

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 :

Djerrab Abderrezak	Professeur	Président
Betrouni Mourad	Directeur de recherche	Rapporteur
Derradji Abdelkader	Maitre de conférences	Examineur
Benslama Lazreg	Maitre de conférences	Examineur

Année universitaire : 2014-2015

SOMMAIRE

Avant-propos

Introduction générale

1. Résumé, abstract, ملخص
2. Intérêt scientifique du sujet
3. Problématique de l'étude

Chapitre I Cadre général

I.1. Cadre géographique.....	9
I.1.1 Choix d'étude et d'analyse.....	9
I.2. Cadre géomorphologique.....	9
I.2.1. Le relief.....	10
I.2.1.1. Le Sahel occidental d'Alger.....	10
I.2.1.2. Le littoral ouest Algérois.....	12
I.2.1.3. La limite sud du Sahel Algérois.....	12
I.3. Le climat.....	13
I.4. Hydrologie	13
I.4.1. L'architecture du réseau hydrologique.....	14
I.5. Conclusion.....	15
I.6. Le cadre géologique.....	15
I.6.1.Introduction.....	15
I.6.1.1.Les massifs anciens.....	15
I.6.1.2. Massif de la Bouzaréa (massif d'Alger).....	16
I.6.2.2. Massif de Chenoua.....	17
I.6.3. L'Atlas Tellien.....	17
I.6.4. Stratigraphie des unités morphostructurales du Sahel occidental.....	17
I.6.4.1.Introduction.....	17
I.6.4.2. Le miocène post-nappes.....	18
I.6.4.3. Le pliocène.....	20
I.6.4. Stratigraphie des unités morpho-structurales du Sahel occidental.....	20
I.7. Le cadre structural.....	21
I.7.1. Tectonique anté-pliocène.....	21
I.7.2. Tectonique récente	21
I.7.3. Synthèse tectonique mio-plio-pléistocène.....	22
I.8. Conclusion.....	23

Chapitre II Environnement quaternaire et préhistorique

II.1. Recherches bibliographiques sur le Quaternaire.....	25
II.1.1. Introduction.....	25
II.1.2. Historique.....	25
II.1.3. Le pléistocène.....	27
II.1.4. Le Quaternaire méditerranéen.....	28
II.1.4.1. Chronologie du Quaternaire méditerranéen littoral.....	28
II.1.5. Les unités climato sédimentaires.....	31
II.1.6. Terminologie Quaternaire.....	32
II.1.7. Les formations continentales du pléistocène supérieur.....	33
II.1.7.1. Les formations dunaires.....	33
II.1.7.2. Les formations rouges littorales.....	33
II.1.7.3. Aspect géomorphologique.....	34
II.2. Le Cadre préhistorique.....	34
II.2.1. Introduction.....	34
II.2.2. Historique.....	34
II.2.3. L'Atérien littoral Ouest Algérois.....	36
II.2.3.1 Les gisements Atériens du littoral Ouest Algérois.....	37
II.2.4. Conclusion.....	38

Chapitre III Méthodologie

III.1. Introduction.....	40
III.2. Recherches bibliographiques et organisation du travail.....	40
III.3. Prospection de terrain.....	41
III.3.1. Relevés stratigraphiques.....	41
III.3.2. Echantillonnage.....	41
III.4. Analyses sédimentologiques.....	41
III.4.1. Analyses granulométriques.....	41
III.4.1.1. Notions élémentaires de granulométrie.....	41
III.4.1.2. Représentation graphique.....	43
III.4.1.3. Paramètres granulométriques.....	44
III.4.2. Analyses physico-chimique.....	44
III.4.2.1. La calcimétrie.....	44
III.4.2.2. La minéralogie des argiles (RX).....	45
III.4.3. La morphoscopie.....	45
III.4.4. Analyse micromorphologique (lames minces).....	45
III.5. Conclusion.....	45

Chapitre IV Etude et analyse

IV. 1. Introduction.....	48
IV.2.Synthèse bibliographique des travaux antérieurs sur les grottes du littoral de Bouzaréa.....	49
IV.2.1. Synthèse stratigraphique du remplissage des grottes du littoral de Bouzaréa	52
IV.3. La station d'Ain Benian carrière.....	53
IV.3.1. Introduction.....	53
IV.3.1.2.Coupe A.....	53
IV.3.1.3. Coupe B.....	55
IV. 3.2.Analyses granulométriques.....	60
IV.3.2.1. Interprétation des analyses granulométriques.....	70
IV.3.3. Résultats des physico-chimiques.....	72
IV.3.3.1.Calcimétrie.....	72
IV.3.3.2. Résultats des analyses minéralogie (Rayon X).....	74
IV. 3.4. Résultats des analyses morphoscopiques.....	76
IV.3.5. Résultats des analyses micromorphologiques(lames minces).....	77
IV.3.5.1.Interprétation des résultats.....	83
IV.4. Rochet Plat.....	84
IV.4.1.Introduction.....	84
IV.4.1.2. Description stratigraphique	85
IV.4.1.3. Interprétation stratigraphique rocher plat.....	91
IV.4.2. Analyses granulométriques rocher plat.....	92
IV.4.2.1. Granulométrie des grés dunaires.....	92
IV.4.2.2. Granulométrie des limons rouges.....	94
IV.4.3. Calcimétrie Rocher plat.....	96
IV.4.4. Morphoscopie.....	96
IV.4.5. Interprétation d'ensemble.....	97
Conclusion Générale.....	98
Références Bibliographiques	
Liste des tableaux	
Liste des figures.	

Avant-propos

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

Je remercie Mr Slimane Hachi directeur du C. N. R. P. A. H de m'avoir permis de participer au concours d'admission à l'école doctorale.

Je remercie Mr Mourad Betrouni directeur de recherches d'avoir accepté de diriger ce travail au dépend de ses obligations professionnelles.

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

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

Vives remerciements à Mr Challal Belkacem et Mr Zérarka Mourad de la faculté des sciences humaines de Guelma pour leurs précieux services.

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

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

Je remercie Mme Si Hamdi Nora ingénieur géologue au Centre de recherche et de développement (C R D) de Boumerdes pour ses précieux services.

Je remercie tous mes collègues pour leur soutien, sans oublier Mlle Selwa Chibane pour son aide.

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

Je remercie mon mari et mes enfants pour leurs compréhensions.

Introduction générale

I- Résumé

Le projet proposé concerne l'étude du contexte stratigraphique et environnemental des gisements préhistoriques atériens dans le littoral Ouest-algérois (Sahel occidental d'Alger). Ce littoral a connu une série de transgressions et régressions marines qui se sont traduites par des paléorivages (terrasses marines), étagées ou emboîtées selon la dynamique tectonique et les changements climatiques.

Ces anciens traits de côte sont présents à différentes altitudes et correspondent à la période chronologique Plio-pléistocène. Ces niveaux marins présentent un grand intérêt stratigraphique et géomorphologique.

Les dépôts correspondant aux phases de régression traduisent des moments de mobilisation de sédiments sableux et terrigènes et leur accumulation en dunes à intercalation de niveaux argileux rougeâtres.

Cette intercalation de dépôts sableux dunaires et argileux rouges a, depuis longtemps ; attiré l'attention de nombreux chercheurs pour ses caractéristiques sédimentaires, stratigraphiques et archéologiques et son intérêt dans l'étude des changements climatiques et climato-eustatiques.

Mots clés

Pléistocène supérieur – sahel occidental d'Alger – formation continentale – dépôts marins littoral - Atérien.

ملخص

الموضوع المقترح يخص دراسة المحتوى الستراتيغرافي و النظام البيئي للبقايا الاثرية لحضارة ما قبل التاريخ والمعروفة بالعاترية هذه الدراسة تعني بدراسة التشكيلة القارية للساحل الغربي للجزائر العاصمة و التي قسمت الى منطقة شاطئ بوزريعة و شاطئ تيبازة.

هذه التوضعات الرملية و الطينية الحمراء لها علاقة مباشرة مع المراحل المناخية التي ساعدت على توضعها حيث ينسبها الباحثين الى مراحل مناخية متناوبة.

ان تواجد البقايا الاثرية و العظمية الحيوانية ضمن هذه التشكيلات الرسوبية الرملية و الطينية تساعد على حصر الفترة الزمنية التي تنتمي اليها هذه البقايا الاثرية و اعادة تشكيل الاطار المناخي القديم و القدرة على وضع علاقة بين العوامل الطبيعية و التطور البيئي للإنسان في تلك الفترة.

ان هذه الدراسة عبارة عن محاولة للإحاطة بالجوانب الطبيعية و الاستعانة بمجموعة من التخصصات الجيولوجية و الجيومورفولوجية و الاركيولوجية بجمع حوصلة حول توضعات مواقع تواجد إنسان ما قبل التاريخ في اطار العلاقة بين الإنسان و محيطه الطبيعي و الثقافي.

الكلمات المفتاحية

بليستوسين الاعلى - الساحل الغربي للجزائر - تشكيلات قارية - توضعات بحرية ساحلية- العاتري

Abstract

The subject matter proposes the study of stratigraphic and environmental context belonging to the Aterian remains, a Middle Paleolithic culture of the Western Sahel of Algiers. This study takes into account the Post-Tyrranean continental formations of both the Sahel of Bouzaréa and Tipaza for a comparison according to morphotectonic, stratigraphic and sedimentological properties.

These continental formations constituted by the intercalation of dune and reddish silt deposits are testimonies of climatic and eustatic variations during marine regression sequences. The prehistoric artifacts recovered in these reddish sand-clay deposits can contribute to a better understanding of the paleoenvironement.

Keywords

Upper Pleistocene- Western Sahel of Algiers- continental formation- Aterian.

II - Intérêt scientifique du sujet

Le Plio-pléistocène littoral constitue le cadre de référence théorique pour les études des paléo-environnements et leur relation avec les changements climatiques et les déformations tectoniques

L'objectif de cette étude consiste à investir une approche multidisciplinaire de collecte et d'analyse et de mise en cohérence de données (géologie, tectonique, sédimentologie, géomorphologie, climatologie, archéologie).

La mise en cohérence et les recoupements de ces données ouvrent la perspective pour une lecture des impacts et une compréhension des modalités d'établissements humains préhistoriques dans leurs relations à leurs environnements.

III - problématique de l'étude

Le littoral Ouest algérois présente des spécificités géologiques, géomorphologiques et archéologiques. Les travaux portant sur les dépôts Plio-pléistocènes sont généralement anciens et traitent essentiellement les aspects liés aux contextes archéologiques. Un intérêt particulier était accordé aux formations rougeâtres qui contenaient le plus souvent des industries préhistoriques moustériennes ou atériennes.

Ces travaux, anciens et très épars, manquent le plus souvent de support stratigraphique sûr.

Les travaux les plus récents (N. Saoudi et M. Betrouni), dans les années 1980, ont permis d'identifier une succession de niveaux marins (Calabrien, Sicilien et Tyrrhénien, Versilien),

Ces paléo rivages correspondent à des dépôts marins de transgressions suivis de dépôts continentaux de régression ; Ils montrent une évolution géomorphologique polyphasée, née de phénomènes eustatiques et néotectonique.

L'interaction entre ces phénomènes eustatique et néotectonique a produit un système d'enregistrement géomorphologique en terrasses (emboîtées ou étagées) La reconnaissance de ce système d'agencement stratigraphique et géomorphologique permet d'envisager avec assurance l'étude des dépôts littoraux du Sahel occidental d'Alger.

La zone d'étude Le sahel occidental d'Alger est un anticlinal pliocène orienté d'Est en Ouest, élevé à une altitude de plus de 250 m par les effets d'une tectonique post-astienne. Il est limité à l'Est par le massif de la Bouzaréa et à l'Ouest par celui du Chenoua. Son versant sud est exposé à la plaine de la Mitidja alors que son versant nord, exposé à la mer, est caractérisé par une succession de terrasses marines, depuis le Calabrien jusqu'au Versilien.

L'essentiel de la morphologie littorale est constitué par les formations du complexe tyrrhénien, qui s'étale depuis le niveau actuel de la mer jusqu'à une altitude de +30 m. C'est dans ce complexe sédimentaire que sont contenues des industries préhistoriques datés de la période dite paléolithique moyen, de technique et de facture moustérienne et atérienne. Les dépôts terrigènes rougeâtres constituent, à la différence de sables dunaires, les niveaux de prédilection des industries préhistoriques. Leur rythmicité, en relation avec les fluctuations climato-eustatiques, permettent, à travers les analyses, notamment sédimentaires que nous préconisons, d'apporter des éléments de réponse à la problématique que nous avons envisagée : la lecture géomorphologique, stratigraphique et archéologique.

Les secteurs d'étude et d'analyse

Les deux secteurs d'étude et d'analyse (Fig.1a), tirés de la distribution géographique méthodologique établie par M. Betrouni sont :

- la zone littorale d'Ain Benian –carrière, située sur le littoral de la Bouzaréa la zone de Bérard-littoral.

L'étude et l'analyse porteront essentiellement sur :

- la caractérisation des processus de mises place des dépôts terrigènes rouges à intercalation de sables dunaire.

- l'examen des impacts tectoniques sur la distribution des éléments stratigraphiques et sédimentologiques.

- l'examen des impacts (sédimentation, tectonique et eustatisme) sur la distribution des vestiges archéologiques.

Le cadre général

I.1. Cadre géographique

La zone d'étude est représentée par la bande côtière du Sahel occidental d'Alger, élément constitutif de l'Atlas tellien littoral.

Le cadre général de cette étude couvre la partie littorale ouest algéroise, connue sous la désignation de « Sahel occidental d'Alger », comprise entre le massif de la Bouzaréa à l'Est et le massif du Chenoua à l'Ouest. (Fig.1b).



Fig. 1 Localisation des deux zones d'étude.

I.1.2. Choix d'étude et d'analyse

Le premier site, celui d'Ain Banian-carrière, sur le flanc nord du massif calcaire de la Bouzaréa, est situé entre le Cap Caxine à l'Est et Ras Acratta, à l'Ouest, Le deuxième site, celui du Rocher-plat, sur le versant marneux du Sahel occidental d'Alger, est situé entre la zone de Bérard à l'Est, et de Tipasa à l'Ouest .

I.2. Cadre géomorphologique

Le Sahel occidental d'Alger, désigne un ensemble morpho-structural d'âge Plio-pléistocène, orienté d'Est en Ouest et constitué par une série de plateaux interrompus par le massif de la Bouzaréa à l'Est et le massif du Chenoua à l'Ouest. Le sahel occidental d'Alger se décompose en quarts unités morphostructurales : (Fig.2).

- Le massif de la Bouzaréa (massif d'Alger)
- L'anticlinal du sahel (complexe marno-gréseux)
- Le massif du Chenoua (chaîne calcaire kabyle)
- La plaine de la Mitidja (le bassin néogène)



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

I.2.1. Le relief

La Bouzaréa à l'Est le Chenoua à l'Ouest constituent les deux reliefs rigides (terrains cristallophylliens à schistes, calcaires, marbres) qui encadrent l'anticlinal sahélien, d'une morphologie très accidentée, la façade nord de ces deux reliefs présente des versants très abrupts (falaises) qui descendent directement dans la mer. La plateforme littorale est souvent absente ou rétrécie.

I.2.1.1. 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,

Les versants sud et nord du Sahel occidental d'Alger sont dissymétriques. Le versant sud est beaucoup plus raide. Le versant nord laisse apparaître une

succession de paliers. Cette morphologie d'étagement est interrompue à partir du méridien de Sidi Rached ou elle est remplacée par un système d'emboîtement des terrasses marines (Saoudi N., 1983).

Les nombreuses terrasses marines, formées par des poudingues et grès marins Plio-pléistocènes sont surmontées de formations dunaires (grès à hélix).

Du point de vue morphologique, le versant nord du Sahel occidental d'Alger se compose de trois paliers successifs, (selon la distribution géographique et méthodologique de N. Saoudi et M. Betrouni)

- Le palier supérieur situé à (+250) dont ne subsistent que des lambeaux, il constitue le plateau du Sahel, formé par des conglomérats à cailloutis de l'Atlas (Calabrien) ;

- le palier moyen, entre +200m à +100 m d'altitude, formé de grès marins à lumachelles fortement lapidifiées surmontés de grès dunaires et limons rouges (sicilien) ;

- le palier inférieur, entre + 30 m et le niveau zéro actuel, formé de terrasses marines tyrrhéniennes du pléistocène supérieur leurs d'une puissance variable allant de quelques mètres à une trentaine de mètres

Sur le littoral de la Bouzaréa les terrasses sont étagées présentent une inclinaison de 5° vers le Nord, leurs position a été attribuée à la combinaison de l'eustatisme et des fluctuations climatiques (Aymé A., 1948). Les observations récentes confirment l'implication de la néotectonique (Djediat 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 (Saoudi N., 1982), ou nous avons une superposition des terrasses marines (le plus récent sur le plus anciens) ce qui implique des phénomènes tectoniques différents.

I.2.1.2. 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 +25 m au-dessus du niveau actuel de la mer.

La plateforme côtière se réduit à une bande littorale de 200m de largeur; les côtes 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.

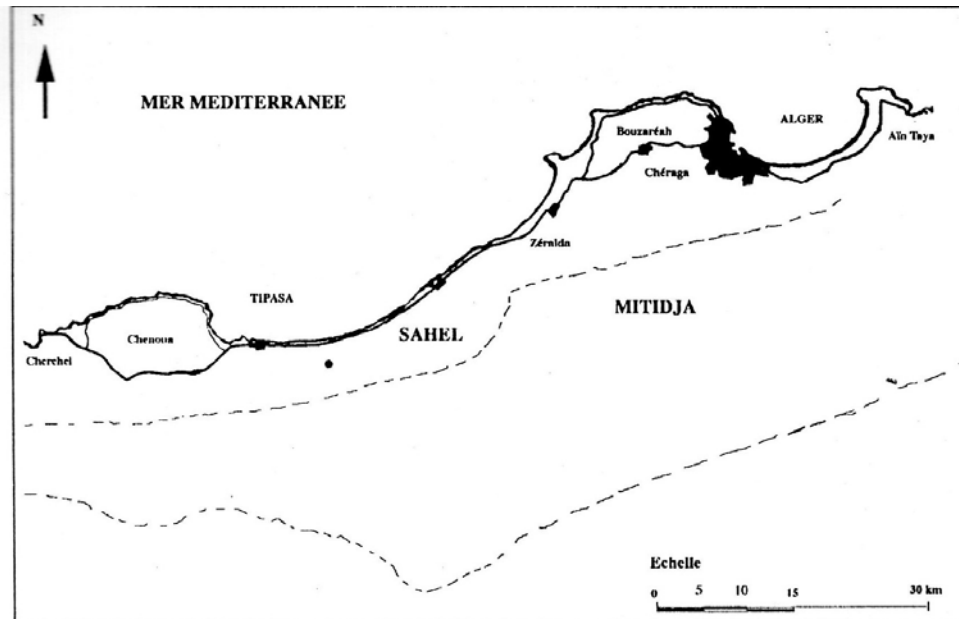


Fig. 3 Morphologie du littoral Ouest algérois (M. Betrouni., 1989)

I.2.1.3. La limite sud du Sahel occidental d'Alger

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

La plaine de la Mitidja, est un synclinal d'âge 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 qui a fonctionnée dès le miocène comme un bassin d'effondrement où se sont déposés par la suite les sédiments Plio-pléistocènes.

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

I.3. Le climat

Le climat de la région du Sahel occidental d'Alger est de type méditerranéen subhumide avec un été sec et chaud et une saison hivernale pluvieuse. Les pluies atteignent 780mm sur les points culminants. Les températures sont en moyenne douces et les vents dominants sont de deux directions : Ouest (Nord-ouest et Ouest) et Est (Nord-est et Est).

Les vents d'Ouest soufflent pendant les saisons pluvieuses, ce sont des vents violents. La zone la plus exposée à ces vents est située entre le promontoire de Rais Hamidou et l'embouchure de l'oued 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 modérées sur toute l'année, augmentent 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.4. Hydrologie

Tous les oueds de la région du Sahel occidental d'Alger prennent naissance dans l'Atlas Blidéen ; ils traversent la plaine de la Mitidja du sud vers le nord. L'architecture fluviale dessine des bassins fluviaux, ceux des oueds Nador et le Mazafran à l'Ouest et El Harrach, El Hamiz à l'est. Ces oueds présentent un débit irrégulier (Fig.4).

Les oueds franchissent l'obstacle du Sahel par des cluses. La subsidence de la Mitidja et la surrection de l'anticlinal du sahel ont amené 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 est formé par la réunion des oueds Bou Yersen, Bou Ardoun, Meurad et Bou R'kika; en s'offrant un bassin versant de 25000 ha. Son bilan des écoulements annuels moyens 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 s'étend sur près de 185000 ha ; il charrie en moyenne 389 millions de mètres cubes. Il se déverse entre Douaouda et Zéralda

c- Oued Béni Messous

C'est un oued secondaire qui prend naissance dans les des hauteurs de la Bouzaréa il collecte les eaux près de la Commune de Cheraga au nord et la Tribu au nord/est ; il reçoit un grand nombre d'affluents. Son bassin versant compte une superficie de 33Km². Il débouche dans la plage des Dunes à 2km à l'Ouest d'El Djamila.

I.4.1. Le réseau hydrographique

L'architecture du réseau hydrographique est influencée par l'activité plus ou moins récente de failles qui déforment la structure du bassin versant. Ces déformations sont détectées grâce à l'analyse des cartes topographiques et des 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 de la région mettent en évidence des aires d'influence tectonique (Maouche S., 2001). Les différentes modifications de son écoulement, 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 ; il est rejoint par l'oued Djer et l'oued Chiffa. Il traverse la plaine de la Mitidja du sud vers le nord avant de franchir le Sahel sous la forme d'une cluse avant pour se déverser enfin dans la mer (Fig.4).

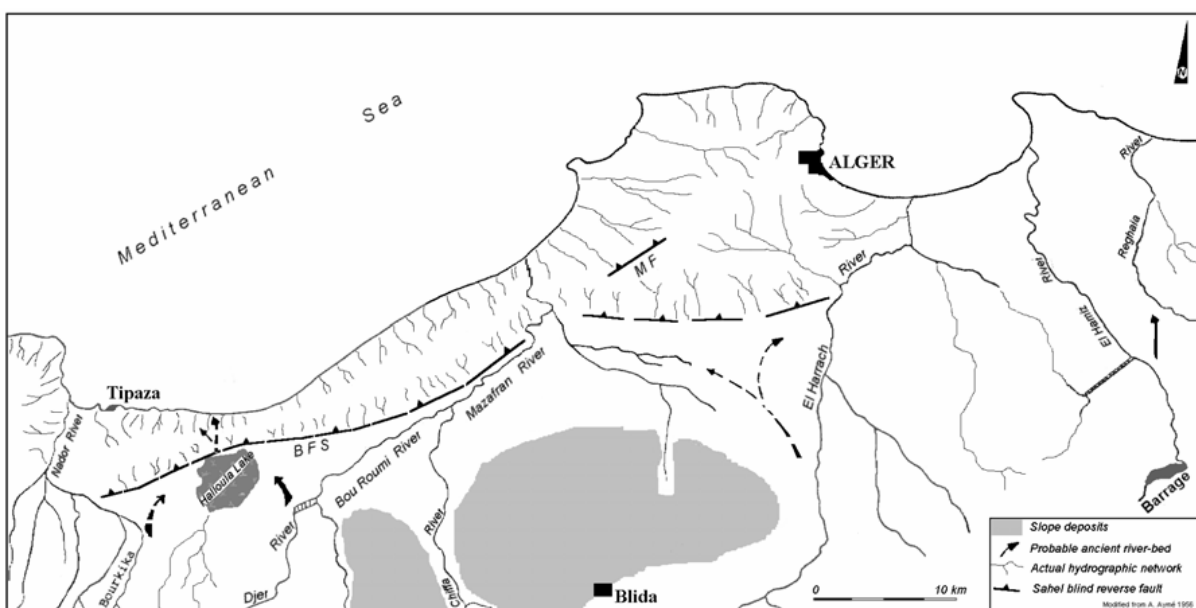


Fig.4 Le réseau hydrographique (A. Aymé, modifié).

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

I.5. Conclusion

Le sahel occidental d'Alger est structuré en unités géographiques distinctes. Chaque unité correspond à une morphologie paysagère typique du bassin méditerranéen, influencée essentiellement par la tectonique. La répartition des ensembles morfo-sédimentaires est orientée selon une morphologie directionnelle Est-Ouest parallèle à 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 où les précipitations sont aléatoires et concentrées sur quelques mois. Le climat influence directement sur le réseau hydrographique, les oueds sont généralement en crue pendant la saison hivernale, leur capacité se réduit à l'approche de l'été et se réduit à quelques filets d'eau à l'exception du Mazafran en raison de la dimension de son bassin versant.

I.6. Le cadre géologique

I.6.1.Introduction

Le Nord de l'Algérie appartient à l'orogénèse alpine périméditerranéenne ; il correspond actuellement à un domaine géologique en compression attestée par des failles inverses actives.

Cette activité tectonique est l'expression de la convergence des plaques Afrique – Eurasie ; elle se traduit par l'apparition en surface de plis et failles inverses souvent associés.

I.6.2. Les massifs anciens

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

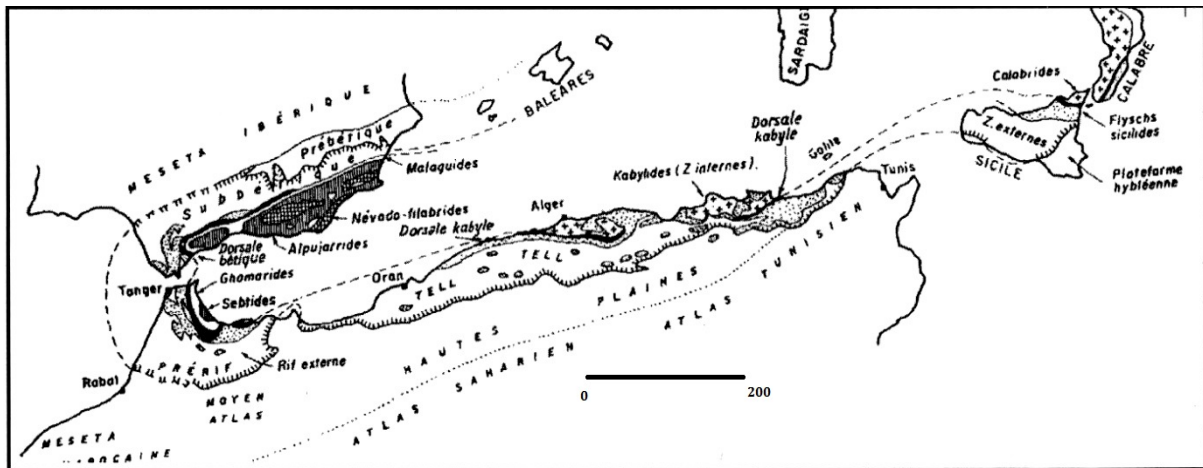


Fig.5 L'orogénèse alpin périméditerranéen (D'après Durand-Delga 1969).

I.6.2.1. 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'élève 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 écaillés est conséquente d'un charriage d'âge alpin avec une résultante directionnelle vers le nord (Saadallah., 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. Il plonge brutalement au Nord dans la mer méditerranée par contre il descend graduellement vers le Sud et le Sud-est.

Le versant nord du massif présente les traces de plusieurs terrasses marines pléistocènes, Le Calabrien est mentionné par A. Aymé au Nord de la tribu à 320-350m. A l'Ouest se succèdent des terrasses à lumachelles et poudingues cimentées par le calcaire, à Ouled Fayet, Cheraga et Ain Benian.

Sur le flanc Nord généralisation de se généralise la terrasse tyrrhénienne avec des altitudes comprises entre 0 et 30m. Elle est taillée dans les calcaires

crystallins et surmontée de formations essentiellement gréseuses d'origine dunaire (calcaréo-gréseuse) à intercalation de limons rouges

I.6.2.2. Massif du Chenoua

C'est le deuxième massif du Sahel occidental, qui culmine à + 905m. Il est le témoin de la chaîne calcaire kabyle. Il est constitué de séries métamorphiques (micaschistes et calcaires) et une couverture sédimentaire très épaisse (secondaire et tertiaire).

I.6.3.. L'Atlas Tellien

Ce domaine fait partie de l'orogénèse alpin-méditerranéenne. 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 inférieur. De bassins néogènes tardifs comme le Chéelif, 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.

I.6.4. Stratigraphie des unités morphostructurales du Sahel

I.6.4.1. Introduction

Les massifs primaires de Bouzaréa 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.

I.6.4.2. Le miocène post-nappes

Les premiers niveaux sont discordants sur les terrains anciens (schistes de Bouzaréa) ils sont constitués essentiellement de Poudingues, grés 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 tous les travaux de néotectonique dans l'Atlas tellien (Maouche S., 2000). Ces travaux montrent que tous les bassins néogènes de l'Algérie du Nord sont formés au cours de la phase de distension du miocène accompagnée d'un volcanisme calco-alcalin. La direction de cette distension est globalement Nord- Sud.

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.

C'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.

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 limitée 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 et 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.

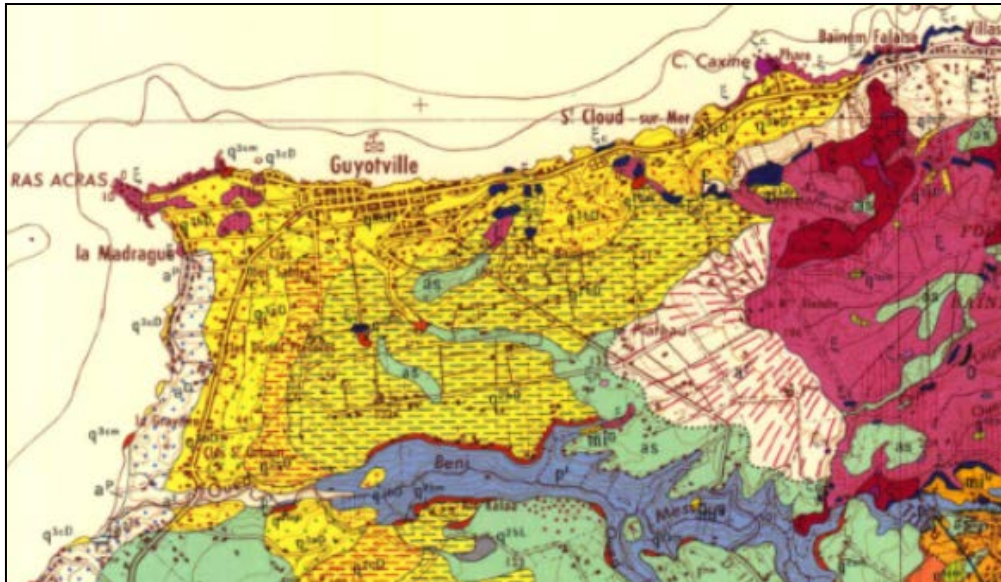
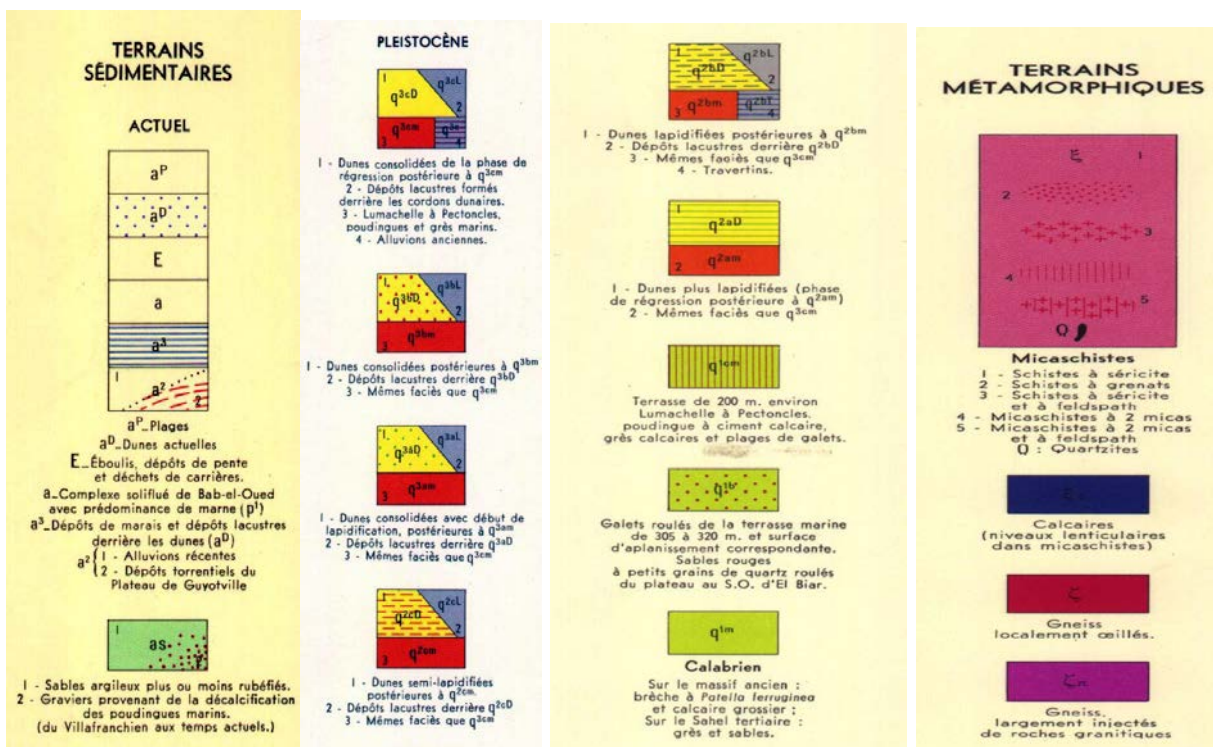


Fig .6 Carte géologique de la zone d'étude Ain Benian (Guyoville)

Extrait de la carte de chérage 1/50000)



I.6.4.3. Le Pliocène

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 astiens séparés des marnes par un niveau repère glauconieux de quelques mètres (4m) à quelques centimètres d'épaisseur. Selon Yassini I., 1973), le niveau à glauconie est absent et les marnes sont surmontées directement par les calcarénites.

Le niveau à glauconie est souvent fossilifère, on y trouve une macrofaune abondante constituée notamment des Gastéropodes, des Brachiopodes et des 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 qui correspond à un faciès récifal à sub-récifal et enfin le faciès grés-sableux 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 est 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).

I.6.5. 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).

I.7. Le cadre structural

I.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 alpine. 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.

I.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 dits 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.

I.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 est à l'origine de flexures et de failles auxquelles a succédé 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.

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 (Maouche S., 2000).

Les terrasses marines quaternaires sont fortement diaclasées. Des diaclases 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)

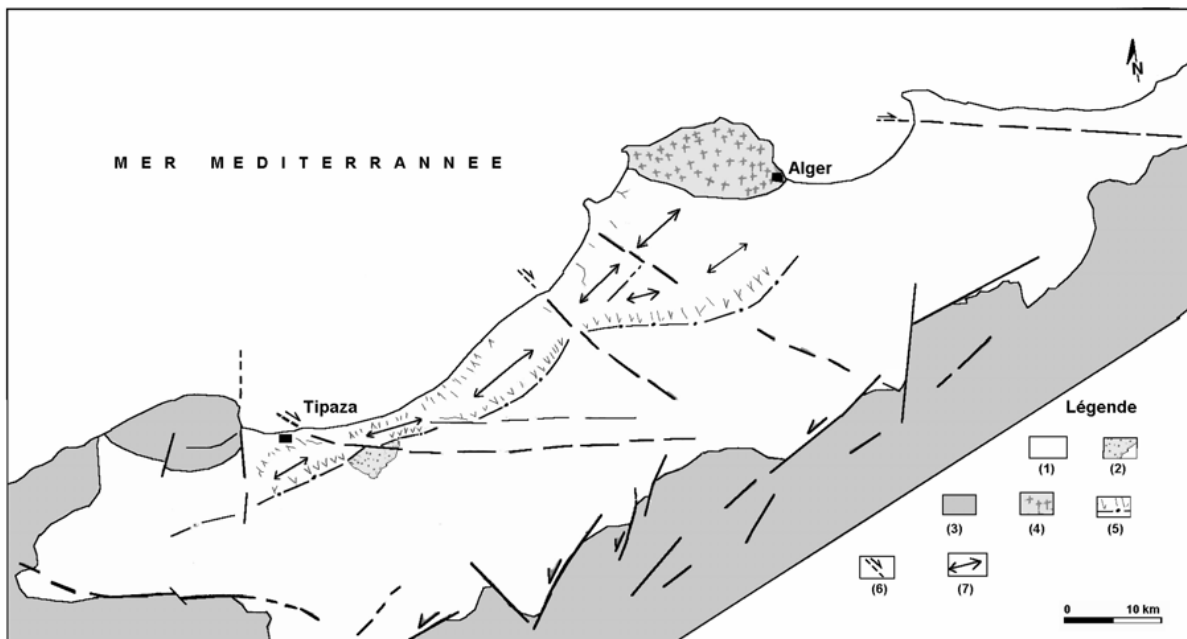


Fig. 7 Schéma structural du sahel occidental d'Alger, à partir de l'image landsat, tectonique satellitaire (extrait de Maouche S., 2002)

(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.

I.8. Conclusion

Le Nord de l'Algérie a été le siège d'une intense activité tectonique qui correspond à des déformations. 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 prolonge parfois à terre. Cette tectonique littorale active est à l'origine de la surrection de la côte (Yelles –Chaouches et al).

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 façonné 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.1. Recherches bibliographiques sur le Quaternaire

II.1.1. Introduction

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

II.1.2. Historique

Les Quaternaristes sont presque tous d'accord pour admettre que cette période doit commencer avec le premier grand refroidissement succédant aux climats plus chauds du Néogène supérieur. 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). 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 de 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.

Tableau 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		

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 froides dans le néogène italien (arrivée de *Artica islandica* en méditerranée), cette définition étaient 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.

Tableau 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	
	Ng	Pliocene	Piacenzian	3.600	
			Zanclean	5.332	

II.1.3. Le Pléistocène

En 1939 Lyell propose de définir le pléistocène comme période où s'inscrivent les principales glaciations, tandis que l'Holocène terme créé en 1967 par P. Gervais représente les temps post-glaciaires.

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 1.

La base du Quaternaire n'a pas été bien définie elle avait été attribuée au Villafranchien qui désignait des dépôts lacustres et continentaux plus récents que le Pléistocène, correspondant à une période charnière entre la fin pliocène et le début du pléistocène.

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

- 1) Au 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), le début de Quaternaire avait été fixé à 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 début du Quaternaire vers 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.1.4. Le Quaternaire méditerranéen

Le bassin méditerranéen constitue un domaine géographique très propice à l'étude du Quaternaire (Reiser J., 1999) :

- 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.1.4.1. Chronologie du Quaternaire méditerranéen 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 (Reiser j., 1999). 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.

Tyrrhénien lui-même subdivisée en :

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

- **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 indiqueraient l'amorce d'une régression qui se précise au Sicilien moyen tandis que le Sicilien supérieur à faune tempérée représente une transgression.

- **Le Quaternaire moyen et récent littoral**

- a) **Le Tyrrhénien**

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

La faune tyrrhénienne des côtes méditerranéennes est de caractère chaud représentée par un fossile directeur, *Strombus bubonius*)

En Algérie, les anciens auteurs considèrent que les niveaux marins 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, est située entre 2 à 10 m entre Arzew et Oran et moins de 5m au Cap Falcon. Aux environs d'Alger C. Arambourg avait reconnu la couche à *Hippopotamus* et industrie moustérienne superposée aux grès coquillers et l'avait attribuée au cordon littoral 15-20 m.

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

Gigout, (1967) avait reconnu, 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 a rapportés 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)
- Néotyrrhénien (dépôts postérieurs).

L'Eutyrrhénien correspond à un niveau de la Méditerranée un peu plus élevé que le niveau actuel dû 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.

Ce niveau marin appartient selon l'auteur au Harounien de la classification du Maroc et Eutyrrhénien de la classification méditerranéenne. Il est représenté par des poudingues et grès coquillers qui passent progressivement à des grès dunaires attribués au würm I (présoltanien).

Le Néotyrrhénien (Ouljien) correspond le plus souvent à un mince placage de pétoncles de quelques centimètres d'épaisseur emballés dans une matrice argileuse rougeâtre. Ce stade pourrait correspondre à une simple oscillation marine positive (interstade) Betrouni M., 1983.

La série est terminée par un épisode continental caractérisé par la séquence de limons rouge grés dunaires qui correspondent aux würm II / III/ IV, (Soltanien) Betrouni M., 1983.

b) 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 -100m (E. Bonifay et P. Mars).

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

Sur le Versilien du littoral 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.1.5. Les unités climato-sédimentaires

Penck et Bruckner en 1909 ont démontré 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 Würm.

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).

Günz	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 rheexistasie établit par Erhart, 1956. Les conséquences sont très importantes pour la pédogénèse.

➤ **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 rheexistasie**

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

- le changement climatique.
- l'orogénèse.
- l'action anthropique.

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

La notion de cycle **climato-sédimentaire** paraît correspondre à l'un des critères déterminants qui présente le moins d'inconvénients dans l'analyse des complexes sédimentaires quaternaires (Saoudi N., 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.1.6. Terminologie quaternaire

Le Quaternaire marin méditerranéen souffrait d'une grande anarchie terminologique (Bonifay E et Mars P., 1959) mais il demeure aussi le mieux établie et correspond sur le terrain à une réalité certaine (Saoudi N., 1982). Les subdivisions du Plio-pléistocène adaptées à la rive Nord méditerranéenne ont leurs équivalents sur la rive sud de la méditerranée, Le Plaisancien, Astien, Calabrien, Sicilien, Tyrrhénien, Versilien ont leurs correspondants dans le sahel d'Alger.

II.1.7. Les formations continentales du Pléistocène supérieur

II.1.7.1. Les formations dunaires

Les dépôts éoliens (dunaires) consolidés dont les éléments constitutifs ont une origine, généralement marine couvrent une étendue considérable sur le littoral algérien. Ils peuvent se prolonger sous le niveau actuel de la mer sous forme d'accumulations dunaires appelées aussi éolianites. Ils sont d'âge post-tyrrhénien Ils ont été signalées par plusieurs auteurs (Morel, Gignoux, Balout...); leur origine éolienne est attestée par un litage caractéristique, l'absence de coquilles marines et la présence d'Hélix. Ils sont attribués à la période Würmienne. Leur mise en place est corrélative de la régression de la mer tyrrhénienne. Leur mode de formation a été longuement discuté, il a été attribué à l'exondation d'une vaste plate-forme continentale qui aurait été livrée à l'action des vents qui aurait mobilisé des sédiments marins dont la fraction fine est transportée au loin se serait accumulée sous la forme de dunes qui se seraient cimentés par la suite. D'après les données bibliographiques il existe plusieurs générations d'éolianites post-tyrrhénienne dont les âges varient du début du Würm jusqu'au commencement de l'Holocène. Chaque poussée dunaire serait 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.1.7.2. Les formations rouges littorales

Les couches rouges, intercalées entre des dunaires (éoliens) wurmiens (d'après les données bibliographiques), constituent des repères stratigraphiques de grande importance qui traduisent des changements eustatiques et des modifications climatiques. Leur étude permet d'affiner la chronologie des événements du Quaternaire récent.

Ces formations littorales wurmiennes, ont été signalées à maints endroits sur le littoral Maghreb méditerranéen. Sur les côtes algérienne, les couches rouges sont très répandues et marquent une étape importante de l'évolution géomorphologique du littoral pendant le Quaternaire récent; elles sont omniprésentes sur le Sahel occidental d'Alger.

Notre objectif est de les caractériser à partir de leurs affleurements dans deux coupes types à Ain Benian carrière et à l'extrémité ouest du Sahel, près du rocher plat (région de Bérard).

II.1.7.3. Aspect géomorphologique

Dénommée « 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 climato- eustatiques. Elles ont été signalées en maint endroit sur le littoral Maghreb méditerranéen. Leur étude permet une contribution considérable à la chronologie des événements du Pléistocène supérieur. Elles marquent une étape importante de l'évolution géomorphologique de la côte pendant le Quaternaire récent.

Des couches rouges continentales, intercalées dans des formations éoliennes post-tyrrhéniennes, ont été signalées en plusieurs endroits sur le littoral algérien. Elles témoignent de conditions de pluviosité, et peut-être aussi d'un régime thermique, favorables à la dispersion des sols dont les produits rubéfiés, déplacés par le ruissellement et colluvionnement ont contribué à empâter les versants et à remblayer les vallons, et à fossiliser des sols d'occupations humaines (présence d'artefacts préhistoriques).

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

II.2. Le cadre préhistorique

II.2.1. Introduction

Le peuplement préhistorique du sahel occidental d'Alger est marqué essentiellement par une industrie « Atérienne » caractéristique de l'Afrique du Nord, elle s'étend sur toute la cote algéroise, elle est beaucoup plus représentative en nombre et en forme dans la région entre Bérard et Tipaza.

II.2.2. Historique

❖ 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 (Tab3) ne peut pas être représentative si on la compare avec la civilisation atérienne qui quant à elle est bien représentée sur tout le Sahel occidental d'Alger. Le paléolithique inférieur du sahel en général n'a peut-être

pas fourni des renseignements précis sur le peuplement préhistorique de l'époque. La matière première ne peut pas être déterminante car elle existe dans 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. Le peuplement du paléolithique inférieur n'est pas bien connu dans cette région.

❖ Le paléolithique moyen

Au paléolithique moyen nous avons des indices du peuplement du littoral Ouest Algérois par la présence d'une industrie Atérienne, présente dans la séquence grès 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 pléistocène, qui était considérée comme une seule formation rapportée à un seul épisode climatique.

A partir de multiples 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 grès dunaire dans la région du rocher plat et reconnaît dans le niveau rouge supérieur une industrie atérienne.

❖ L'Épipaléolithique et le Néolithique

L'épipaléolithique est présent sur la cote Algéroise au niveau du sahel de Tipaza (rocher plat) c'est une industrie microlithique contenue 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.

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

Tab 3. Bifaces étudiés par Roubet F E., 1969.

II.2.3. 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).

Sur le littoral Ouest algérois nous avons deux datations au C14, une à 31800 BP obtenue par Roubet F.E., 1969 à Bérard et l'autre obtenue par Betrouni M., 1983 et qui daterait de 33800 BP à Ain Benian carrière.

L'atérien a été considéré comme le contemporain du Paléolithique supérieur d'Europe R. Vaufrey, 1932.

II.2.3.1. 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.

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

II.2.4. 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 frustrée essentiellement sur le quartz.

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

Chapitre III

Méthodologie

III.1. Introduction

Le présent 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 (la bordure septentrionale du massif d'Alger) et la coupe du Rocher Plat (près de Ain Tagourait) dans le sahel de Tipaza

L'objectif étant de préciser les caractères sédimentologiques des dépôts marins et continentaux fluviaux et/ou éoliens des formations néo tyrrhéniennes du Sahel Occidental. Ces formations appartiennent à un même ensemble géologique et séparées géographiquement.

III.2. Recherches bibliographiques et organisation du travail

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.

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 définies 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 essentiellement des travaux antérieurs dans le sahel occidental d'Alger ; par N. Saoudi pour les formations du plio-pléistocène et par M. Betrouni pour les dépôts tyrrhéniens. Ils serviront de base bibliographique pour étayer la problématique posée.

Par ailleurs une partie sera consacrée à 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 structuro-sédimentaire et géomorphologique.

Un dernier 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.3.1. 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.

L'étude a permis, dans un premier temps, de faire un découpage lithostratigraphique et dans un second temps d'apporter des précisions sur la nature des sédiments, leurs modes de transport et de dépôt.

III.3.2 Echantillonnage

Un échantillonnage systématique a été réalisé sur le terrain ; nous avons effectués dix échantillons sur la coupe d'Ain Bénian carrière tandis que, dans la région de Tipaza plus à l'ouest, huit autres ont été prélevés sur la coupe du Rocher Plat .

III .4. Analyses sédimentologiques

Au laboratoire les échantillons ont fait l'objet d'études de morphoscopie, de granulométrie, de minéralogie des argiles et de microscopie (lames minces).

III.4.1. Analyse granulométrique

La granulométrie 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.4.1.1. Notions élémentaires de granulométrie

La granulométrie a pour objet de mesurer la taille des grains et de connaître la fréquence statistique des différentes tailles stocks granulométriques qui

constituent une formation géologique, (Miskovsky JK., 1990). Elle renseigne sur l'origine et surtout sur le mode de formation et de transport du matériau étudié.

Dans cette étude, l'analyse granulométrique a été appliquée sur des sédiments non décalcifiés pour le sédiment meuble tel que les limons, et décalcifiés pour les sédiments compacts tels que les grès.

a- La classe granulométrique

C'est l'intervalle entre deux tailles, elle est représenté 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 $0,040\text{mm}$

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 0,063mm ou 0,040mm.

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

s/c des Silts (limons) : D = 0,040mm ou 0,063 à 0,02mm

s/c des Argiles : D inférieur à 0,02mm = 2 μ m

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

- Granulométrie de la fraction grossière (D > 40 μ m) tamisage à sec sur une colonne de tamis de la norme AFNOR
- Granulométrie de la fraction fine (D < 40 μ m) par densimétrie ou par sédimentation dans la pipette d'Andreasen.

- Protocole de manipulation

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

III.4.1.2. Représentation graphique

La taille de l'ensemble des grains d'un échantillon se répartissent de manière aléatoire statistiquement 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.

a) 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.

b) 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 2 types de paramètres qui rendent compte de la position de la courbe granulométrique sur l'échelle des dimensions ; c'est sa dispersion et sa forme.

III.4.1.3. Les paramètres granulométriques.

D'une manière générale on utilise comme paramètre le diamètre correspondant à un pourcentage remarquable qui varie de 0 à 100% appelé percentile dont certains sont remarquables tels:

Quartile inférieur Q1 : diamètre du grain qui correspond à 25% sur l'échelle de distribution (courbe cumulative).

La médiane Q2 : diamètre pour lequel 50% de l'échantillon a une taille inférieure ou supérieure.

Le quartile supérieur Q3 : diamètre du grain correspondant à 75% sur l'échelle de distribution (courbe cumulative).

1. Le mode ou classe modale

C'est l'abscisse qui correspond au point d'inflexion de la courbe de fréquence de cumulative. La classe modale est tirée de l'histogramme de fréquence; elle correspond à la classe la plus représentée. Une répartition naturelle peut admettre une ou plusieurs classes modales plus ou moins bien marquées. On parle de distribution bimodale (2 modes) ou plurimodale (3 modes et plus).

2. Paramètres de position

Il est commode d'utiliser un paramètre central de la distribution pour « chiffrer » le domaine dimensionnel auquel elle appartient. On utilise couramment 3 indices de position :

- **La médiane (Md ou Q2)**, taille correspondant à 50% des grains, lue directement sur la courbe cumulative.
- **La moyenne (M)**, peut-être calculée de différentes manières ; la formule la plus utilisée est : $M = P_{16} + P_{50} + P_{84} / 3$

(P_{16} , P_{50} et P_{84} respectivement, tailles correspondant à 16%, 50% et 84%)

Moyenne et médiane reflètent la distribution granulométrique du sédiment et l'énergie cinétique moyenne lors du dépôt du sédiment.

3. Paramètre de dispersion

Tout en possédant la même médiane, deux répartitions granulométriques peuvent varier largement. Il est donc nécessaire d'évaluer la dispersion des répartitions; c'est un indicateur dynamique important qui rend compte de l'intensité du triage des matériaux détritiques. On utilise pour cela l'indice de

classement de TRASK (SortIng Index). Cet indice de classement (S0) indique la qualité du classement. Plus S0 est élevé, plus le classement est mauvais

- **Indice de classement de Trask (sorting indice)**

$$S0 = \sqrt{\frac{Q3}{Q1}}$$

Sédiment bien classé	$S0 < 2,5$
Sédiment normalement classé	$2,5 < S0 < 3,5$
Sédiment assez bien classé	$3,5 < S0 < 4,5$
Sédiment mal classé	$S0 > 4,5$

4. Paramètre de forme

On a cherché à décrire de manière objective l'aspect des représentations graphiques par l'indice d'asymétrie Sk (SKEWNESS) ; il indique le tri par rapport à la médiane .Ce paramètre est souvent présenté comme un indicateur de l'environnement de dépôt sédimentaire

- **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.	$SK > 1$
Classement maximum du coté fin	$SK < 1$
Classement régulier dans la médiane, parfaite symétrie	$SK = 1$

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.4.2. Analyses physico-chimique

III.4.2.1. 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.4.2.2. La minéralogie des argiles (rayons x)

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.4.3. 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.4.4. Analyse micromorphologique (lames minces)

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 nous sommes basée sur les résultats de M. Betrouni, 1978.

III.5. 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 renseignement sur les conditions de transport et de mise en place du matériel détritique et de déceler d'éventuels remaniements.

Chapitre IV

Etude et Analyse

IV.1. Introduction

Le pléistocène supérieur est représenté sur le littoral du Sahel occidental d'Alger par des dépôts marins et continentaux (grès dunaires à intercalation de limons rouges).

La plateforme côtière varie de 50 à 500m de largeur, elle est essentiellement constituée de formations gréseuses marines et continentales à intercalations de dépôts rougeâtres à industries préhistoriques attribuées à la civilisation atérienne.

Sur le littoral de la Bouzaréa-se succèdent trois niveaux marins étagés : à +30m (au pied d'une falaise), un à + 15/18m (base de remplissage des grottes littorales) et à +5/6m. Ils ont été étudiés et attribués par M. Betrouni. (1983) aux étages Harounien et Ouljien de la classification marocaine, correspondant à l'Eutyrrhénien et au néotyrrhénien de la classification méditerranéenne -(E. Bonifay et P. Mars)

Deux coupes types ont été sélectionnées pour étudier ces ensembles marins et les dépôts continentaux associés :

la coupe de Ain Bénian-carrière sur le littoral de la Bouzaréa à substrat géologique rigide (calcaires métamorphiques)

la coupe du rocher plat sur le Sahel proprement dit (à l'ouest de Bérard) substrat géologique tendre (marnes pliocène).

L'étude de ces coupes types a été envisagée méthodologiquement sous l'angle de la géologie du quaternaire afin de croiser les approches géomorphologique, stratigraphique et même préhistorique. pour aboutir à une lecture et des possibilités d'interprétation du dispositif sédimentaire littoral marin/continental.

Un examen bibliographique des travaux effectués sur les remplissages des grottes littorales de la Bouzaréa a permis de conforter et de confirmer l'édifice stratigraphique au niveau du littoral de la Bouzaréa.

Une étude d'observation stratigraphique et sédimentologique a été menée sur les deux coupes types pour déterminer, notamment, les processus de sédimentation qui ont présidé à la mise en place du système d'intercalation grès dunaires/limons rouges.

Des analyses sédimentologiques ont été réalisées sur les deux coupes types. Pour compléter et conforter les argumentaires stratigraphiques, géomorphologiques, et géologiques et préhistoriques.

IV.2. Synthèse bibliographique des travaux antérieurs sur Le remplissage des grottes du littoral de Bouzaréa

Le littoral de la Bouzaréa, présente une morphologie à falaises abruptes ; il est constitué de deux zones morphologiquement distinctes selon (M.Betrouni., 1983) :

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

Sur le promontoire de Rais Hamidou, la plaine côtière est absente ; 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 recouverts par endroit de dépôts alluviaux, de cônes de déjection à éléments hétérométriques. Sur cette partie du littoral de la Bouzaréa, il y a absence de formations gréseuses dunaires.

Le long de la route nationale n°11 qui longe la falaise côtière de la Bouzaréa, plusieurs grottes ont été découvertes pendant l'époque coloniale (Souville G., 1953). Elles sont remplies de limons rouges contenant 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, Arambourg C.1932, Vaufrey R., 1955 et Betrouni M., 1983). L'essentiel de ces grottes a disparu suite aux travaux d'urbanisation intense.

- **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 d'établir la stratigraphie suivante, de bas en haut :

- Un seuil a serpules de 0,25m, correspondrait à la plage marine de +15/20m.
- Limon rouge à débris schisteux anguleux (0,5m).
- Débris schisteux éboulés et roulés (0,25m).
- Terre rougeâtre et limoneuse a concrétions calcaires ossements d'animaux partiellement encroutés (5 à 6m).

- **Grotte ancienne des bains romains**

Découverte en 1900 lors des travaux d'exploitation calcaire, cette grotte est 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 à grès coquillers et poudingues et une terre grisâtre à ossements d'animaux.

- **Deuxième grotte des bains romains**

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

- Des grès 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).

- ❖ **Grottes du 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 Sur cette partie du littoral de la Bouzaréa s'observe un passage latéral des limons rouges et grès dunaires qui se généralisent de plus en plus vers l'ouest pour atteindre parfois plus de 15m d'épaisseur.

La côte est essentiellement rocheuse, constituée par les calcaires ou schistes et un ensemble pléistocène à intercalation de grès dunaires et limons rouges.

- **Grotte Sintès**

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 et calcaires de la Bouzaréa. Elle a été étudiée par (Arambourg C., 1922 – 1930) et (Betrouni M., 1983).

Le remplissage de la grotte Sintès est constitué de bas en haut par (Fig. 8).

- 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.

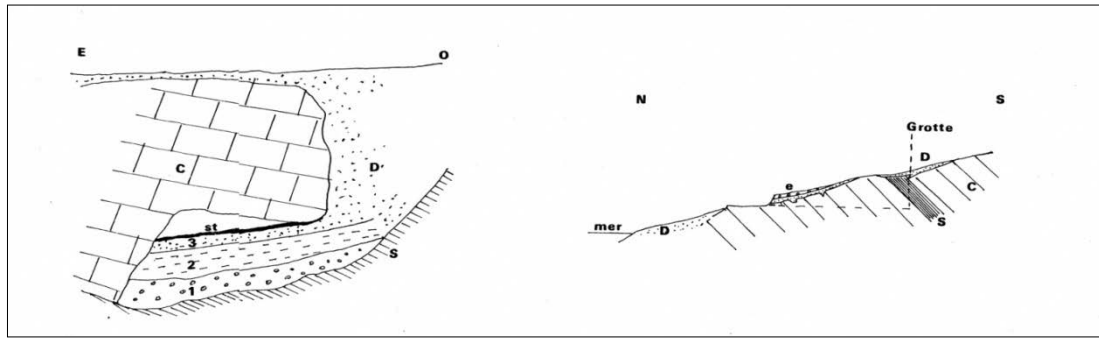


Fig.8 Description stratigraphique des grottes d'Ain Bénian d'après (Marchand H.)

À gauche, coupe de la grotte Sintés

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

C : calcaire bleu ; D : grès 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.

• Grotte Anglade

Elle fut découverte en 1934 lors de l'exploitation des calcaires, elle se trouve à + 15/18m d'altitude. La grotte a été vidée de son contenu par les carriers de l'époque,. Les travaux suivis par le Dr H. Marchand ont fournis les résultats suivants , de bas en haut:

- 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 calcinés 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 (2,50 à 3m).
- 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.2.1. Synthèse stratigraphique du remplissage des grottes du littoral de Bouzaréa

Toutes les grottes de Bouzaréa ont un plancher marin avec un remplissage argilo-sableux rougeâtre surmonté par un grès calcaire. Ce complexe stratigraphique contient des ossements de vertébrés et de l'industrie préhistorique. Selon les observations faites par Arambourg ce remplissage paléolithique des grottes du littoral algérien est antérieur à la formation d'une partie, tout au moins, des dunes qui couvrent les pentes entre Cap Caxine et Ras Acratta. Les observations du même auteur montrent que ces dunes s'enfoncent sous le niveau de la mer, recouvrant la plage marine de + 15/18m ; il conclut en 1935 que « le système de dunes qui a colmaté les grottes littorales de Guyotville (Ain Benian) est contemporain d'une mer régressive dont le cordon littoral est vraisemblablement immergé.

M. Betrouni., 1983. Confirme, que la base du remplissage des grottes littorales correspond à un haut niveau de la Méditerranée correspondant au tyrrhénien au sens large. Il confirme aussi l'existence d'un deuxième niveau marin à + 5/6m, à Ain Benian et que C Arambourg n'aurait pas vu.

Ce niveau marin de + 5/6 m est associé au recouvrement dunaire dont nous allons entreprendre l'étude.

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 ; une coupe A (fig.9) située vers le Nord à 100m de la carrière.

La coupe Ain Benian carrière B (Fig.11) située à 50m à l'Ouest de la carrière.

Remarque : Nous avons adopté la nomenclature établie par Mr M. Betrouni concernant les formations stratigraphiques du sahel occidental d'Alger .

IV.3.1.2. Coupe A

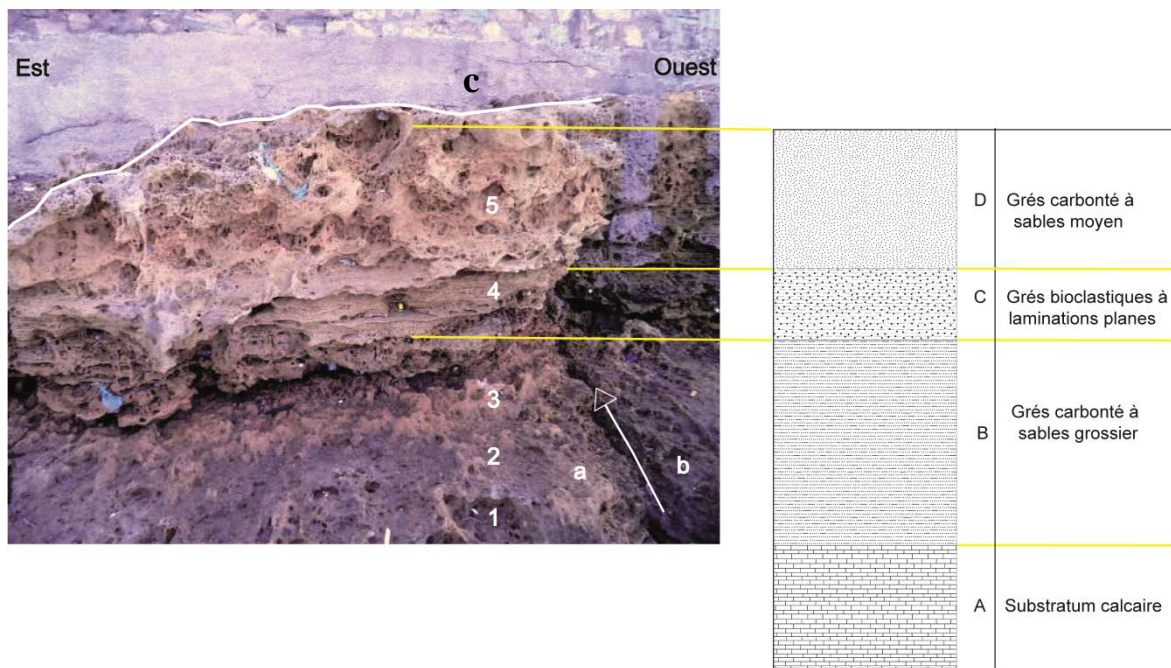


Fig.9 Coupe stratigraphique A de Ain Bénian carrière

Légende : —→ Faille (Cassure) ; a - Bloc soulevé ; b - Bloc affaissé ;
(1, 2, 3, 4, 5) Prélèvements sédimentologiques effectués.

a- Lithofaciès de la coupe A (Fig. 9)

D : Grès carbonaté à sables moyens

C : Grès bioclastiques à laminations planes & encroutements calcaires

B : Grès carbonatés à sables grossiers

A: Substratum calcaire

b -Descriptions stratigraphique de la coupe A

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, ils sont surmontés par des limons rouges et se présentent sous formes de laminites.

Cette formation gréseuse présente une inclinaison vers l'Est.



Fig.10 : Détails de la coupe A de Ain Bénian carrière.

Légende : Encroutements calcaires 1 & 3. Laminations planes 2.

IV.3.1.3. Coupe B

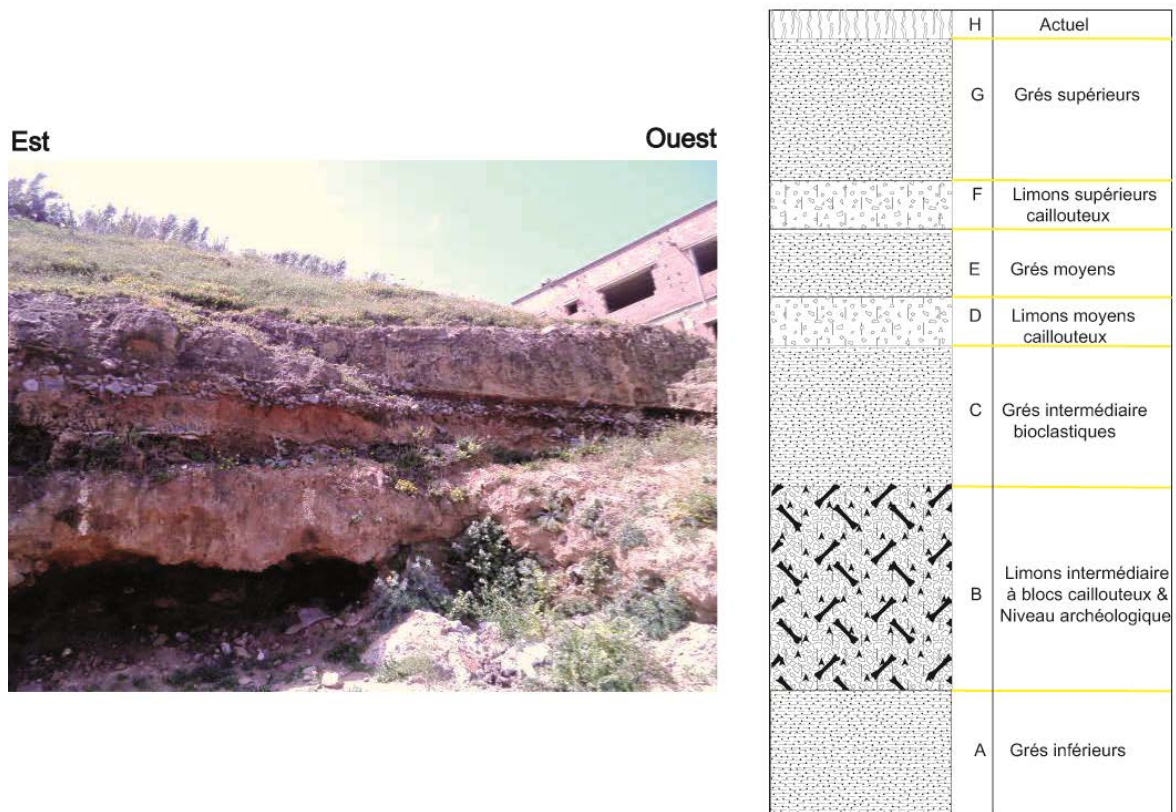


Fig.11 Coupe stratigraphique B de Ain Bénian carrière

a- Lithofaciès de la coupe B

H : Formation actuelle

G : Grès supérieurs

F : Limons supérieurs caillouteux

E : Grès moyens

D : Limons moyens

C : Grès intermédiaires

B : Limons intermédiaires à blocs caillouteux & niveau archéologique

A : Grès inférieurs

b- Descriptions de la coupe B

Cette coupe a été prise sur la route nationale n° 11 qui se trouve à une altitude de + 25m au-dessus du niveau actuel de la mer (Fig.11)

Elle 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.

La coupe s'étend sur 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.

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



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

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

De bas en haut de la coupe s'observent :

Les limons intermédiaires sur une épaisseur de 1m par rapport à la route (Fig.13). Ils s'épaississent de l'autre côté de la route en descendant vers la mer pour atteindre 3,5m. Leur couleur tend vers le rouge brique ; ils contiennent beaucoup d'éléments clastiques, de différente taille (en forme de plaquettes) constituées essentiellement de calcaire, cipolins, gneiss(Fig.14).



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).

On note l'inexistence de litage. Ces cailloux ont été déposés en même temps que la formation limono-argileuse qui les contient. L'absence aussi d'émoussé sur ces éléments grossiers dénote un mode de transport sur une courte distance avec une dynamique de mise en place par colluvionnement. C'est cette couche qui constitue le remplissage des grottes du littoral de la Bouzaréa. A cet endroit elle fait suite à des grès dunaires.

Les grès dunaires intermédiaires - Ils sont bien représentés sur cette coupe, on les retrouve superposés au-dessus des limons argileux appelés limons intermédiaires (Fig.13), leur épaisseur 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, constituent une couche rouge orangée moins importante en épaisseur que la couche de limons inférieurs ; les éléments clastiques sont de moins en moins importants 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 livré d'industrie préhistorique ni ossements d'animaux (Betrouni M., 1983). Ils contiennent des cailloux anguleux et beaucoup de fragments coquillers.



Fig.15 Coupe B, vue générale

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

Les grès 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 : C'est un niveau est très réduit qui présente une épaisseur de moins de 40cm ; il contient des fragments caillouteux de petites tailles, sa couleur tend vers le brun.

Les grès dunaires supérieurs sont de moins en moins compacts et leur épaisseur est de 60 cm ;

IV.3.1.3. Synthèse stratigraphique

-Coupe A

Les grès marins correspondent probablement à des dépôts infralittoraux, déposés sous une tranche d'eau peu profonde. Les grès présentent un léger pendage vers l'Est en se prolongeant en mer. La partie inférieure de ces grès est immergées.

-Coupe B

Suivant les données observées sur le terrain les dépôts dunaires semblent être le produit de la désagrégation de plages marines (existence de débris coquillers de plage). Les dépôts continentaux limono–argileux rubéfiés contiennent des cailloux (colluvions) de grande taille déposés en même temps que les limons.

Dans la **coupe B**, les grès dunaires inférieurs de couleur jaunâtre, reposent sur le substratum calcaire. Leurs épaisseurs, perceptible à l'Est et à l'Ouest, varie entre 3 et 4 m. A hauteur de la carrière, ils sont complètement abrasés par les limons rouges intermédiaires (Fig.16).



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

IV.3.2. Analyses granulométriques

▪ **Ain Benian carrière Coupe A**

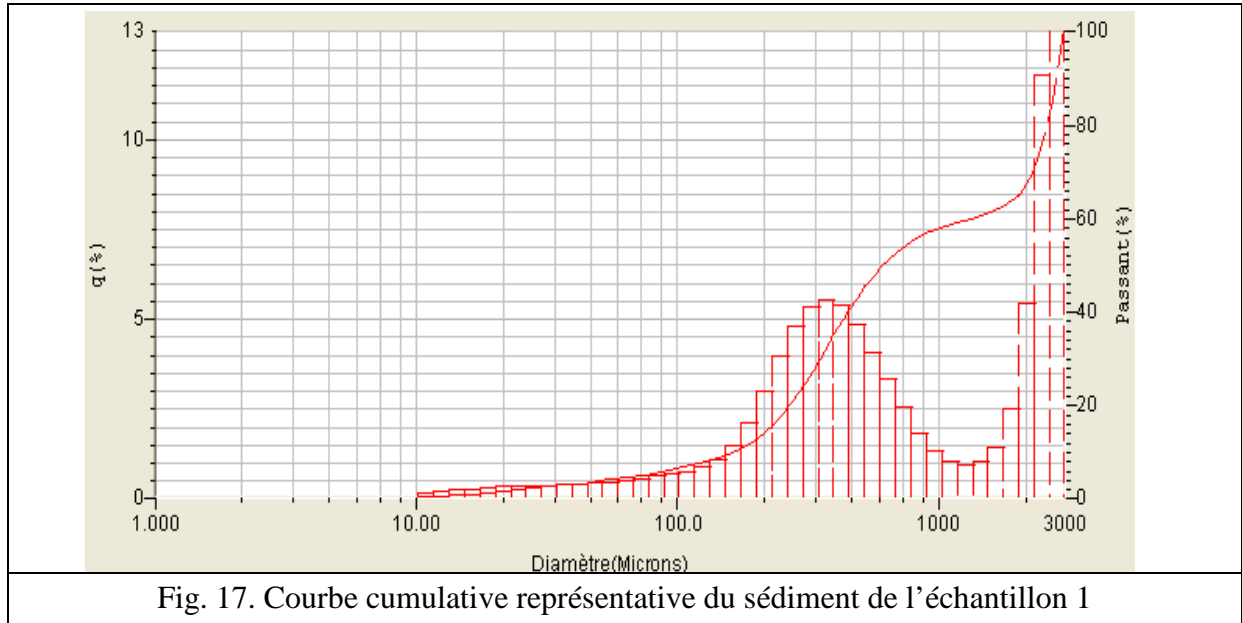


Fig. 17. Courbe cumulative représentative du sédiment de l'échantillon 1

Tableau4. Répartition du sédiment dans la fraction granulométrique (échantillon.1)

<i>Maille μm</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

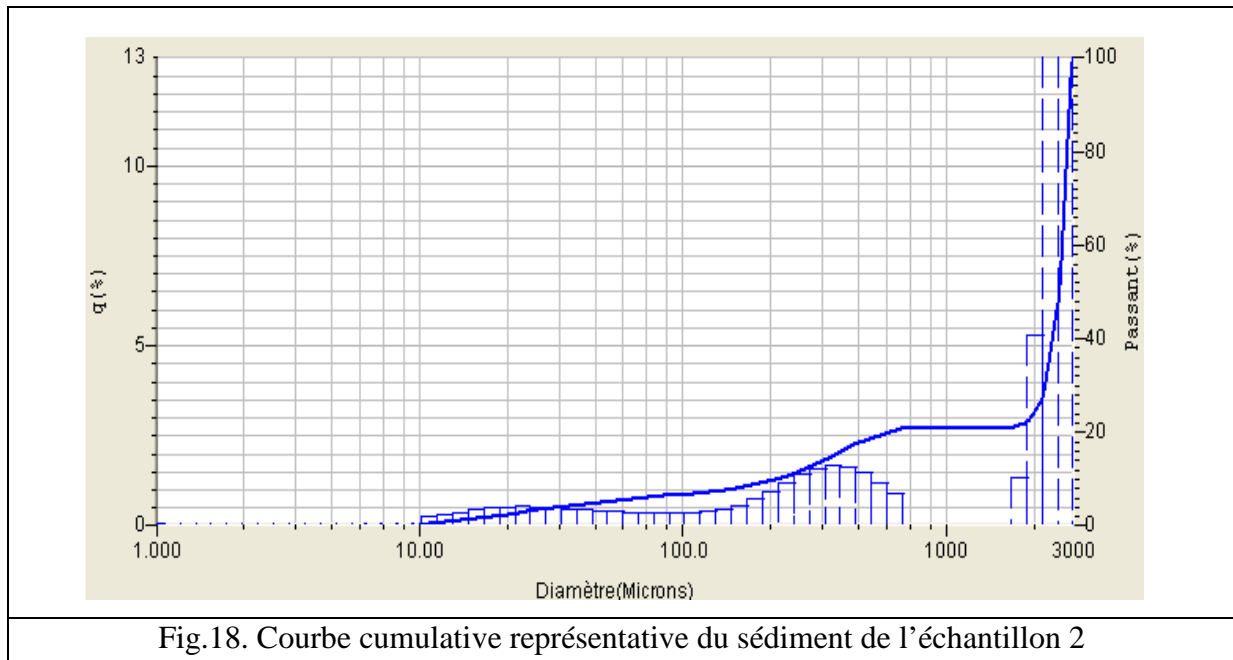


Fig.18. Courbe cumulative représentative du sédiment de l'échantillon 2

Tableau5. Répartition du sédiment dans cette fraction granulométrique (échantillon.2)

<i>Maille μm</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

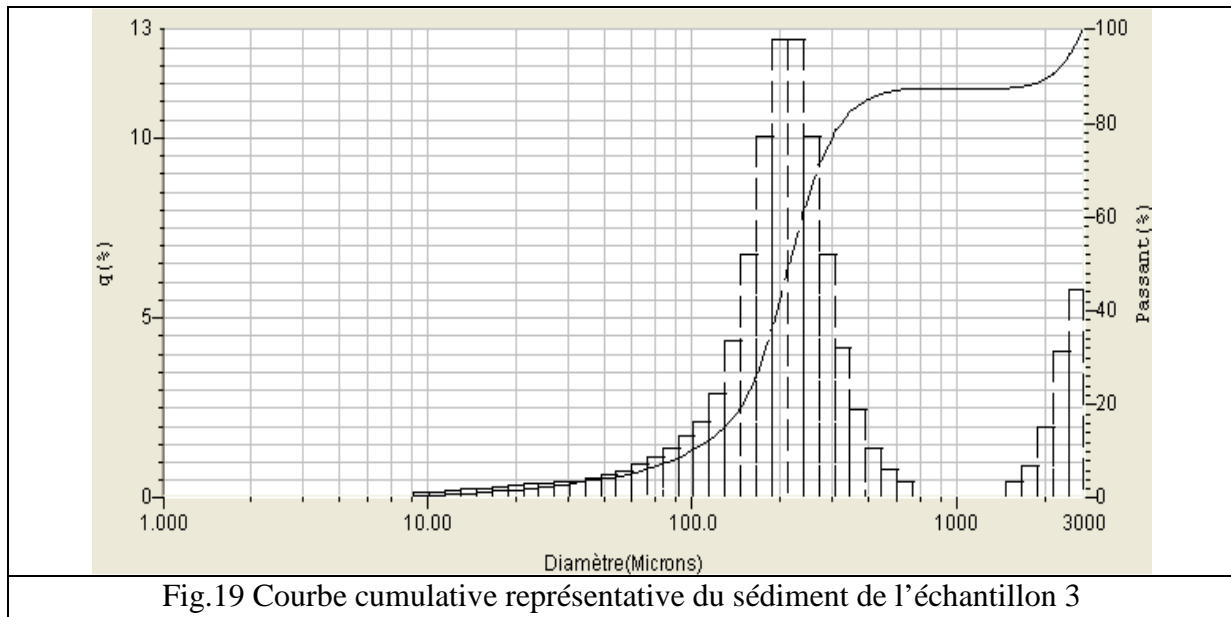


Tableau6. Répartition du sédiment dans cette fraction granulométrique (échantillon.3)

<i>Maille μm</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

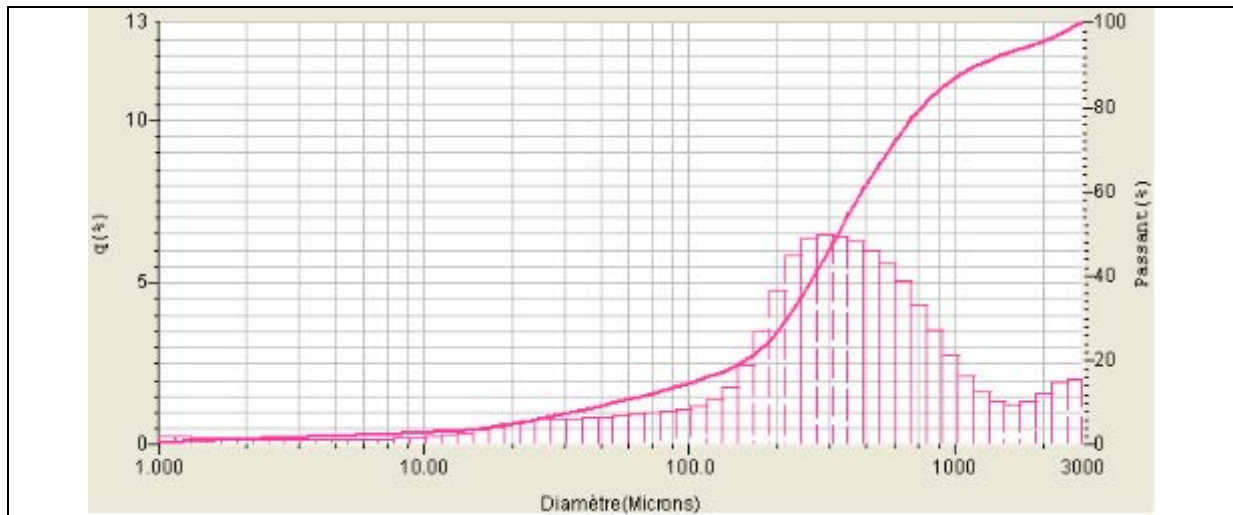


Fig20. Courbe cumulative représentative du sédiment de l'échantillon 4

Tableau7 .Répartition du sédiment dans cette fraction granulométrique (échantillon.4)

<i>Maille μm</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

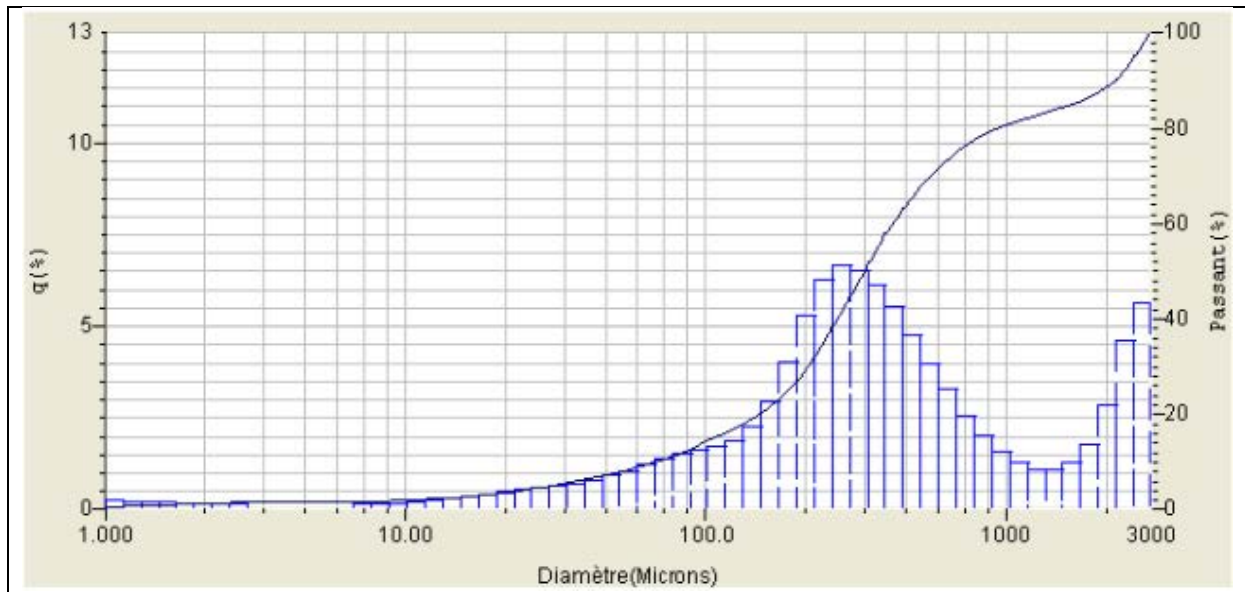


Fig. 21. Courbe cumulative représentative du sédiment de l'échantillon 5

Tableau8. Répartition du sédiment dans cette fraction granulométrique (échantillon.5)

<i>Maille μm</i>	<i>% Cumulé</i>	<i>Fractions granulométriques</i>
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

▪ **Ain Benian carrière Coupe B**

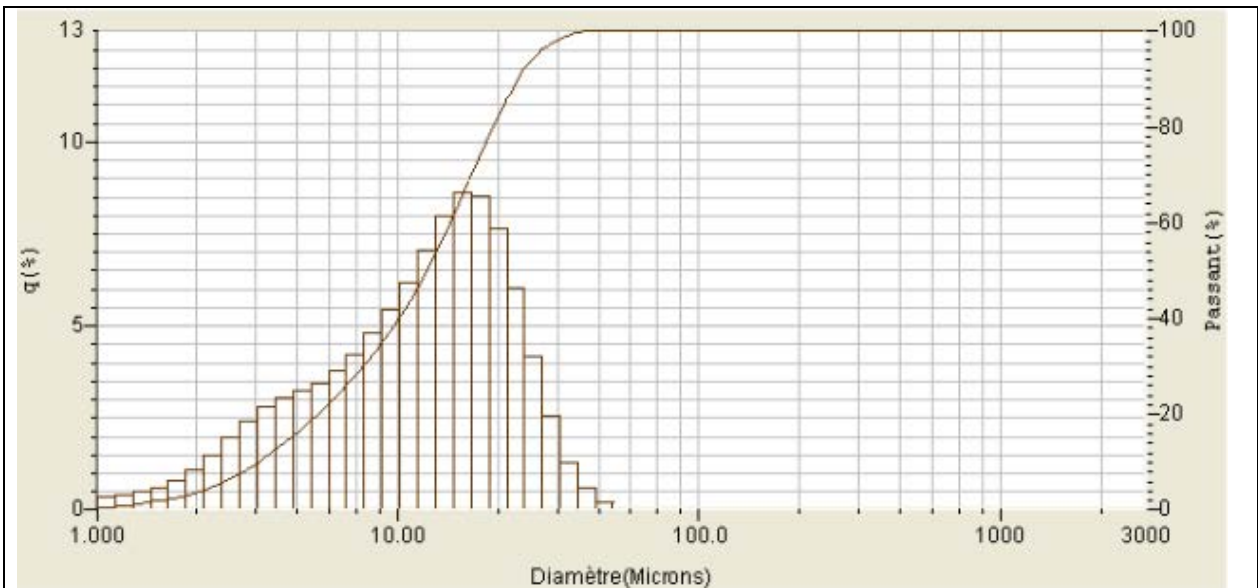


Fig22. Courbe cumulative représentative du sédiment de l'échantillon 6
Limons intermédiaires

Tableau 9. Répartition du sédiment dans cette fraction granulométrique (échantillon.6)

<i>Maille μm</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

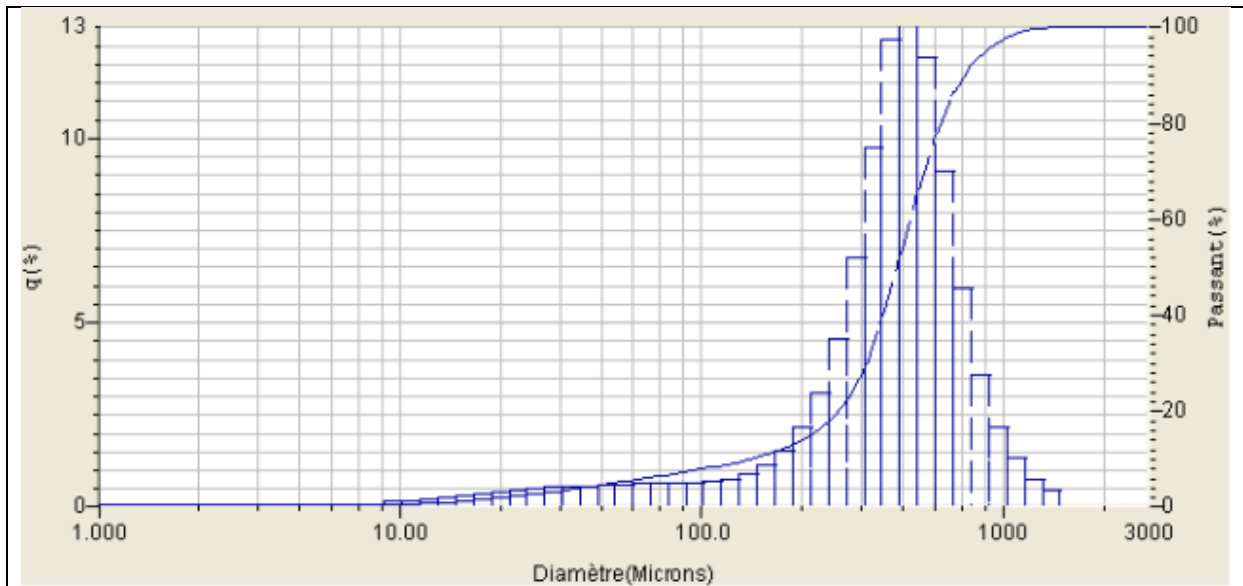


Fig23. Courbe cumulative représentative du sédiment de l'échantillon 7
Grés intermédiaires

Tableau10. Répartition du sédiment dans cette fraction granulométrique (échantillon.7)

<i>Maille μm</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

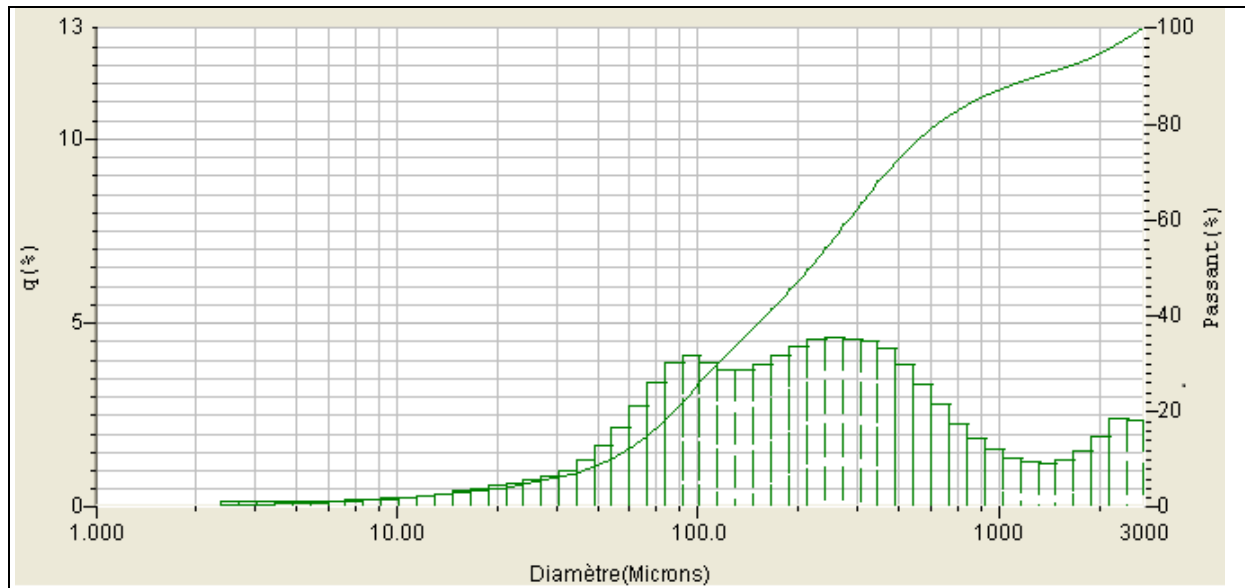


Fig.24 Courbe cumulative représentative du sédiment de l'échantillon 8
grés moyens

Tableau 11. Répartition du sédiment dans cette fraction granulométrique (échantillon.8)

<i>Maille μm</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

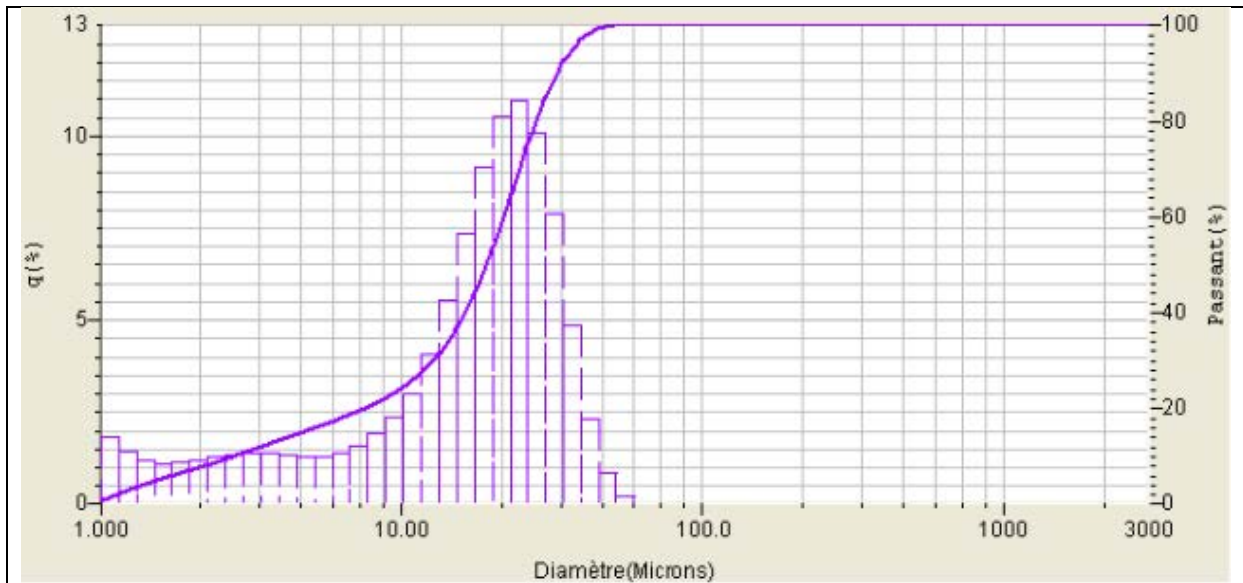


Fig. 25. Courbe cumulative représentative du sédiment de l'échantillon 9
Limons moyens

Tableau 12. Répartition du sédiment dans cette fraction granulométrique (échantillon.9)

<i>Maille μm</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	13,36	Limons moyens
15 à 3	66,82	Limons fins
< à 3	19,80	Argiles et colloïdes

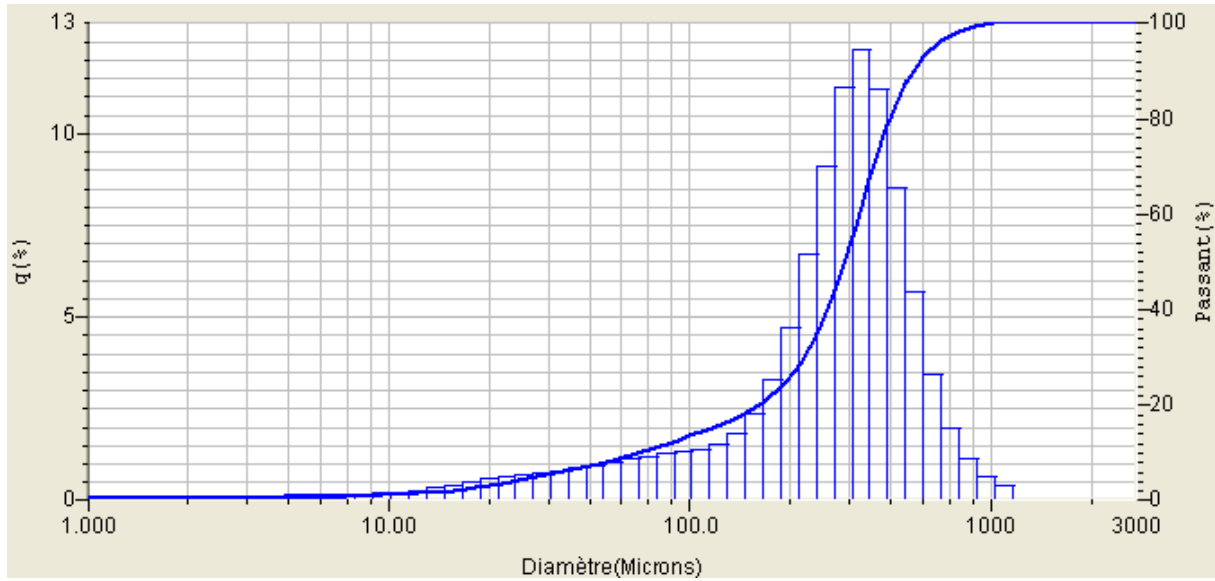


Fig.26 Courbe cumulative représentative du sédiment de l'échantillon 10
Grés supérieurs

Tableau 13. Répartition du sédiment dans cette fraction granulométrique (échantillon.10)

<i>Maille μm</i>	<i>% Cumulé</i>	<i>Fractions granulométriques</i>
2000 à 1000	0	Sables très grossiers
1000 à 500	0,43	Sables grossiers
500 à 250	14,74	Sables moyens
250 à 125	52,42	Sables fins
125 à 62	16,98	Sables très fins
62 à 31	6,47	Limons grossiers
31 à 15	4,51	Limons moyens
15 à 3	2,86	Limons fins
< à 3	0,46	Argiles et colloïdes

IV.3.2.1. Interprétation des analyses granulométriques

Ain Benian carrière - Coupe A & B -

Les distributions granulométriques sont groupées en 10 fractions :

- supérieures à 2000 μm graviers,
- 2000 à 1000 μm sables très grossiers,
- 1000 à 500 μm sables grossiers,
- 500 à 250 μm sables moyens,
- 250 à 125 μm sables fin,
- 125 à 62 μm sables très fin,
- 62 à 31 μm limons grossier,
- 31 à 15 μm limons moyens,
- 15 à 3 μm limons fin,
- inférieur à 3 μm argiles et colloïdes.

Ces différentes fractions granulométriques montrent des variations notables au sein du dépôt et ont permis de distinguer 3 types de faciès :

- un faciès sableux grossier riche en débris coquillers de gastéropodes et de lamellibranches, (dépôt de plage) Coupe A
- un faciès sableux fin (dépôt dunaire). Coupe B
- un faciès limono-argileux (dépôt fluviatile). Coupe B

Ain Benian carrière - Coupe A & B -

Le faciès de sables grossiers est dominant dans l'échantillon 1 et 2 à la base de la coupe A, le pourcentage est de (51% ,78%), à partir de l'échantillon 3 la proportion de sables fins à très fins est en nette progression entre (29 et 43%), avec un enrichissement important en débris coquillers

Dans l'échantillon 4 les sables moyens atteignent 22%, les sables fins 32% et les sables très fins 16%. Les mêmes proportions sont enregistrées pour l'échantillon 5 avec 30% de sables fins et 19% de sables très fins.

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 avec un sédiment très bien classé. Les courbes présentent globalement la même allure, elles sont étalées, ce qui dénote une origine marine (de plage) ou fluviatile.

L'asymétrie positive, avec un enrichissement en particules fines, exprime une tendance vers un milieu calme, que matérialisent les échantillons supérieurs de la coupe A.

Dans la **coupe B** deux types de dépôts ont été identifiés :

- un premier dépôt limoneux (échantillon 6 et 8) où dominent les limons (66%) et les argiles (30%). Ce dépôt peut être classé dans le faciès limono- argileux ;
- un deuxième dépôt sableux avec 36% de sables moyens et 45% de sables fins (échantillon 7, 9,10).

L'indice de classement S_0 donne un sédiment très bien classé, Le classement maximum est du côté fin. Dans les limons argileux $S_k < 1$ le classement maximum est du côté grossiers.

Dans les sédiments sableux, l'indice de classement tend vers 1 dénotant un classement régulier, La courbe de fréquence tend vers la symétrie.

L'analyse modale de la coupe A&B

L'analyse modale révèle l'existence de deux stocks sédimentaires dans les sables moyens, les modes (250, 350 μm), à l'exception de l'échantillon 3 et 5 qui révèlent un troisième mode, (2300 μm)

Dans la **coupe A** de Ain Benian carrière l'analyse modale révèle l'existence de trois stocks sédimentaires :

-Mode I : 250 μm

-Mode II : 350 μm

-Mode III : 2300 μm

Il s'agit d'un sable moyen à grossier, mis en place par la dynamique littorale marine.

Dans la **coupe B** les sédiments des échantillons 6 et 8 sont uni modaux, avec un mode situé entre 15 et 25 μm . Il s'agit d'un limon argileux représenté par un seul stock sédimentaire.

Les échantillons 7, 9 et 10 présentent un faciès sableux avec prédominance de sables fins (45 à 50 %). Les courbes sont bimodales (410 et 250 μm). Le sédiment est constitué par deux stocks sédimentaires.

Tab 14 Les paramètres sédimentologiques Ain Benian A&B

<i>N°Ech</i>	<i>25%</i>	<i>50%</i>	<i>75%</i>	<i>S0</i>	<i>SK</i>
<i>1</i>	<i>270</i>	<i>500</i>	<i>2200</i>	<i>0,12</i>	<i>2,37</i>
<i>2</i>	<i>2000</i>	<i>2500</i>	<i>2700</i>	<i>0,74</i>	<i>0,86</i>
<i>3</i>	<i>180</i>	<i>210</i>	<i>280</i>	<i>0,64</i>	<i>1,14</i>
<i>4</i>	<i>180</i>	<i>300</i>	<i>550</i>	<i>0,32</i>	<i>0,1</i>
<i>5</i>	<i>180</i>	<i>300</i>	<i>550</i>	<i>0,32</i>	<i>0,1</i>
<i>6</i>	<i>4,5</i>	<i>13</i>	<i>18</i>	<i>0,25</i>	<i>0,47</i>
<i>7</i>	<i>295</i>	<i>400</i>	<i>500</i>	<i>0,59</i>	<i>0,9</i>
<i>8</i>	<i>100</i>	<i>210</i>	<i>430</i>	<i>0,23</i>	<i>0,97</i>
<i>9</i>	<i>10</i>	<i>19</i>	<i>22</i>	<i>0,405</i>	<i>0,62</i>
<i>10</i>	<i>200</i>	<i>299</i>	<i>390</i>	<i>0,51</i>	<i>0,87</i>

IV.3.3. Résultats des analyses physico-chimiques

IV.3.3.1. Calcimétrie

Ain Benian Coupe A&B

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

Tab 15 Teneurs en carbonates.

<i>Ech n°</i>	<i>% carbonates</i>
<i>1</i>	<i>72,9</i>
<i>2</i>	<i>72,96</i>
<i>3</i>	<i>63,35</i>
<i>4</i>	<i>77,15</i>
<i>5</i>	<i>68,46</i>

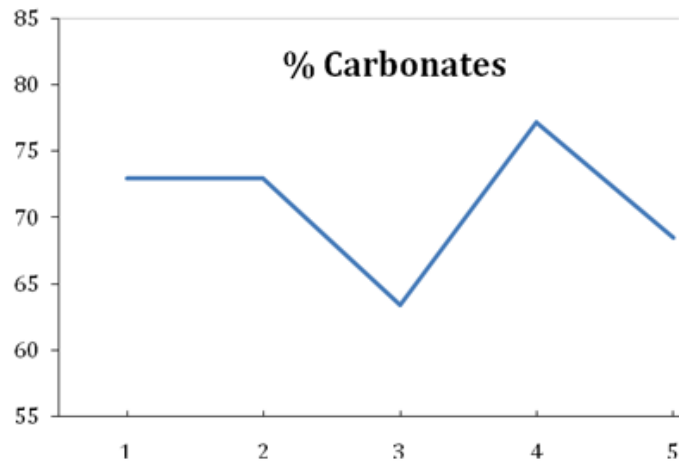


Fig.27: Taux des carbonates dans la coupe A

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

Tab 16. Pourcentages en carbonates coupe B

<i>Ech n°</i>	<i>% carbonates</i>
<i>6</i>	<i>19,48</i>
<i>7</i>	<i>71,56</i>
<i>8</i>	<i>32,19</i>
<i>9</i>	<i>60,54</i>
<i>10</i>	<i>63,01</i>

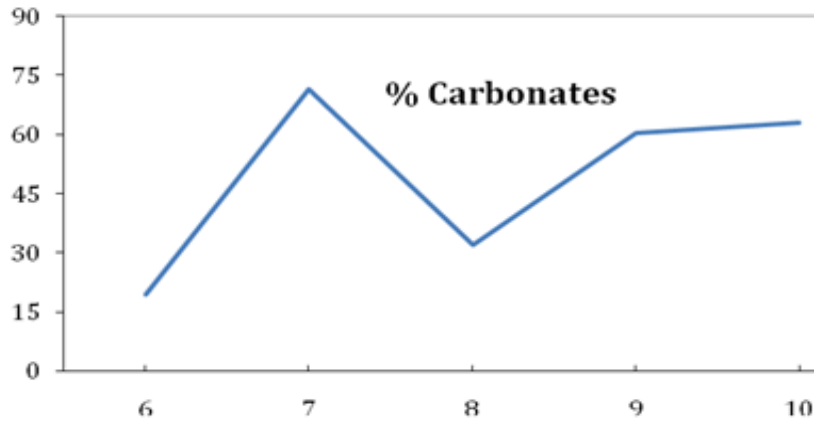


Fig.28 : Taux des carbonates dans la coupe B

D'après les résultats calcimétrique nous proposons de classer les grés étudiés dans les calcarénites.

IV. 3.3.2. Résultats des analyses de minéralogie des argiles (RX)

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

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%

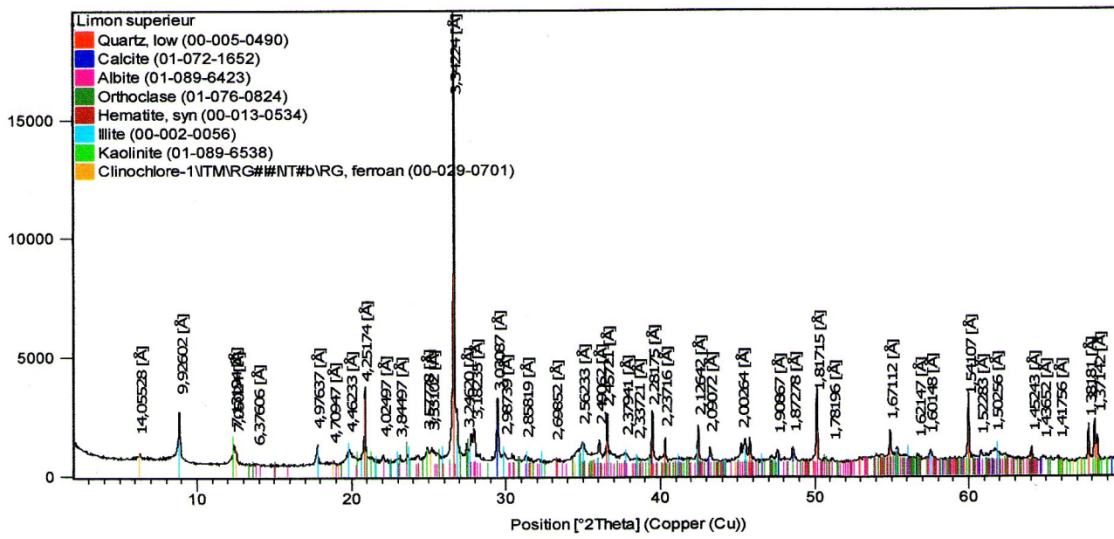


Fig. 29 Diffractogramme de l'échantillon n° 6

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 avec un taux de 75% et qui présente une structure et composition proches de celles des micas, très fréquente dans les sols des régions tempérées.

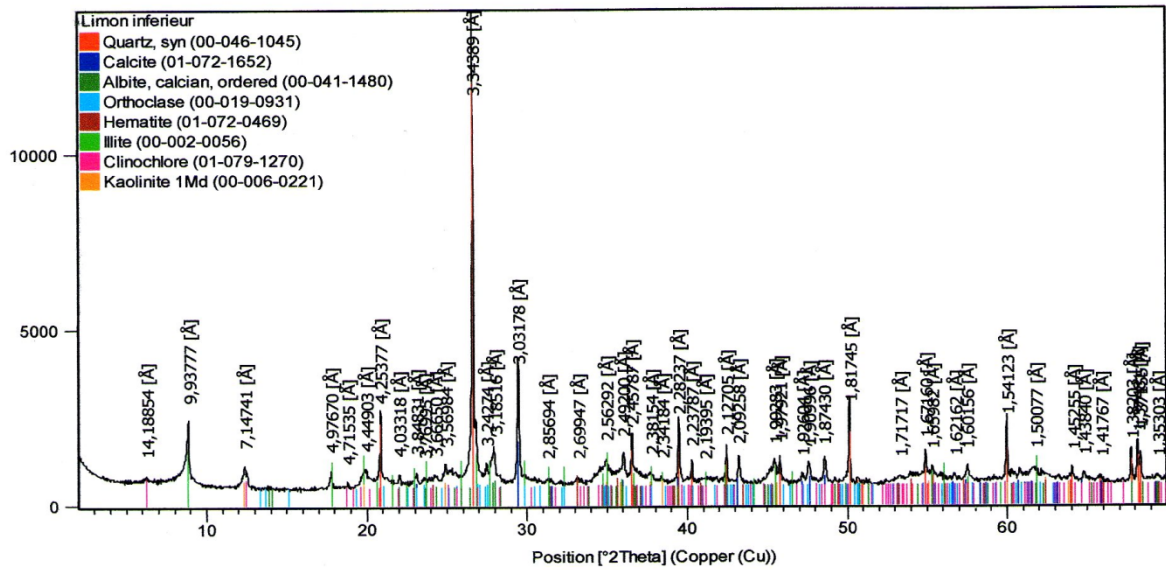


Fig. 30 Diffractogramme de l'échantillon n°8

IV.3.4. Résultats des analyses morphoscopiques

Coupe A d'Ain Benian

L'observation à la loupe binoculaire a révélé un taux de quartz supérieur à 80 %, les grains sont hétérométriques, anguleux à sub anguleux, luisants avec un léger émoussé (sub arrondis).

Coupe B d'Ain Benian

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

L'échantillon 8 qui est issu des limons moyens, a révélé de nombreux fragments de coquilles voire des coquilles entières d'hélix ont été observés.

IV.3.5. Résultats des analyses micromorphologique (lames minces)

▪ Ain Benian carrière coupe A

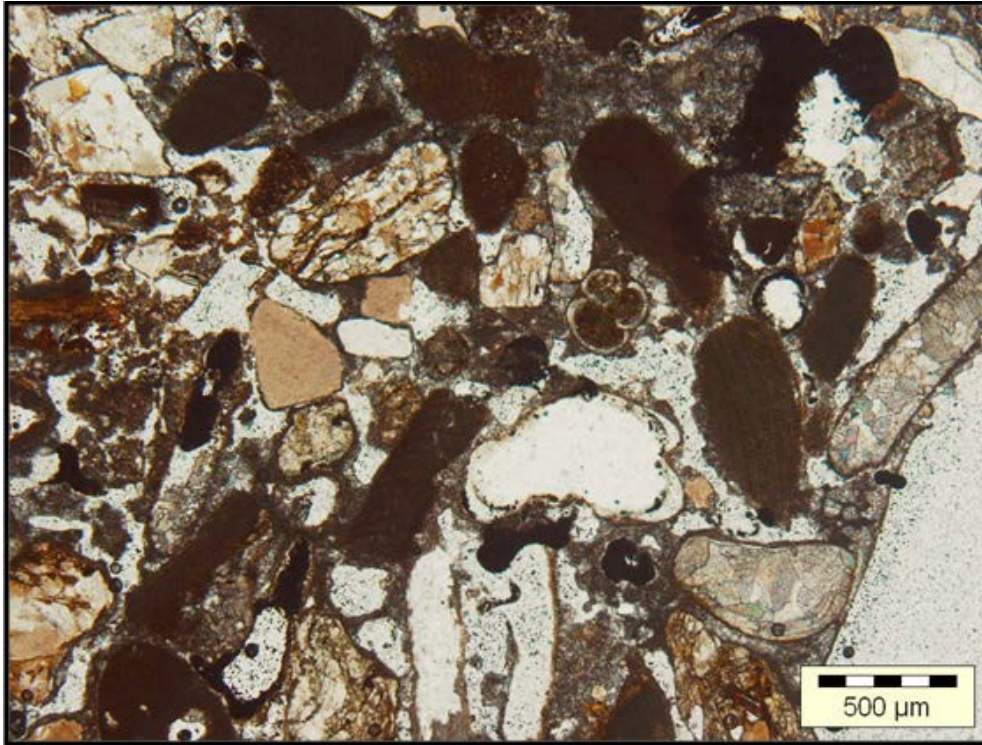


Fig. 31 Lame n° 1

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

Les bioclastes 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 dans les études bio-stratigraphie depuis de nombreuses années, et ils ont également été très précieux dans les reconstitutions paléo-environnementales.

Les Miliolides sont des foraminifères d'eau marine peu profonde et chaude, (du 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 (20 à 30 mètres).

La matrice est un Beach rock à cimentation incomplète ou de dissolution, facies intertidal (pack stone wackstone) micrite et microsparite à lithothamniées.



Fig.32 **Lame n° 2**

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

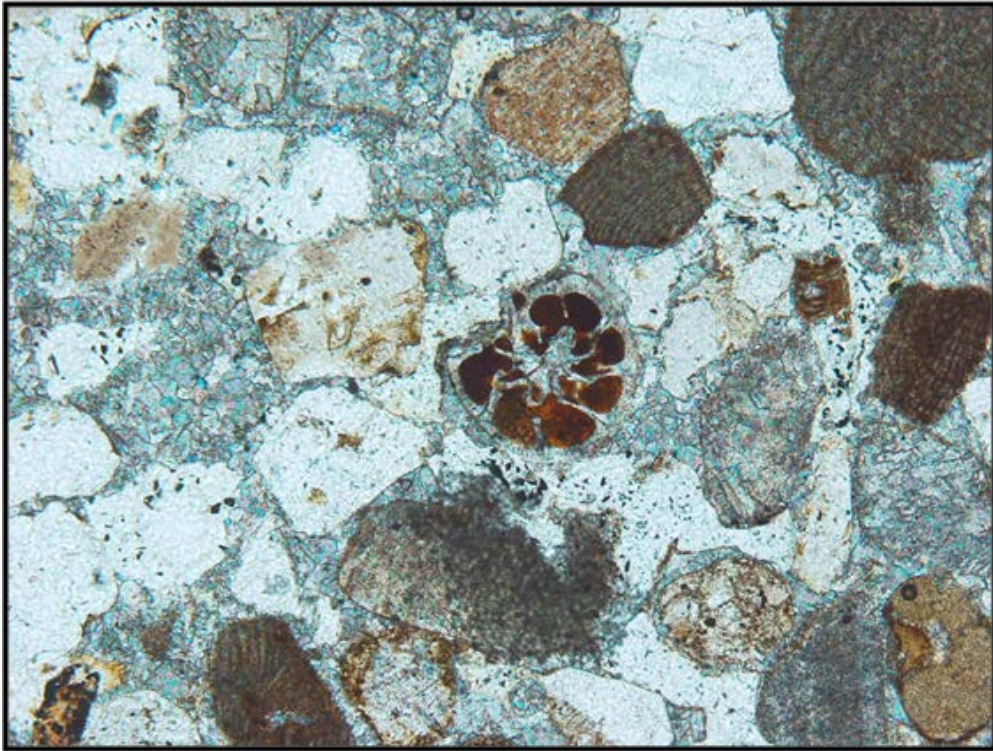


Fig.33 **Lame n° 3a**

Grès moyen à ciment carbonaté (microsparitique) relativement riche en matière organique. C'est un grès bien classé, à contours anguleux et parfois arrondis. Fréquence des algues rouges (Rhodophycées), ainsi que quelques foraminifères : Rotaliidae, Elphidium sp. Et des Miliolidae. Présence de fragment de Gastéropodes (Fig. 34). Ce niveau gréseux présente un mélange de sables et de gravier



Fig.34 Gastéropode dans le niveau inférieur de la coupe A Ain Bénian carrière.

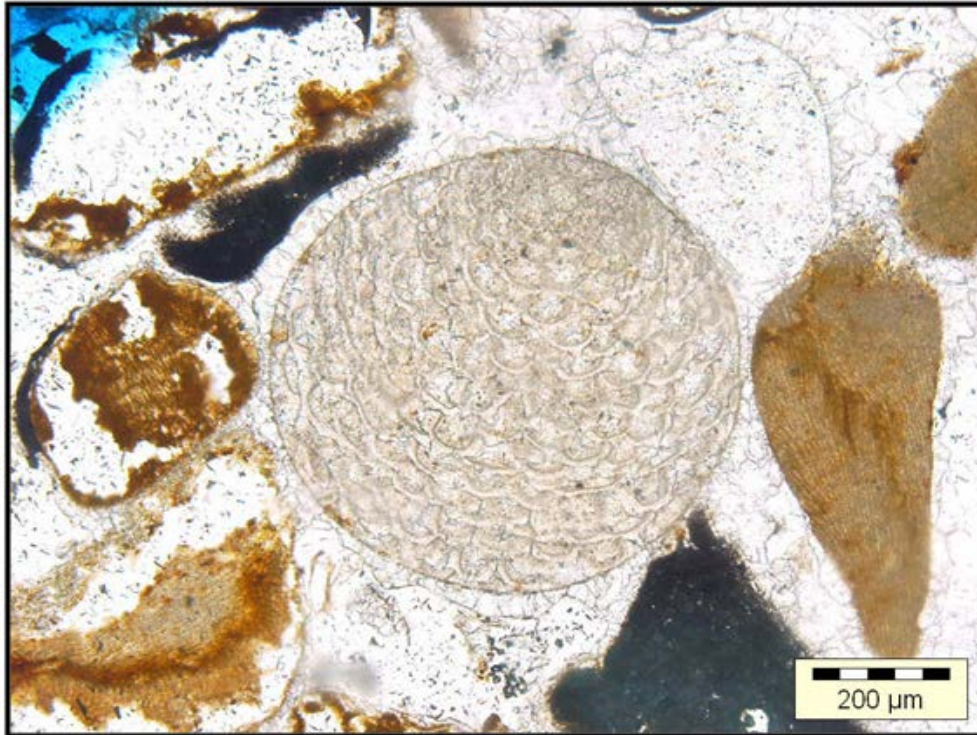


Fig.35Lame n°3b

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).

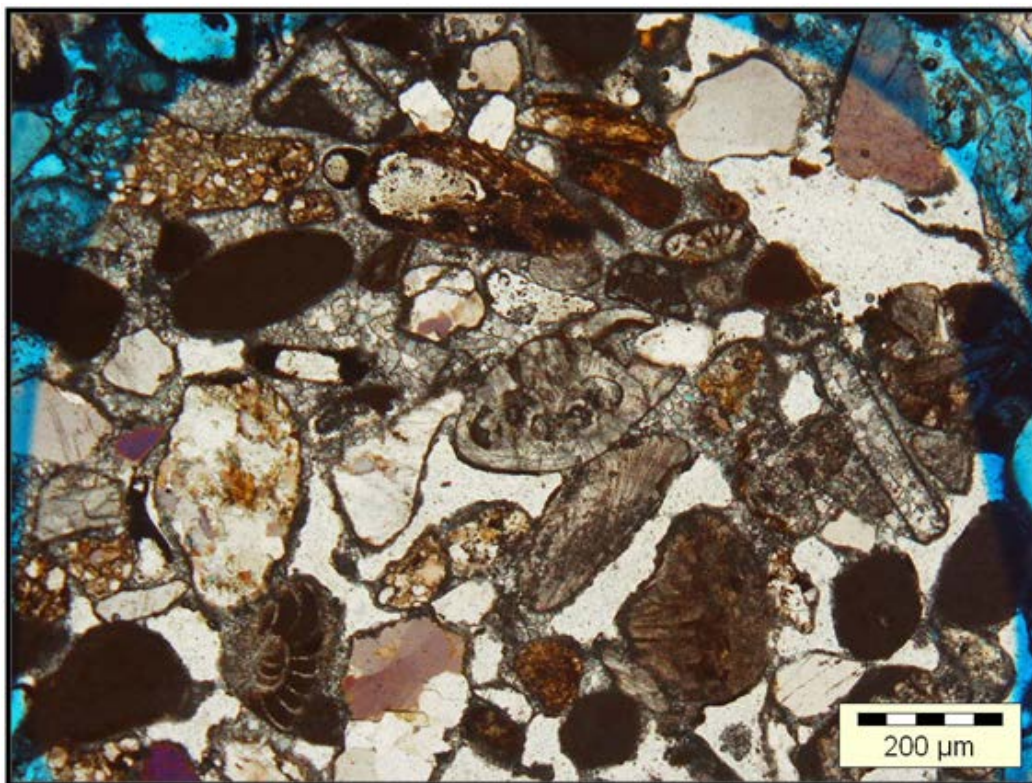


Fig.36 Lame n°4

Grès grossier à grains anguleux, présence de matière organique à ciment carbonaté. Parmi les bioblastes, nous citons : Test de bryozoaires, Test de lamellibranches, radioles 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.37 **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.

▪ **Ain Benian carrière coupe B**

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

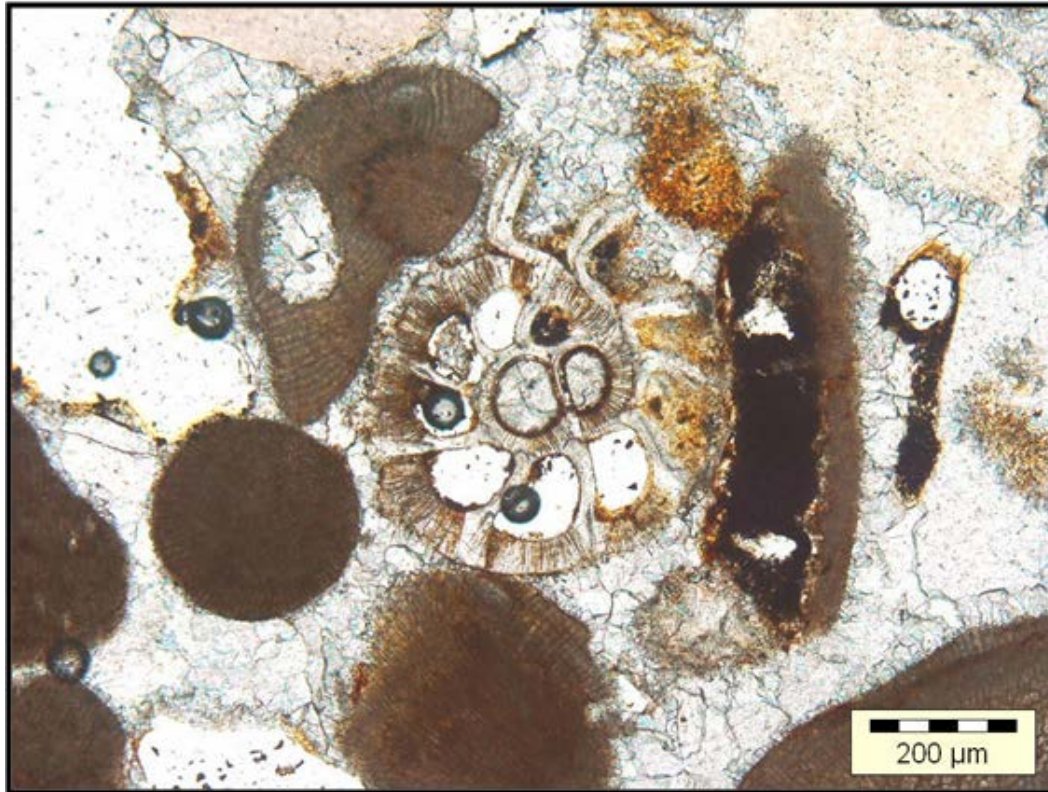


Fig.38 Lame n° 7

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 présentent la même composition que les grés intermédiaires. Le ciment est sparitique avec la présence de foraminifères benthiques, échinodermes et les algues rouges.



Fig.39 Lame n° 8

IV.3.5.1. Interprétation des résultats

❖ Coupe A

Les grés marins correspondent probablement à des dépôts infralittoraux, déposés sous une tranche d'eau peu profonde. Ils présentent un léger pendage vers l'Est et se prolongent en mer, la partie inférieure se retrouve immergées. Le ciment est carbonaté microsparitique. La matrice est une boue microcristalline existant au moment du dépôt ; le ciment qui précipite entre les grains de cette boue microcristalline est appelée micrite. Après le dépôt et durant la diagenèse la micrite peut recristalliser (néo morphisme) avec augmentation de la taille des cristaux on obtient de la microsparite (4 à 10 micromètres) d'après la classification de Tucker, 1981.

❖ Coupe B

Suivant les données observées sur le terrain et la micromorphologie, il en ressort que les dépôts gréseux dunaires proviennent de la désagrégation de plages marines (existence de débris coquillers de plage), alors que les limons –argileux rubéfiés à fragments (colluvions) déposés, proviennent de milieux continentaux de type fluvatile (cône de déjection).

IV.4. Rocher plat



Fig. 40 Vue générale de la crique de rocher plat

IV.4.1. Introduction

La coupe du Rocher plat est située sur le littoral du Sahel proprement dit (Fig.40). Elle a la particularité de montrer une succession stratigraphique des dépôts tyrrhéniens sur un substratum plastique constituée de marnes plaisanciennes.

Dans cette zone, et d'après Betrouni. M. (1983), deux terrasses marines sont disposées en superpositions: une terrasse inférieure eutyrrhénienne représentée par des poudingues et grés coquillers et une terrasse supérieure néotyrrhénienne représentée par une lumachelle à pétoncles. Ces deux terrasses marines sont séparées par les grés dunaires inférieurs. Le Rocher Plat est une petite agglomération 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 une petite crique dite « la crique du Rocher Plat ». Elle est formée d'une plage de sable, de galets et de gros blocs de grés. Elle est en grande partie recouverte d'algues provenant d'herbiers à Posidonies. La zone est traversée par Oued Rhiran qui prend sa source à 185m d'altitude. Les falaises, d'orientation Est-Ouest, qui bordent cette crique peuvent atteindre 10m de hauteur. Nous avons visité cette région avec Mr Betrouni et nous avons visité les deux coupes qu'il avait lui-même décrit dans sa thèse 1983, dans le but d'étudier les formations continentales.

IV.4.1.2. Description stratigraphique

▪ Coupe centrale

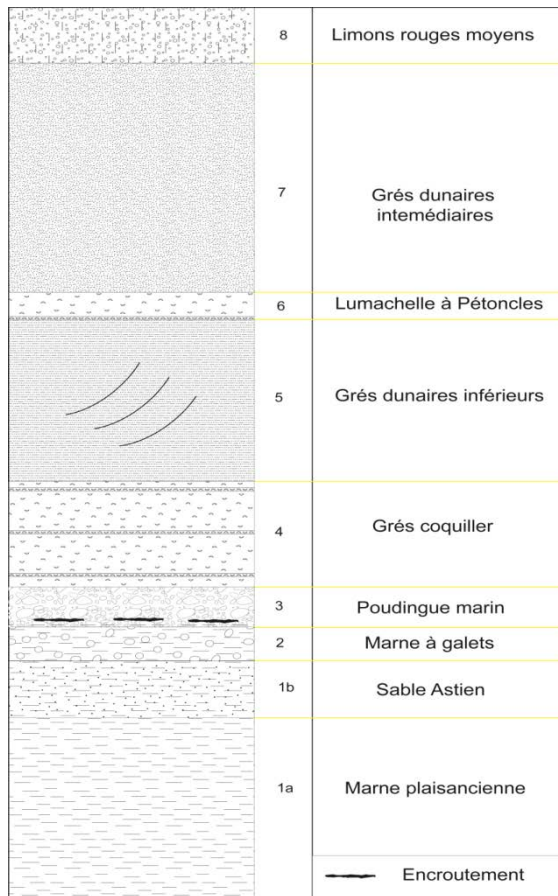


Fig. 41 Coupe centrale Rocher plat. (D'après Betrouni M., 1983)

a- Lithofaciès

8: Limons rouges moyens

7: Grès dunaires intermédiaire

6: Lumachelle à pétoncles

5: Grès dunaires inférieur

4: Grès coquillé

3: Poudingue marin

2: Marne à galets

1b: Sable Astien

1a: Substratum marneux plaisancien

b-Description

Cette coupe est située au centre de la crique, selon la description de M. Betrouni. 1983 (Fig.18), nous avons de bas en haut

. Une formation marine apparaît en situation de discordance sur le substratum marneux plaisancien qui accusent un pendage de 30° vers le nord et plongent sous le niveau de la mer. Les marnes 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.42)

Au-dessus des marnes plaisanciennes et, en discordance se succèdent :

- Un pouding marin de 50cm d'épaisseur à gros blocs et coquilles marines.
- Une dalle coquillière, 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.43)

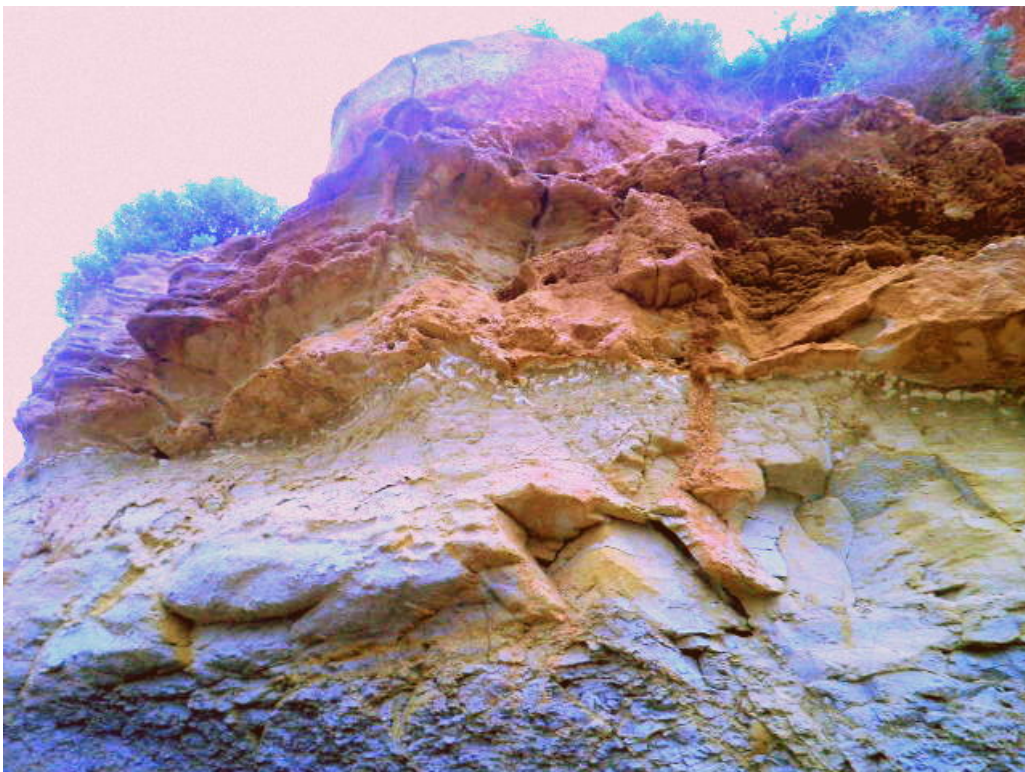


Fig.42 Substratum marneux



Fig.43 Les grès dunaires inférieurs

Une lumachelle à pétoncles située à une altitude de + 5 à 6 m, en ravinement sur les grès dunaires inférieurs. (Fig.44). Elle se présente parfois en un placage qui recouvre les grès dunaires inférieurs, (Fig.43)

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.



Fig.44 Lumachelle à pétoncles



Fig.45 Surface d'abrasion marine

▪ **Coupe rocher plat Est**

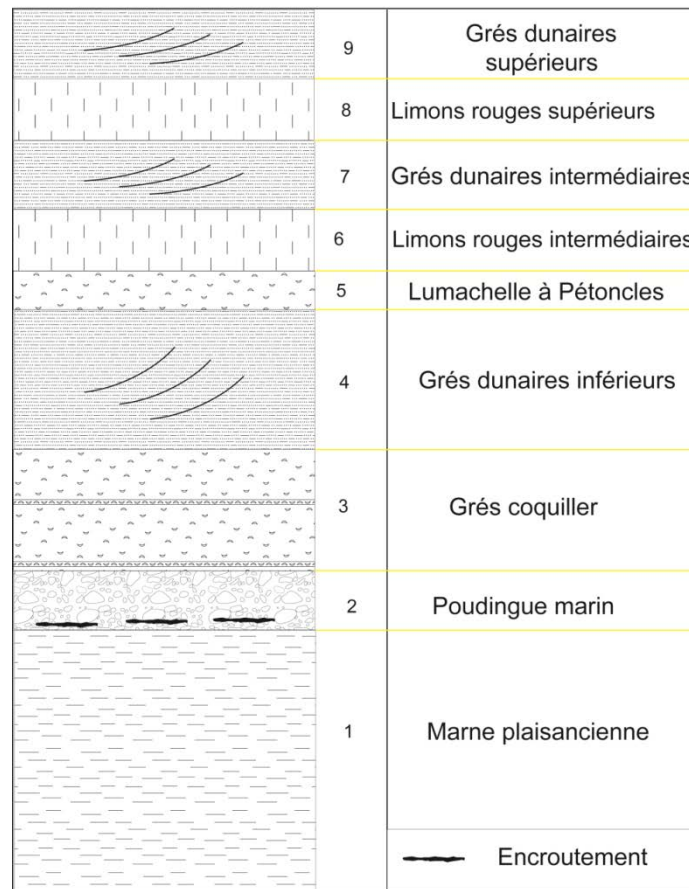


Fig.46 Stratigraphie de la coupe rocher plat Est (d'après Betrouni M., 1983)

a- **Lithofaciès de la coupe rocher plat Est**

9- Grès dunaires supérieurs

8 - Limons rouges supérieurs

7 - Grès dunaires intermédiaires

6 - Limons rouges intermédiaires

5 - Lumachelle à Pétoncles

4- Grès dunaires inférieurs

3- Grès coquillé

2 - Poudingue marin

1 Substratum marneux

b- Description de la coupe rocher plat Est

Cette coupe se situe à la limite est de la crique et repose en discordance sur le substratum plaisancien

De bas en haut s'observent (Fig.46)

- Un poudingue souvent masqué par des éboulements.
- Une dalle gréseuse coquillère. 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 grés dunaires ce sont selon (Betrouni M., 1983) les limons rouges et grés dunaires, intermédiaires et supérieurs (Fig.47)

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 grés 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 grés 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.47 Intercalation de limons rouges et grés dunaires.

IV4.1.3. Interprétation stratigraphique du Rocher Plat

Dans cette portion du Sahel occidental d'Alger, deux unités stratigraphiques se succèdent témoignant 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 une régression marine matérialisée par un banc gréseux consolidé à stratifications obliques. Ce dépôt continental dunaire, correspond à une période de retrait de la mer.

Une deuxième période de régression et de dépôts continentaux est matérialisée une formation continentale à intercalations-de grés dunaires et limons rouges qui se sont déposés au-dessus de la formation lumachellique.

Deux unités stratigraphiques tyrrhéniennes, le niveau marin inférieur correspondant à l'Eutyrrhénien (équivalent de interglaciaire Riss_ Würm), et le niveau marin supérieur correspondant à l'interstade Néo tyrrhénien (équivalent du Würm I_II) selon Betrouni. M ,1983.

Deux périodes régressives, la première, représentée par les grès dunaires inférieurs et la deuxième par la série continentale à intercalation de limons rouges et grès dunaires (intermédiaires et supérieurs). Les formations dunaires sont très étendues et moins épaisses que celles de Bouzaréa

IV.4.2. Analyses granulométriques Rocher Plat

Nous avons effectué des analyses granulométriques sur la formation continentale à intercalation de grès dunaires et limons rouges.

IV.4.2.1. Granulométrie des grès dunaires

Les courbes cumulatives obtenues révèlent l'existence d'un seul stock sédimentaire, situé essentiellement dans les sables moyens. Elles sont unimodales et présentent globalement la même allure. (Fig.48)

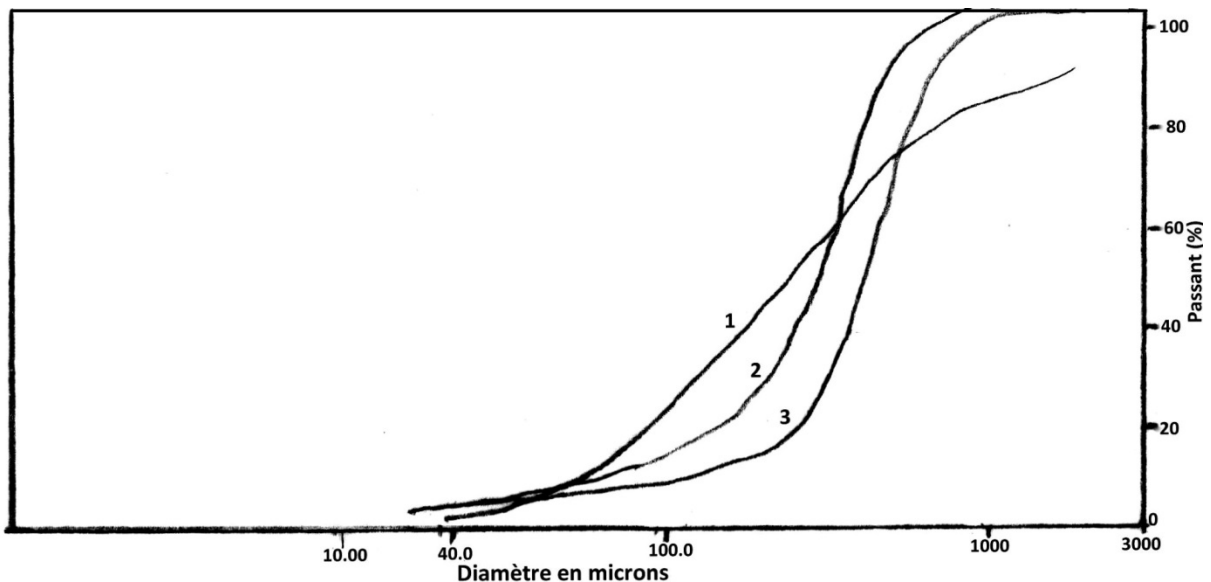


Fig. 48 Courbes cumulatives des grès dunaires.

- 1 Grès dunaire inférieur.
- 2 Grès dunaires intermédiaires.
- 3 Grès dunaires supérieurs.

Les courbes correspondant aux grès intermédiaires et supérieurs présentent une allure redressée ; caractère essentiel de l'éolien. Les grès inférieurs ne présentent pas cette caractéristique, ce qui s'expliquerait par une tendance progressive à l'émersion de la formation marine sous-jacente.

Tableau 17. Les classes granulométriques des formations dunaires.

<i>Maille μm</i>	<i>% cumulé</i>			<i>Fractions granulométriques</i>
	<i>Grés inférieur</i>	<i>Grés intermédiaires</i>	<i>Grés supérieurs</i>	
<i>2000 à 1000</i>	<i>6,75</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>Sables très grossiers</i>
<i>1000à500</i>	<i>13,25</i>	<i>2,01</i>	<i>0,35</i>	<i>Sables grossiers</i>
<i>500à250</i>	<i>24,33</i>	<i>30,8</i>	<i>15,02</i>	<i>Sables moyens</i>
<i>250à125</i>	<i>19,62</i>	<i>45, 3</i>	<i>50,42</i>	<i>Sables fins</i>
<i>125à 62</i>	<i>21,73</i>	<i>10,98</i>	<i>17,25</i>	<i>Sables très fins</i>
<i>62 à 3</i>	<i>12,25</i>	<i>7,05</i>	<i>12,05</i>	<i>Limons</i>
<i>< à 3</i>	<i>0,97</i>	<i>0</i>	<i>0,95</i>	<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 à l'exception des grés dunaires inférieurs où le tri maximal est du côté des fins (Tab19).

Tab 18. Les paramètres granulométriques.

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

IV.4.2.2. Granulométrie des limons rouges

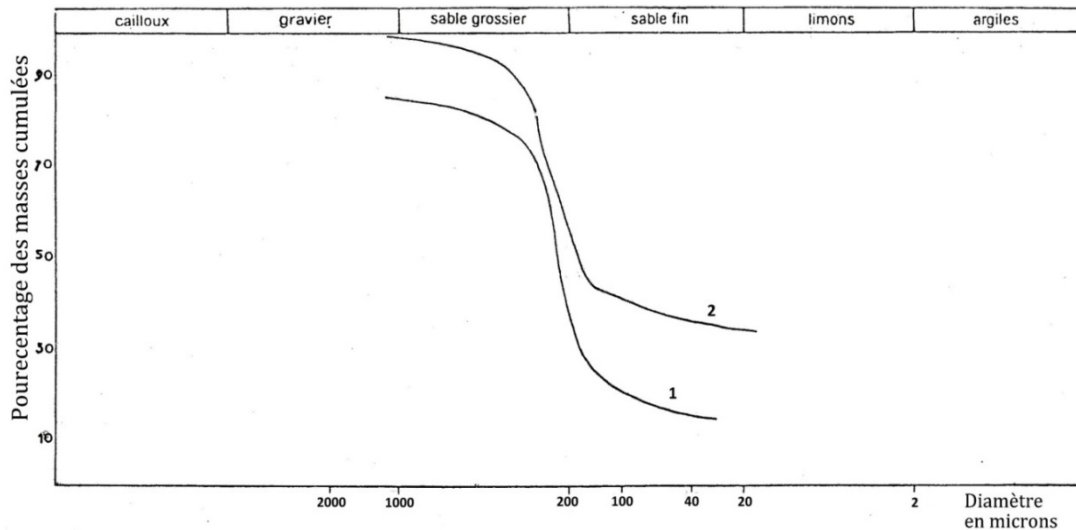


Fig. 49. Courbes cumulatives des limons rouges. (Rocher Plat).

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

Tab 19 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

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, ce qui caractérise un transport par ruissellement. Une légère influence éolienne est marquée ensuite par un sable bien classé, une diminution du taux en lutites est constaté depuis les limons intermédiaires jusqu'au limons supérieurs. Suivant les résultats granulométriques ces limons rouges peuvent se classer dans la catégorie des limons argilo- sableux.

IV.4.3. Calcimétrie Rocher plat

Une décarbonation 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 22). Nous maintenons la proposition de classer ces grés dans les calcarénites même dans cette région.

Tab 20. 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

IV.4.4. Morphoscopie

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, ce qui 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

mais le reste du sédiment contient en grande partie des débris d'Hélix et des cristaux de calcite.

IV.4.5. 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)

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

les formations continentales sont moins épaisses contrairement à celles de la Bouzaréa. , nous avons une généralisation progressive des dépôts liés à la régression du würm comme l'atteste l'alternance d'épisodes régressifs et transgressifs qui traduisent un climat instable tendant vers un climat plus sec avec l'influence grandissante des dépôts éoliens et la diminution des dépôts fins caractéristiques des milieux de sédimentation calme .

Conclusion générale

Il ressort de cet étude un certain nombre d'enseignements qu'il serait intéressant d'exploiter dans des recherches futures et que nous allons décliner dans cette conclusion générale qui se veut être le début et non pas la fin de nos investigations scientifiques.

Sur le plan tectonique il est constaté une nette distinction entre le Sahel et la Bouzaréa:

- Sur le littoral de la Bouzaréa, les dépôts du pléistocène sont soumis à l'influence du massif primaire. Les séries continentales (grés dunaires –limons rouges) s'étirent vers l'intérieur, suivant le sens de l'exhaussement tectonique.

Les formations Quaternaires marines sont disposées en gradins, indiquant des mouvements verticaux, perceptibles dès le pliocène, et une néotectonique intense, matérialisée par le soulèvement du Sahel d'Alger et la subsidence de plaine de la Mitidja. La dislocation topographique matérialisée par des blocs affaissés et des blocs soulevés complique la corrélation entre les différents types de dépôts, notamment par l'apparition de lacunes stratigraphiques. Dans le cas du Sahel de Bouzaréa l'influence de la néotectonique sur les dépôts pléistocènes s'exprime par un système de compartimentation avec des accidents tectoniques majeurs de direction NE-SO, NO-SE et E-O.

Ces accidents sont le moteur principal de l'évolution des différentes lignes de rivages à caractère structuro-sédimentaire.

- Au niveau du littoral du sahel proprement dit (rocher plat) les dépôts continentaux (grés dunaires- limons rouges) sont étalés. Dans ce cas de figure, le substrat, subsidie et a contribué à la superposition des lignes de rivages et l'étalement des dépôts éoliens dunaires et alluviaux rouges.

Sur le plan stratigraphique les deux stations étudiées ont révélée, d'un point de vue de la composition lithologique, une sédimentation sableuse (dunaire) à intercalations limoneuses rougeâtres (sableuses ou argileuses), témoin d'une répétition dans les processus de sédimentation.

Cette étude a permis d'identifier au moins trois séries de dépôts correspondant à la phase climatique probablement wurmienne (selon la bibliographie). Les dépôts rougeâtres témoignent de conditions de pluviosité et d'un régime thermique favorable à la dispersion des éléments, ces niveaux rubéfiés se

seraient déplacés par ruissellement comme c'est le cas à rocher plat et par colluvionnement corrélatif d'action érosive sur les versants comme c'est le cas dans le sahel de Bouzaréa.

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

Sur le plan préhistorique les formations grés dunaires – limons rouges ont constitué le siège d'un établissement humain remontant à la civilisation atérienne, caractérisée par une industrie préhistorique à éclats du paléolithique moyen d'Afrique du nord, cette civilisation est, suivie par une autre industrie sur lamelles de la civilisation ibéromaurusienne.

-BIBLIOGRAPHIE-

ALIMEN A., 1955. Préhistoire de l'Afrique. Collection l'Homme et ses origines, Ed.N.Boubée et Cie.

ARAMBOURG C., Les plages soulevées du Quaternaire

ARAMBOURG C., 1931. Observation sur une grotte à ossements des environs d'Alger .BSHNAN, Alger 20 juin 1931, t. XXII, n°6,p 154-162.

ARAMBOURG C., 1935. La grotte de la carrière Anglade à Guyoville (département d'Alger) .BSHNAN,Alger jan.1935,t. 26,n°1,p. 15-22.

ARAMBOURG C., 1952. Eustatisme et isostasie. CR AC., Paris 2 jan.1952 (publié le 7 jan), t. 234, n° 2, p 226-227.

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 pleine 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.

BEAUDET G , MAURER G, RUELLAN A., 1967.Le Quaternaire Marocain
Observations et hypothèses nouvelles
Revue de Géographie Physique et de Géologie Dynamique (2), VOL. IX, FASC. 4, pp.
269,310. Paris, 1967.

BALOUT L., 1955. Préhistoire de l'Afrique du Nord. Essai de chronologie, Arts et Métiers graphiques.

BALOUT L., 1961. Données nouvelles sur l'Atérien. BSHNAN, Alger 13 mai 1961, t 52, p 166-167. 1962, vol. 106, n° 470-471(1er et 2° trim. 1962), p 16.

BALOUT L., 1962. Fouilles préhistoriques à Alger.Rev. Afr., Alger

BEN AYED N, BOURGOU M, KARRAY R, OUESLATI A

Déformations tectoniques dans le Quaternaire récent des rivages du Cap Bon (Ain Okor, Tunisie). Néotectoniques et sismotectoniques Méditerranée, Troisième série, Tome 64, 2-1988. Évolution des paysages tunisiens au cours du Quaternaire. pp.12-16.

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.

BETROUNI M., 1983. Le pléistocène supérieur du littoral ouest Algérois.

Thèse de doctorat 3ème cycle géologie du Quaternaire, université d'Aix –Marseille II, faculté des sciences de Luminy.

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.

BERTHOIS L., 1975. Les roches sédimentaires .1Etude sédimentologiques roches meubles. Ed doin.

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^{ème} 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^{ème} série, t. XVII, P380-393.

BONIFAY E., 1975.

Stratigraphie du quaternaire et âge des gisements préhistoriques de la zone littorale des Alpes-Maritimes

Bulletin de la Société préhistorique française. 1975, tome 72, N. 7. pp. 197-208.

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.

BONVALLOT J, PASKOFF R., 1953.Observations sur les <<couches rouges>> du Quaternaire supérieur dans la péninsule du Cap Bon (Tunisie) Cah.ORSTOM. Ser.Géol., vol .XIII, n° 2, 1953 : 101-110

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^{ème} série stratigraphique descriptions régionales. N°2.

CAMPS G., 1955. Le gisement atérien du Camp Franchet d'Esperey. P.17-55. Libyca. T. III, 1^{er} 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^o 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^{ème} 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^o 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^o ser. T .I 288 P. 3 pl. H. Texte, la carte couleur.

DERRADJI A., 1987. Contribution à l'étude sédimentologique des terrains Quaternaires de la région de Nice. Origine et mise en place des couvertures limoneuses et sableuses des terrasses. Muséum National d'Histoire Naturelles, université Pierre et Marie Curie Paris 8.

DJEDIAT Y., 1996. Etude géologique et géotechnique de la Mitidja Nord Orientale, thèse Magister / USTHB 1996.

DRESCH J., 1954.

Mouvements du sol Quaternaires au Maghreb oriental
Annales de Géographie. t. 63, n°335. pp. 61-62.

DUBAR M., 1986.

Nouvelles données paléoclimatique sur le Tyrrhénien des Alpes-Maritimes (France). Bulletin de l'Association française pour l'étude du quaternaire - Volume 23 - Numéro 1-2 - 1986. pp. 63-69.

DUBORDIEU G., 1960. Une tectonique sur la région d'Alger.
C.R Acad Sci, t 251 N°23 p 2736-2738 ;

FOURNET A., Relations stratigraphiques entre les séquences sédimentaires Quaternaires continentales et marines dans la coupe du canal d'El Haouaria (cap Bon Tunisie septentrionales). Cah. O.R.S.T.O.M., serv. Géol., vol. XII, n° 1, 1981-1982: 29-39 .

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^o 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^o 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^o série, n° 8, P.350-598.

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

JEDOUI Y, DAVAUD E, BEN ISMAÏL H et REYSS JL., 2002. Analyse sédimentologique des dépôts marins pléistocènes du Sud-Est tunisien : Mise en évidence de deux périodes de haut niveau marin pendant le Sous-stade isotopique marin 5e (Eémien, Tyrrhénien) Bull. Soc. géol. France, 2002, t. 173, no 3, pp. 255-264

LEPVRIER C, MAGNE J, SIGAL J., 1970. Données stratigraphiques et structurales sur les formations telliennes d'une partie du tell septentrional (secteur compris entre Cherchell, Miliana, El Asnam et Ténès) Algérie B.S.G.F., t. XII.

MAOUCHE S., 2002. Etude sismotectonique de l'Algérois et des zones limitrophes de Cherchell-Gouraya

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.

MARTINEZ C et PASKOFF R., 1984. Indices de distension pendant le Quaternaire récent en Tunisie : Leur signification dans un régime de compression généralisée.

MCKENZIE D., 1972. Active tectonics of the Méditerranéan région. J.R.Ast. Soc. London, 30, 109-185. Cah.ORSTOM. Ser.Géol., vol .XIV, n°2, 1984: 153- 161

MISKOVSKY J-C., 1987. Géologie de la préhistoire, GéoPré, Paris. PP 1297.

MOULFI A, PAUC H, MOULFI L Les sédiments récents de la baie de Bou-Ismaïl (Ouest algérois). Nature, origine et mécanismes de mise en place. BSGN vol 23, n° 1.

PASKOFF R., OUESLATI A., 1988.

Acquisitions récentes à propos du quaternaire supérieur des côtes de la Tunisie. Méditerranée, Troisième série, Tome 64, 2-1988. Évolution des paysages tunisiens au cours du Quaternaire. pp.79-84.

PASKOFF R., SANLAVILLE P.

Oscillations climatiques en Tunisie littorale depuis le dernier Interglaciaire jusqu'au début de l'Holocène
Bulletin de l'Association française pour l'étude du quaternaire - Volume 23 - Numéro 1-2 - 1986. pp. 78-83.

PASKOFF R., SANLAVILLE P.

Les côtes de la Tunisie. Variations du niveau marin depuis le Tyrrhénien
Lyon : Maison de l'Orient et de la Méditerranée Jean Pouilloux, 1983, 192 p. (Collection de la Maison de l'Orient méditerranéen. Série géographique et préhistorique).

PERRODON A. (1957) Etude géologique des bassins néogènes sublittoraux de l'Algérie nord occidentale, Publ. Serv. Carte Géol., Algérie, 12, pp. 343.

RAYNAL R., 1978.

Tectonique et héritages morpho climatiques du Quaternaire Méditerranéen.
Annales de Géographie. 1978, t. 87, n°482. pp. 461-466.

RISER J., 1999. Le Quaternaire, géologie et milieux naturels, DUNOD.

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^{ème} Cong. Panaf. De Préhistoire. DAKAR 144-145.

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

SAADALLAH A., 1975. Aperçu sur la structure du massif d'Alger.1^o Séminaire de Géologie, univ. D'Alger, Alger 5-7juin 1975.

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^{ème} cycle en géologie du Quaternaire, Université d'AIX-Marseille II, Faculté des sciences de Luminy.

TEMANI R., GAALOUL N., JEDOUY Y., ET RAZGALLAH S., 2008.

Les dépôts du Pléistocène supérieur du Cap Bon (Tunisie Nord - Orientale) :
Caractérisation biosédimentologique et évolution spatio-temporelle
Géo-Eco-Trop, 32: 83 - 90

TEULIERES R., 1968. Considérations sur les sols du sahel d'Alger. Ann. Algér. Géographie, Alger janv. Juin 1968, 3^e Ann., n° 5, p 134-142.

TEULIERES R., 1969. Les formations calcaires et les sols rouges du sahel d'Alger
Ann. Algér. Géographie, Alger janv. Juin 1969, 4^e ann. n° 7, p 27-60.

WILDI W., 1983. Revue géographie physique et géologie dynamique vol 2 Fasc 3, p 201-298.

YELLES-CHAUCHE A, BOUDIAF A, DJELLIT H , BRACENE R., 2006. La tectonique active de la région nord-algérienne. C. R. Geoscience 338 (2006) 126–139

Cartes Géologiques Utilisées.

Alger 1/50 000 (A. Aymé 1964), Cheraga 1/50 000 (A. Aymé 1960)

Tipaza 1/50 000 (A. et J. M Aymé 1960).

LISTE DES TABLEAUX

Tab. 1	principales subdivision du quaternaire.....	26
Tab. 2	Proposition présenté par le groupe quaternaire à la commission Internationale des stratigraphies (ICS) en 2009.....	27
Tab.3	Les six bifaces étudiés par F.E Roubet 1969.....	36
Tab.4	répartition du sédiment dans la fraction granulométrique échantillon 1.....	60
Tab.5	répartition du sédiment dans la fraction granulométrique échantillon 2.....	61
Tab.6	répartition du sédiment dans la fraction granulométrique échantillon 3.....	62
Tab.7	répartition du sédiment dans la fraction granulométrique échantillon 4.....	63
Tab.8	répartition du sédiment dans la fraction granulométrique échantillon 5.....	64
Tab.9	répartition du sédiment dans la fraction granulométrique échantillon 6.....	65
Tab.10	répartition du sédiment dans la fraction granulométrique échantillon 7.....	66
Tab.11	répartition du sédiment dans la fraction granulométrique échantillon 8.....	67
Tab.12	répartition du sédiment dans la fraction granulométrique échantillon 9.....	68
Tab.13	répartition du sédiment dans la fraction granulométrique échantillon 10.....	69
Tab.14	les classes granulométriques des formations dunaires.....	72
Tab.15	Les paramètres granulométriques.....	72
Tab.16	Les fractions granulométriques des limons.....	73
Tab.17	Les paramètres sédimentologiques Ain Benian.....	93
Tab.18	Teneurs en carbonates.....	94.
Tab.19	Pourcentages en carbonates coupe B.....	95
Tab.20	Taux des carbonates rochet plat.....	96

LISTE DES FIGURES

Fig. 1 Localisation des zones d'études.....	9
Fig.2 Les unités morpho structurales du sahel occidental d'Alger.....	10
Fig.3 Morphologie du littoral Ouest Algérois.....	12
Fig.4 Le réseau hydrographique.....	14
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).....	19
Fig.7 Schéma structural du sahel occidental d'Alger, à partir de l'image landsat (Tectonique satellitaire).....	23
Fig.8 Description stratigraphique de grottes d'Ain Benian d'après (H.Marchand).....	51
Fig.9 Coupe stratigraphique A de Ain Benian carrière.....	53
Fig.10 Détails de la coupe A (Ain Benian carrière).....	54
Fig. 11 Coupe stratigraphique B de Ain Benian carrière.....	55
Fig.12 Banc calcaire métamorphique à l'extrémité Ouest de la coupe B.....	56
Fig. 13 Contact limons intermédiaire et grés intermédiaire.....	57
Fig.14 Détail de la couche de limons intermédiaires (colluvions).....	57
Fig.15 Coupe B , vue générale.....	58
Fig.16 Grés dunaire inférieures ravinés par les limons rouges intermédiaires.....	59
Fig.17 Courbes cumulative représentative du sédiment de l'échantillon 1.....	60
Fig.18 Courbes cumulative représentative du sédiment de l'échantillon 2.....	61
Fig.19 Courbes cumulative représentative du sédiment de l'échantillon 3.....	62
Fig.20 courbes cumulative représentative du sédiment de l'échantillon 4.....	63
Fig. 21 courbes cumulative représentative du sédiment de l'échantillon 5.....	64
Fig.22 Courbes cumulative représentative du sédiment de l'échantillon 6.....	65
Fig. 23 Courbes cumulative représentative du sédiments de l'échantillon 7.....	66
Fig.24 courbes cumulative représentative du sédiment de l'échantillon 8.....	67
Fig.25 Courbes cumulative représentative du sédiment de l'échantillon 9.....	68
Fig.26 Courbes cumulative représentative du sédiment de l'échantillon 10.....	69

Fig.27 Taux des carbonates coupe A.....	74
Fig. 28 Taux de carbonates coupe B.....	75
Fig.29 Diffractogramme de l'échantillon 6.....	76
Fig.30 Diffractogramme de l'échantillon 8.....	77
Fig.31Lame N°1.....	78
Fig.32 lame N°2.....	79
Fig.33 lame N°3 a.....	79
Fig.34 Gastéropode dans le niveau inférieur de la coupe A Ain Benian carrière.....	79
Fig.35Lame N°3 b.....	80
Fig.36 lame N°4.....	80
Fig.37Lame N°5.....	81
Fig.38Lame N°7.....	82
Fig.39 lame N°8.....	83
Fig.40 Vue générale de la crique du rocher plat.....	84
Fig.41Coupe centrale rocher plat.....	85
Fig.42 substratum marneux.....	86
Fig.43Les grès dunaires inférieurs.....	87
Fig.44 Lumachelle à pétoncles.....	88
Fig.45 surface d'abrasion marine.....	88
Fig.46 Stratigraphie de la coupe rocher platEst.....	89
Fig.47 Intercalation de limons rouges et grès dunaires.....	91
Fig.48 Courbes cumulatives de grès dunaires.....	92
Fig.49 Courbes cumulatives des limons rouges (rocher plat).....	94