rouges (rocher plat).....	98
Fig.38	taux des carbonates coupe A.....	104
Fig.39	taux de carbonates coupe 13.....	105
Fig.40	diffractogramme de l'échantillon 6.....	107
Fig.41	diffractogramme de l'échantillon 8.....	108
Fig.42	lame N°1.....	110
Fig.43	lame N°2.....	112
Fig.44	lame N°3 a.....	113
Fig.45	gastéropode dans le niveau inférieur de la coupe A Ain Benian carrière.....	114
Fig.46	lame N°3 b.....	115
Fig.47	lame N°4.....	116
Fig.48	lame N°5.....	117
Fig.49	lame N°7.....	118
Fig.50	lame N°8.....	119