

# RAPPORT DE STAGE DE FIN D'ETUDES

Présenté pour obtenir le titre de :  
Licence ès-sciences et Techniques  
Géologie Appliquée aux Ressources Minières

Intitulé :

**Essai de caractérisation sédimentologique  
et stratigraphique de l'intervalle  
Paléocène-Eocène de la région d'Ait Ourir,  
Haut Atlas de Marrakech, Maroc**

Réalisé par : Oussama Belkhaider Youssef Mirrouah

Encadré par: Pr. Abdellah Ait Addi (Faculté des Sciences et Techniques-Marrakech)

Soutenu le : 2/03/2016

Devant le jury composé de :

- Pr. Ait Addi A.
- Pr. Chafiki D.
- Pr. El Ghorfi M.

Année universitaire : 2015-2016

# Dédicaces

Nous dédions ce mémoire à :

*A nos parents. Aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que vous méritez pour tous les sacrifices que vous nous avez cessés pas de nous donner depuis notre naissance, durant notre enfance et même à l'âge adulte. Veuillez trouver dans ce modeste travail notre reconnaissance pour tous vos efforts.*

*A tous les membres de nos familles et nos proches, petits et grands. Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que nous avons toujours eu pour vous tous.*

*A nos chers amis, En témoignage de l'amitié qui nous unit et des souvenirs de tous les moments que nous avons passé ensemble, nous vous dédions ce travail et nous vous souhaitons une vie pleine de santé et de bonheur.*

# Remerciement

*Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.*

*En second lieu, nous tenons à remercier notre encadrant **Pr. Abdellah Ait Addi** pour ses précieux conseils et son aide durant toute la période du travail. Nous avons eu le privilège de travailler parmi vos encadrés et d'apprécier vos qualités et vos valeurs. Votre sérieux, votre compétence et votre sens du devoir nous ont énormément marqués.*

*Nous tenons à remercier **Pr. Daoudi** le responsable du laboratoire de Géosciences et Environnement, Département des sciences de la Terre, pour nous avoir permis de travailler et d'utiliser les différents matériels indispensables pour rédiger ce mémoire.*

*Ces remerciements vont également au corps professoral et administratif du département des sciences de la terre à la FST de Marrakech pour la richesse et la qualité de leur enseignement et qui déploient de grands efforts pour assurer à leurs étudiants une formation actualisée.*

*Nous tenons à remercier Finalement, toute personne qui a participé de près ou de loin à l'exécution de ce modeste travail.*

*Nous tenons à remercier, **Mr Sabir Soufyane** le modeste doctorant chercheur géologue, pour son soutien et ses orientations bien ciblées.*

## Résumé

A l'échelle mondiale la limite Paléocène-Eocène P/E (- 55 Ma) représente un des meilleurs exemples géologiques pour comprendre les changements majeurs à différentes échelles de temps qui s'imbriquent les uns dans les autres. Le présent travail porte sur la caractérisation sédimentologique et stratigraphique du Paléocène-Eocène de la région d'Ait Ourir. Pour arriver à cet objectif plusieurs techniques et approches ont été utilisées : étude de terrain (levé d'une coupe géologique et définition de macrofaciès) et analyses au Laboratoire : confection de lames minces (observations microscopiques et définition de microfaciès), calcimétrie (évaluation du taux de  $\text{CaCO}_3$  dans les roches et essai d'interprétation de son évolution), examen et tri de la microfaune, étude granulométrique des sédiments .... Cette étude nous a permis de découper l'intervalle Paléocène-Eocène en quatre cycles transgressif/régressif (T/G) de deuxième ordre formés par des dépôts marins peu profonds très diversifiés de point de vue lithologique. Cette diversité pourra être expliquée par les variations du taux de sédimentation, de l'hydrodynamisme, de la température de l'eau, auxquelles s'ajoutent les changements climatiques reconnus à cette époque à l'échelle mondiale. L'analyse paléontologique révèle une raréfaction voire même l'absence de marqueurs biostratigraphiques permettant une datation fiable et précise de cet intervalle.

## Sommaire

INRORODUCTION .....	7
<b>Chapitre I : Contextes Géologique et Géographique .....</b>	<b>9</b>
I. Cadres géographique et géologique :.....	10
1. Situation géographique : .....	10
2. Cadre géologique :.....	11
a. Les unités lithostratigraphiques :.....	11
3. Cadre structural :.....	15
<b>Chapitre II : Matériels et Méthodes.....</b>	<b>18</b>
I. Introduction .....	19
1. Les travaux de terrain : .....	19
2. Les travaux de Laboratoire: .....	20
a) La confection des lames minces .....	20
b) Le tri de la microfaune :.....	23
c) La calcimétrie : .....	23
d) L'analyse granulométrique.....	24

<b>Chapitre III : Description lithostratigraphique.....</b>	<b>26</b>
I. Introduction : .....	27
II. Description lithostratigraphique .....	27
<b>Chapitre IV : Description des faciès et analyse séquentielle .....</b>	<b>36</b>
I. Introduction : .....	37
1. Classification de Folk (1959) (Fig.9) : .....	37
2. La classification de Dunham (1982):.....	38
II. Description des faciès .....	41
III. Essai d'analyse séquentielle .....	49
IV. Dosage de CaCo <sub>3</sub> et analyse granulométrique des sédiments.....	49
Conclusions Générales .....	51
LISTE DES REFERENCES .....	52

## INTRODUCTION

Les cuvettes d'Ait Ourir sont adossées aux premiers escarpements triasiques du Haut-Atlas de Marrakech. Leur remplissage sédimentaire est attribué essentiellement au Méso-Cénozoïque. Sur les bordures ces dépôts reposent en discordance nette sur une série triasique très développée (Ferrandini et Ferrandini 1984). Tout au long de la bordure nord haut-atlasique, au sud de Marrakech, la sédimentation argilo-carbonatée et phosphatée de l'intervalle paléocène-éocène, montre une analogie à l'affleurement en termes de composantes lithostratigraphiques simples. La compréhension des processus sédimentaires permet par contre, de dégager une grande hétérogénéité à toutes les échelles (Aigner et al. 1999). En progressant, des particules aux corps sédimentaires puis aux séquences de dépôt, il devient possible de caractériser cette hétérogénéité et de lui donner un sens dynamique et environnemental (Einsele 1992). Sur la bordure nord du Haut Atlas de Marrakech, les niveaux paléogènes correspondent à des dépôts marins peu profonds voire littoraux et lagunaires.

Dans le présent mémoire nous présentons un essai de caractérisation sédimentologique et stratigraphique de l'intervalle Paléocène-Eocène P/E (- 55 Ma). Nous avons choisi cette limite car elle représente un des meilleurs exemples géologiques pour comprendre des changements majeurs, à différentes échelles de temps qui s'imbriquent les uns dans les autres. Aussi, à l'échelle du Haut Atlas de Marrakech, cette limite est mal datée et peu de travaux ont traité cette problématique.

Pour arriver à nos objectifs, plusieurs approches et méthodes ont été utilisées (cf. Chap. 2). L'interprétation des données et des résultats obtenus nous ont permis de :

- Définir les différents lithofaciès et microfaciès de l'intervalle ici considéré
- Définir et caractériser les différents milieux de dépôt
- Établir un essai de caractérisation séquentielle des dépôts



# Chapitre I : Contextes Géologique et Géographique

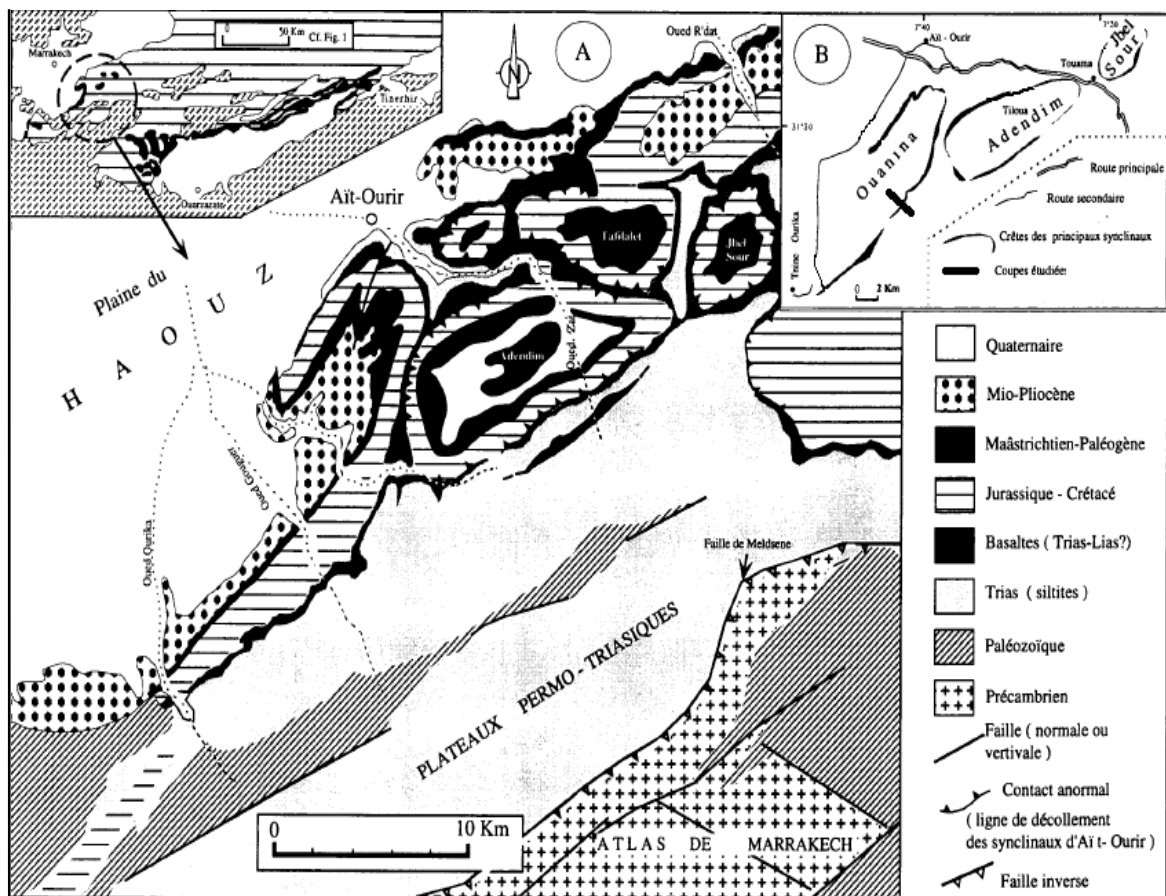
---

# Chapitre I : contextes géologique et géographique

## I. Cadres géographique et géologique

### 1. Situation géographique

Le secteur étudié est situé sur le versant nord du Haut Atlas de Marrakech dans la région des cuvettes d'Ait Ourir. Cette région est localisée sur la bordure nord de l'Atlas de Marrakech et appartient aux zones géologiques septentrionales de Morret (1930). Elle est située à environ 50 km au sud-est de Marrakech et limitée au Nord par la bordure sud de la plaine du Haouz, au sud par des plateaux permo-triasiques, à l'ouest par l'Oued Ourika et à l'Est par l'Oued R'dat (Fig. 1).



**Figure 1 : la région d'Ait-Ourir (versant nord du Haut-Atlas de Marrakech)**  
A : Carte géologique simplifiée (compilation des travaux de Moret (1932), Proust (1961), Ferrandini et Le Marrec (1982), B : Situation géographique des coupes étudiées

L'aspect morphologique de la région d'Ait Ourir est souligné par des reliefs assez marqués, incurvés en arcs d'ellipses sous forme de crêtes allongées et de directions NE-SW à E-W. Ce paysage donne à la région son originalité en y dessinant des cuvettes avec des altitudes de 900 à 1100 mètres, correspondant à des synclinaux perchés, séparés par des anticlinaux érodés où les Oueds ont entaillé leurs lits.

## **2. Cadre géologique**

### **a. Les unités lithostratigraphique**

Les dépôts étudiés correspondent à une série marine qui repose partout sur une formation rouge laguno-continentale à gypse dite sénonienne. Sur le versant nord de l'Atlas de Marrakech, ces dépôts peuvent être ravinés et surmontés en discordance par une autre formation rouge conglomératique rapportée au Néogène (Marzoqi 2001; Fig. 2).

D'une région à l'autre, les limites stratigraphiques inférieures de cette série marine ne sont pas bien définies dans l'ensemble des travaux antérieurs et sont encore un sujet de controverses. A l'intérieur de cette pile stratigraphique, les limites des différents étages ne sont pas bien définies puisque ces dépôts ne renferment que des fossiles, en grande partie, de faciès tels que des lamellibranches et des gastéropodes, parfois quelque débris de vertébrés.

L'histoire du paléogène de la région d'Ait Ourir fait partie de celle des grands bassins phosphatés marocains. La paléogéographie de ces derniers a été relativement difficile à établir, du fait que l'on n'observe que des limites d'affleurements de la sédimentation phosphatée, et qu'une grande partie des dépôts disparaît en profondeur sous les terrains quaternaires.

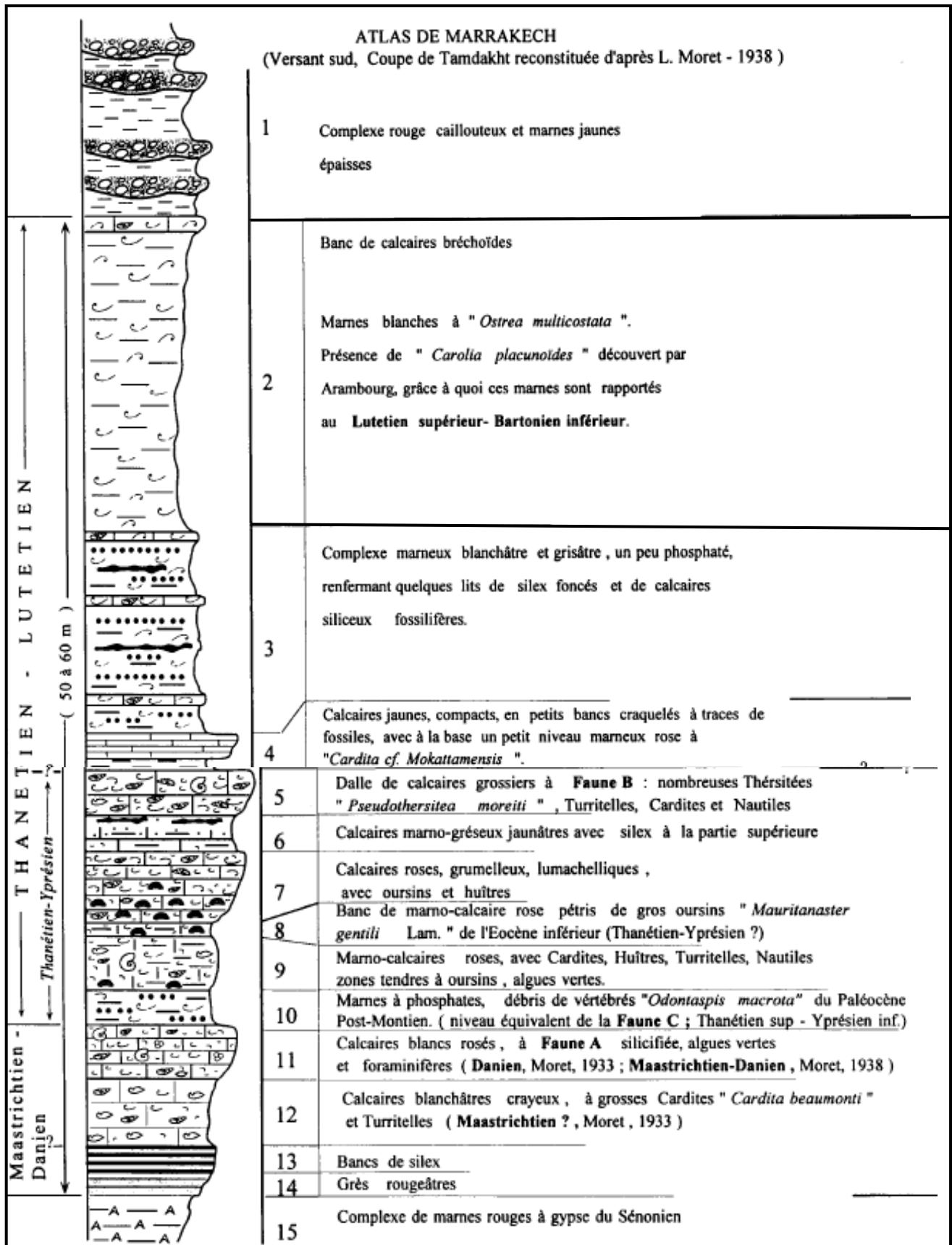
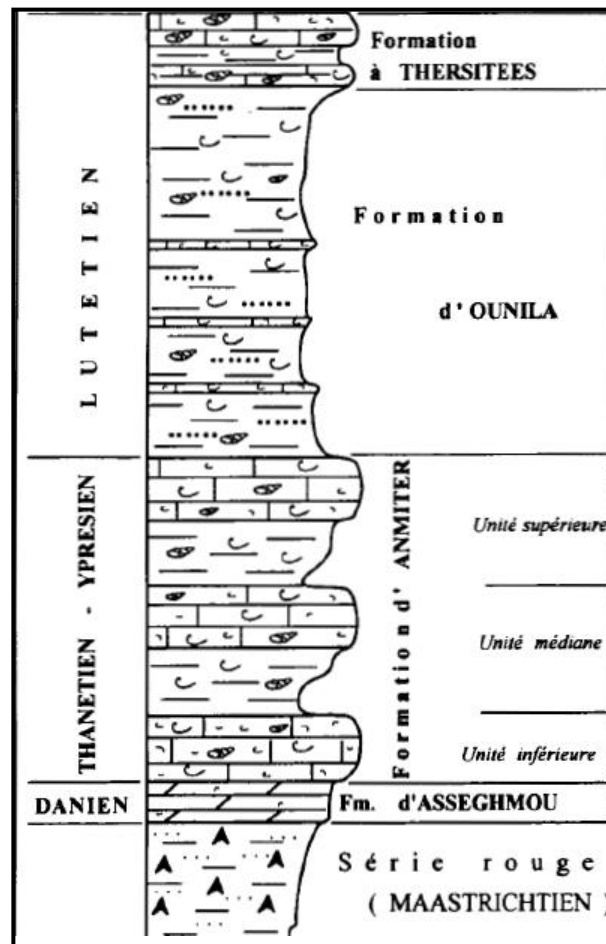


Figure 2 : les dépôts du Crétacé terminal-Paléogène de l'Atlas de Marrakech (d'après Moret (1938) et Roch (1939))

Dans notre secteur d'étude, la série cénozoïque repose sur une formation rouge détritique de siltites et de marnes à gypse attribuée au Sénonien (Roch 1930, 1950; Moret 1930, 1931). Les dépôts marins post-sénoniens sont subdivisés en plusieurs formations lithostratigraphiques et sont rapportés à un cycle transgressif-régressif (Maastrichtien-Lutézien) nommé Groupe subatlasique par Herbig (1986) et Trappe (1989). Les dépôts de même âge du versant nord de l'Atlas de Marrakech, qui s'étendent du sud d'Amzmiz à l'Ouest jusqu'au Jebel Sour (dans la région d'Ait Ourir) à l'Est englobent les formations suivantes : *Asseghmou*, *Anmiter*, *Ounila* et la barre à *Thersitées* (Fig. 3).



**Figure 3 : les dépôts du Crétacé terminal-Paléogène du Haut-Atlas de Marrakech (D'après Herbig et Trappe 1986 – 1991)**

**La Formation d'Asseghmou** : épaisse de 1,5 à 8 m, est formée de dolomies et de calcaires silteux à rares bioclastes, quartz néoformé, pseudomorhoses d'anhydrites, intraclastes et brèches, et niveaux silteux fragmentés. Sa limite inférieure est rapportée aux premiers niveaux gris verdâtres ou blancs qui reposent sur le sommet de l'épaisse série rouge du Sénonien Gauthier (1952, 1957). Elle se termine au-dessous des premiers bancs carbonatés marins transgressifs de la formation d'Anmiter. Cette même formation correspond aux calcaires blanchâtres et crayeux à grosses cardites rapportées au groupe de la *Cardita Beaumonti d'Arch* du crétacé tout à fait supérieur (Moret 1938; Fig. 3), puis à *Cardita coquandi Loc.* du paléocène inférieur (Salvan 1954, 1956). Les mêmes Cardites retrouvées à Ouanina sont situées au-dessous d'une discontinuité majeure qui met fin à un système sédimentaire inférieur d'âge maastrichtien (Marzoqi et al. 1996; Marzoqi et Pascal. 2000).

**La Formation d'Anmiter**: son épaisseur varie de 10 à 65 m, est formée par trois unités de calcaire bioclastique séparées par des marnes fossilifères (Fig. 3). Cependant, dans certaines localités (notamment vers l'Ouest), les deux dernières unités calcaires (médiane et supérieure) peuvent être complètement marneuses et sera alors difficile de les différencier de la formation sus-jacente d'Ounila. Dans notre secteur d'étude, il s'agit de dépôts du passage Paléocène-Eocène dont nous essayons de donner les caractéristiques sédimentologiques et environnementales dans le présent mémoire.

Sur la base des travaux de Moret (1938), Gauthier (1957), Herherbig (1986), et des corrélations avec la charte des variations eustatiques de Haq et al. (1987), Trappe (1991) rapporte les trois unités respectivement au Danien supérieur-Thalésien inférieur (unité inférieure), Thanétien (unité médiane) et Yprésien (unité supérieure) sans qu'il soit possible, d'après l'auteur, de fixer

exactement leur limite. Ces mêmes âges ont été adoptés par Marzoqi et al. (1996) et par Marzoqi (2001) pour les mêmes unités de la région d'Ait Ourir.

**La Formation d'Ounila:** elle correspond à 80 mètres de marnes sableuses phosphatées, très fossilifères, intercalées de niveaux minces de carbonates bioclastiques, et localement de sables phosphatés ou de phospharénites meubles (Marzoqi 2001; Fig. 3). Selon Salvan (1986) l'âge de la formation d'Ounila pourrait être Lutétien supérieur. Cette datation a été basée sur la présence de mollusques *Carolia placunoides* (Arambourg 1937) dans les marnes de cette formation.

**La Formation à Thersités:** elle est conservée uniquement en certains endroits où son épaisseur peut parfois atteindre 20 mètres (Marzoqi 2001; Fig. 3). Elle correspond à des calcaires bioclastiques à fragments de mollusques, avec au sommet des faciès dolomitiques, des lithoclastes, des galets et des traces probables de nodules de gypse dissout. L'ensemble de ces dépôts est rapporté en partie à l'Eocène supérieur (Salvan 1986).

Cependant, l'absence de marqueurs biostratigraphiques fiables rend difficile la datation précise des deux formations à Thersités et d'Ounila. C'est pourquoi elles ont été attribuées sans aucune précision au Lutétien (Moret 1938; Gauthier 1957; Trappe 1991).

### **3. Cadre structural**

Les mouvements embryonnaires de la tectogenèse atlasique auraient débuté dès le Sénonien (Laville 1985), et correspondent à la phase dite anté-maastrichtienne (Choubert et Salvan 1949).

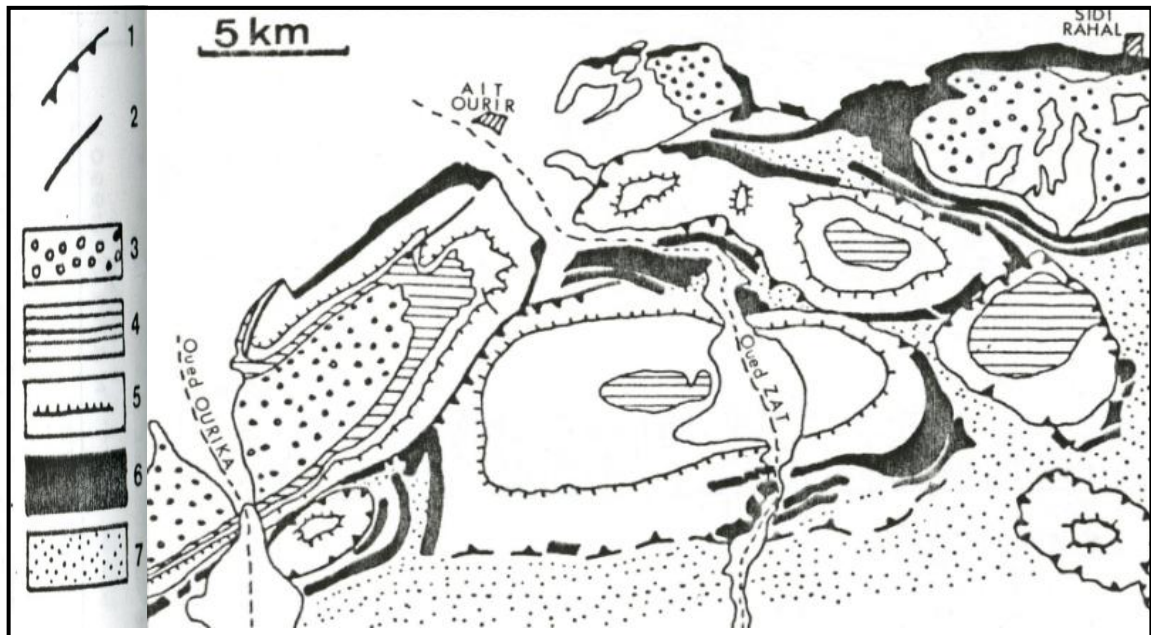
La structure actuelle du Haut-Atlas est le résultat d'un jeu de failles inverses lors des mouvements tectoniques récents (Huvelin 1973) :

- Mouvements anté-Mio-Pliocène
- Mouvements post-Mio-Pliocène
- Mouvements pléistocène

Entre la plaine Haouz de Marrakech et la montagne, s'est formée la «zone des cuvettes de l'Atlas» qui s'étend depuis Aït Ourir (cuvettes d'Adendim, Tasghimoute, Jbel Sour, Ouanina ....) jusqu'à Demnate. Ces cuvettes sont le résultat des plissements doux de la couverture souple sur le socle rigide (Moret 1930), et datent essentiellement de la phase atlasique éocène (Dresch 1941).

Dans la région d'Aït Ourir, la couverture jurassique à paléogène est allochtone suite à des glissements contemporains ou postérieurs aux dépôts Mio-Pliocène, les déformations sont concentrées dans les niveaux incompetentes, il y a donc glissement sans grand chevauchement et pas de raccourcissement au sens habituel du terme. Ceci implique que les unités se sont déplacées sur les argiles et basaltes préalablement mis à nu par l'érosion mio-pliocène. Ce ne sont que des lambeaux de couverture qui ont glissé. On constate aussi dans chaque unité, le rabotage croît du SSE au NNW (Dresch 1941) et que corrélativement, les lambeaux de basalte sont préférentiellement rassemblés au SSE (Huvelin 1973). Ces observations témoignent d'un déplacement vers le NNW (Fig. 4). On admet que ces glissements ont été amorcés par les mouvements inverses des failles qui ont érigé la haute chaîne mais qu'ils se sont ensuite poursuivis par la gravité.





**Figure 4 : carte géologique simplifiée de la zone des cuvettes d'Ait-Ouirir**  
**Légende :** 1 : faille inverse ; 2 : faille normale ; 3 : Mio-pliocène ; 4 : Eocène ;  
 5 : corniche du Turonien ; 6 : basaltes ; 7 : siltites

## Chapitre II : Matériels et Méthodes

---

## **Chapitre II : Matériels et Méthodes**

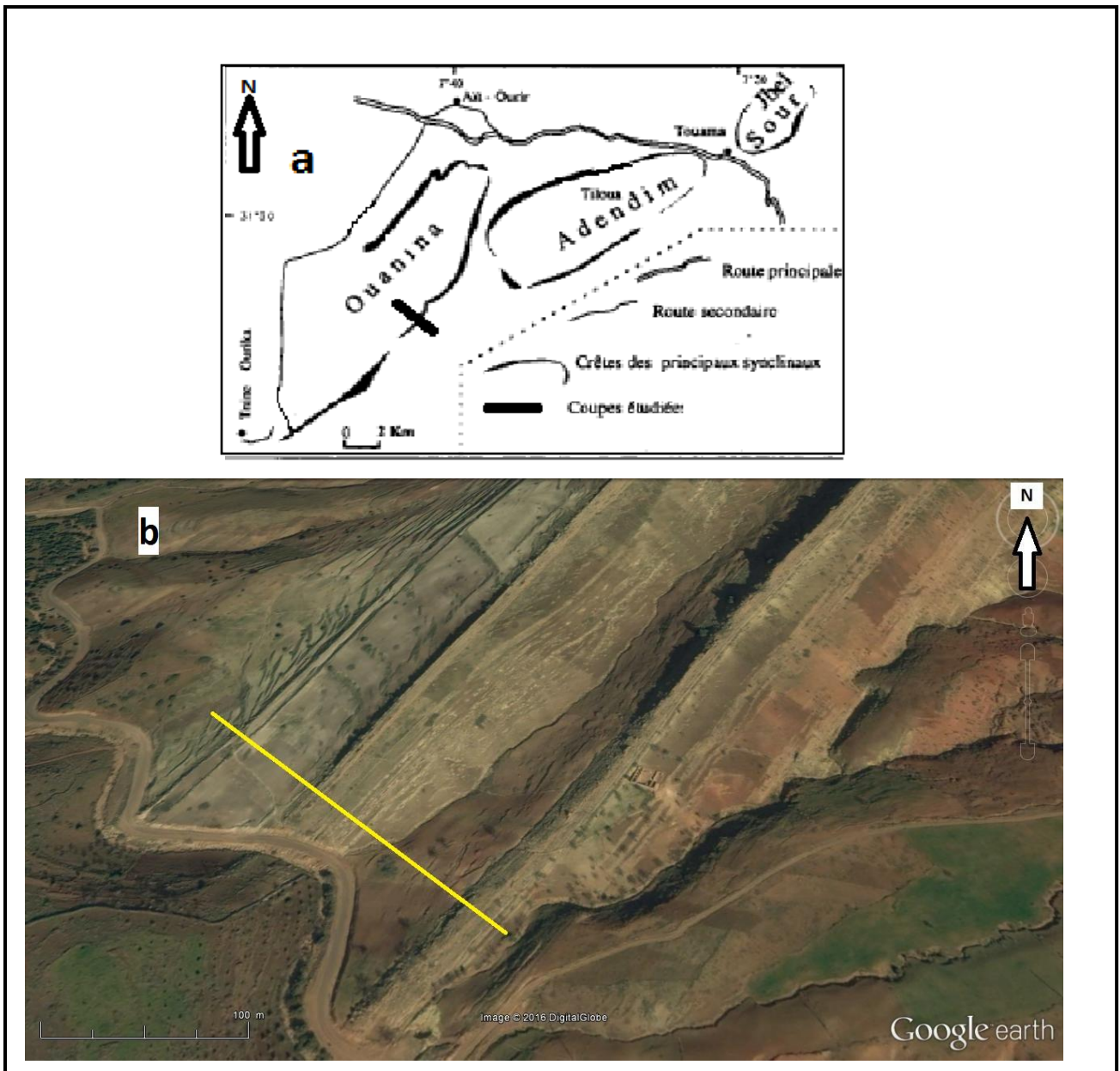
### **Introduction**

Les résultats exposés dans ce mémoire sont le fruit de plusieurs approches et techniques d'études aussi bien appliquées sur le terrain qu'au Laboratoire de Géosciences et Environnement, Département des Sciences de la Terre, Faculté des Sciences et Techniques de Marrakech.

#### **1. Les travaux de terrain**

Ils concernent le levé d'une coupe géologique dans la région d'Ait Ourir (coupe d'Ouanina). Ce travail consiste à lever en détail banc par banc (description, mesure des épaisseurs, récolte des échantillons ...) une coupe géologique située sur le flanc sud du synclinale de Ouanina (Fig. 5). Sur la base des observations macroscopiques nous avons établi un log lithostratigraphique relatif à l'intervalle Maastrichtien-Paléocène épais d'environ 170 mètres (Fig. 5). Les travaux de terrain ont duré une semaine.

Tout au long de la coupe nous avons identifié les différents facies lithologiques, et les figures et structures sédimentaires. Aussi, nous avons analysé la géométrie des corps sédimentaires et les discontinuités entre les différents bancs. Un ensemble de 40 échantillons frais non altérés ont été récoltés pour les analyses au Laboratoire, Chaque échantillon est numéroté et noté sur le log lithostratigraphique.



**Figure 5 : localisation de la coupe étudiée.**

*a- plan montrant la localisation de la coupe sur le flanc sud du synclinal de Ouanina  
(Coordonnées GPS : X : 31° 25' 52,16" N Y : 7° 41' 45,84" W)*

*, b-image satellitaire qui montre une vue générale de la coupe d'Ouanina*

## **2. Les travaux de Laboratoire**

Au laboratoire plusieurs analyses ont été effectués afin d'analyser et caractériser les faciès du passage Paléocène-Eocène du secteur d'étude.

### **a) La confection des lames minces**

Les roches dures (calcaires, dolomies ...) nécessitent la confection de lames minces afin de les examiner à l'aide de microscope optique pour identifier leurs

contenus (lithologique et paléontologique) et définir leurs textures. Environ 30 lames minces ont été préparées dans l'atelier de confections des lames minces de Département des Sciences de la Terre. On résume les principales opérations au-dessous (Pl. I) :

- Le sciage de l'échantillon à la scie diamantée (Pl. I, Ph. a) cette opération nous permet d'avoir des petits morceaux de roches à formes rectangulaires (sucres ou talons).
- Le polissage de la surface destinée à coller sur la lame de verre en utilisant la rodeuse (Pl. I, Ph. f).
- Le rodage des lames de verre à l'aide du tasseau (Pl. I, Ph. c).
- Le collage de l'échantillon sur la lame de verre (Pl. I, Ph. d).
- Le sciage de la préparation à environ 2 mm en utilisant la microscie (Pl. I, Ph. e).
- Ramener l'épaisseur du reste du talon arasé à 100  $\mu\text{m}$  en utilisant la rectifieuse (Pl. I, Ph. b).
- La couverture ou le polissage de la préparation.

Ensuite on passe à l'étape de contrôle au microscope, cette étape consiste à déterminer les différents constituants d'un calcaire en lame mince : les grains (éléments figurés), la matrice (la boue qui s'est infiltrée entre les grains, pendant le dépôt), le ciment (la calcite ou l'aragonite qui précipite entre les grains après le dépôt) et la porosité (qui peut être remplie d'eau, d'air ou d'hydrocarbures).

Nous avons utilisé la classification de Dunham (1982) pour la classification texturale des dépôts. Elle donne des estimations sur le degré d'énergie (basse ou haute énergie). Nous avons utilisé aussi la nomenclature de Folk (1959) essentiellement basée sur la nature du ciment (orthochèmes) et sur la nature des éléments figurés (allochèmes).



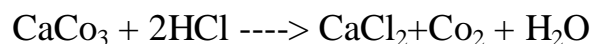
**Planche I : (a) la scie diamantée, (b) la rectifieuse, (c) le tasseau, (d) collage à l'aide l'araldite (adhésif spéciale), (e) la microscie, (f) la rodeuse**

## **b) Le tri de la microfaune**

Les sédiments meubles ont fait l'objet de lavage et tamisage sous l'eau à l'aide de quatre tamis de mailles : 1 mm, 250 µm, 125 µm et 65 µm. La fraction fine a été récupérée pour une éventuelle analyse des argiles. Les refus obtenus dans chaque tamis est récupéré dans un bûcher ensuite séché à l'air libre ou à l'étuve. Par la suite, chaque refus a fait l'objet d'un tri de la microfaune à l'aide d'une loupe binoculaire. Cette technique a été effectuée sur 15 échantillons de sédiments meubles.

## **c) La calcimétrie**

Cette analyse consiste à déterminer le pourcentage de CaCO<sub>3</sub> contenu dans les échantillons récoltés. Cette analyse est faite par le Calcimétrie de Bernard (Fig. 6). Elle se base sur le comportement du carbonate de calcium vis-à-vis l'acide chlorhydrique dilué selon la réaction ci-après. Le volume de CO<sub>2</sub> dégagé est mesuré dans un tube gradué étanche, par la variation de niveau d'une colonne d'eau saline. L'attaque se fait selon la réaction suivante :

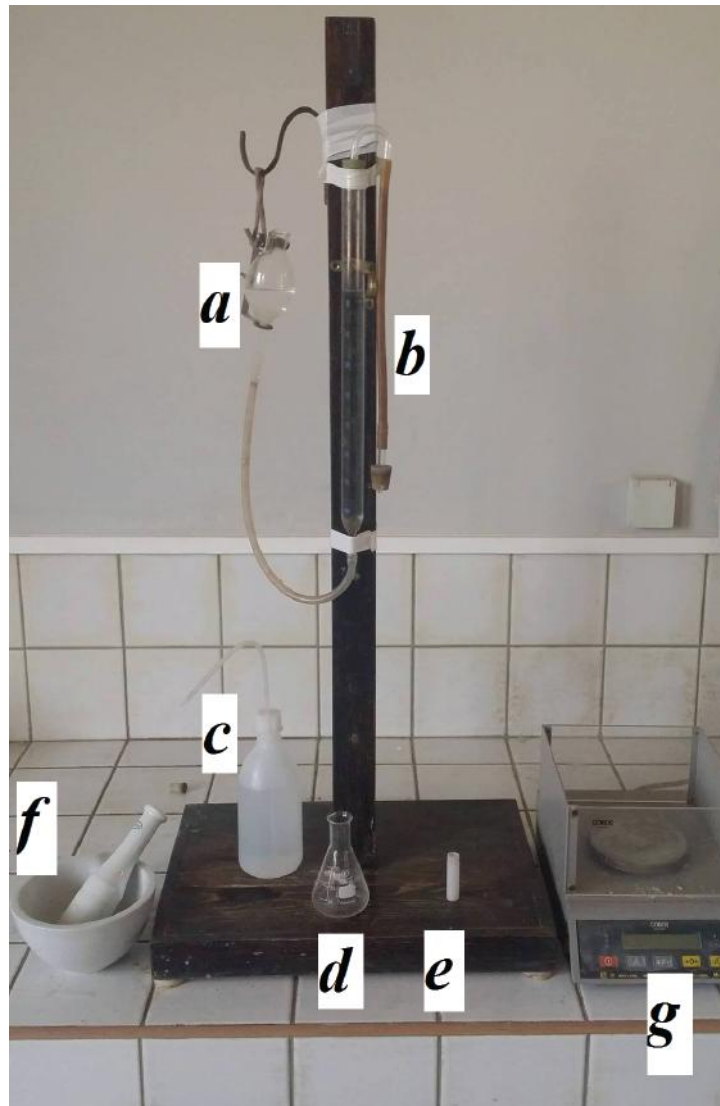


Le pourcentage de CaCO<sub>3</sub> compris dans l'échantillon est calculé selon la formule suivante : %CaCO<sub>3</sub> = K x ΔV / M

Avec :

ΔV: volume dégagé V<sub>2</sub>\_V<sub>1</sub> (ml), M: masse en g et K: 0.432





**Figure 6 : Calcimétrie Bernard**

**Légende :** (a) ampoule, (b) un tube gradué de 100 cm<sup>3</sup>, (c) pissette (HCl), (d) erlenmeyer de 100 cm<sup>3</sup>, (e) tube à essai plastique (HCL), (f) mortier en porcelaine (broyage), (g) Balance électronique

### **d) L'analyse granulométrique**

L'analyse granulométrique (étude de la fréquence des différentes tailles) est réalisée selon deux différentes approches basées sur des principes physiques bien établis en sédimentologie. Estimation granulométrique à l'œil nu sur le terrain et analyse granulométrique par la granulométrie laser au Laboratoire.

L'analyse par la granulométrie laser se base sur le principe que les particules d'une taille donnée diffractent le laser dans un angle qui est inversement proportionnel à leur taille (Mccave et Syvitski 1991).



Deux appareils fonctionnent selon ce principe au laboratoire, soit le Compteur de particule Spectre, basé sur les approximations de Fraunhofer et le Granulométrie au laser Horiba, basé sur les équations de Mie. Le premier permet l'analyse des sédiments dont les particules ont un diamètre se situant entre 7 et 100  $\mu\text{m}$ , le second permet l'analyse d'un éventail plus large, soit la mesure des diamètres compris entre 0,01 et 3000  $\mu\text{m}$ . La méthode répond aux exigences ISO et ASTM, normalisant l'utilisation de la diffraction du laser pour l'analyse granulométrique des sédiments (Fig. 7).



**Figure 7 : Granulomètre laser type Horiba**

## Chapitre III : Description lithostratigraphique

---

## Chapitre III : Description lithostratigraphique

### I. Introduction

La coupe de référence que nous décrivons, est située dans la région des cuvettes d'Ait Ourir, à 50 km au sud-est de la ville de Marrakech. Elle a été levée sur le versant sud du synclinal de Ouanina près du village de Iguerferouane (Latitude : 31.43116 ; Longitude : -7.69607) (Tab. 1). La série sédimentaire d'âge maastrichtien-paléogène s'étend sur une puissance totale d'environ 175 m et fait partie du faciès de bordure, de la zone nord subatlasique.

**Tableau 1 : les informations de la coupe d'Ouanina**

Nom	Age	Limite inf.	Limite sup.	Coordonnées	épaisseur
Ouanina	Paléocène-Eocène	Maastrichtien-Danien	Mio-pliocène	X : 31,43116 Y : 7,69607	175 mètre

### II. Description lithostratigraphique

La coupe a été levée d'une manière détaillée banc par banc. Ce travail consiste en la description macroscopique des faciès (lithologie et figures et structures sédimentaires ...), la mesure des épaisseurs, la récolte des échantillons, ainsi que l'analyse séquentielle et la caractérisation des grands ensembles litho-stratigraphiques (Fig. 8).

Formation	Unité	Epaisseur	Lithologie	Structure sédimentaire et fossile	Description	
Ensemble III ( Formation d'Ouanila et Therstités)	U2	180 m	O40		calcaire lumachellique très bioclastique. intercalation marneuse de couleur grisâtre sous forme de plaquette.	
	U1	170 m			calcaire lumachellique lithoclastique moins bioclastique a la base et tres bioclastique au sommet.	
		160 m			marnes calcaires.	
			150 m	O35		marnes grisâtres et verdâtres avec la présence des petites barres de calcaires centimétriques blanchâtres avec une structures sédimentaires identifiables sont surtout à stratification planes.
Ensemble II (Formation d'Anmitter)	U4	100 m	O30		calcaire dolomitisé gréseux riches en lithoclastes. calcaires blanchâtres très bioclastiques et fossilifères.	
	U3	90 m			marnes grisâtres et verdâtres avec des structures de forme en plaquettes.	
		80 m	O25			calcaires lumachelliques riches en débris des bivalves, gastéropodes et des huitres. calcaire noduleux lithoclastiques. calcaire massif riche en lithoclastes. intercalation marneux grises.
	U2	70 m	O20			petite intercalation marneuse. calcaire litée.
		60 m	O15			calcaire noduleux bioclastiques et lithoclastiques riches en quartz et éléments de dépôt de remaniement. calcaire massif riches en bioclastes et gastéropodes, à bioturbation de terrier.
	U1	50 m	O10			calcaire noduleux lithoclastiques et bioclastiques. barre de calcaire détritique dans les premiers centimètres riches en bioclastes et en quartz. marnes et argiles verdâtres. calcaires jaunâtres et blanchâtres.
		40 m				complexe marno-argileux.
	Ensemble I (F. d'Asseghmou)	U1	30 m			argile silteuse. marnes grisâtres et verdâtres.
20 m			O5		barre de calcaires gréseux. argiles et silts.	
		10 m			calcaire a structures noduleux.	
			O1		calcaire massif blanchâtre sans structure visible. dolomie sous forme des boules.	

**Figure 8 : coupe lithostratigraphique d'Ouanina, Région d'Ait-Ourir**

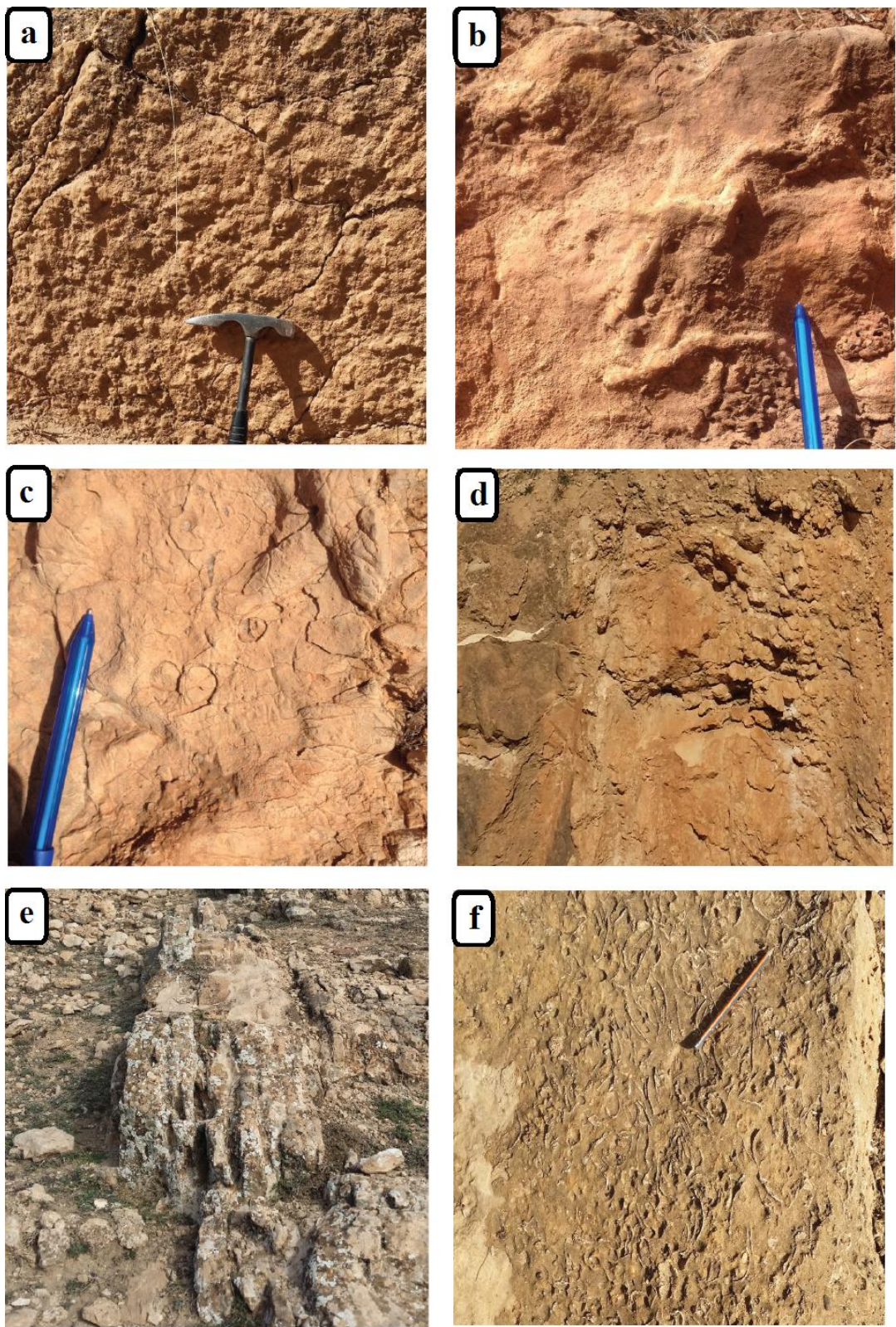
Dans le secteur étudié les formations du Maastrichtien-Paléogène sont bien développées et facilement reconnues. Cependant, dans quelques endroits, elles sont cachées ou altérées. L'organisation de la série reflète une évolution en 3 grands ensembles sédimentaires correspondant aux formations d'Asseghmou, Anmiter, Ouanila, et formation à Thersités déjà définies dans l'intervalle Maastrichtien-Paléogène (Marzoqi 2001). De la base au sommet de la série montre:

**Ensemble I:** correspond à la formation d'Asseghmou (Fig. 8), c'est une barre de calcaires dolomitiques (23 m). Il surmonte en nette discordance les dépôts rouges à gypse d'âge Sénonien. Il montre des bancs calcaires, calcaires dolomitiques métriques et dolomies silteuses à *Nautilus* et lamellibranches du genre *Cardites*. L'ensemble démarre par 2 m des calcaires blanchâtres et jaunâtres qui présentent des structures d'origines diagénétiques (figures de charge (Pl. II, Ph. a) et d'origines biologiques (bioturbation (Pl. II, Ph. b)). La base de cet ensemble est marquée aussi par des niveaux karstiques. Le reste de l'ensemble est formé par les unités suivantes :

- 5 m de dolomies sous forme lenticulaires à gastéropodes (Pl. II, Ph. c).
- 14,5 m de calcaire massif blanchâtre sans structure visible.
- 1,5 m de calcaire a structures noduleuses

Il s'agit d'un ensemble à sédimentation dominée par des dolomies massives sans structures sédimentaires visibles et peu de fossiles.





**Planche II : (a) figure de charge, (b) bioturbation, (c) dolomies (a) gastéropodes, (d) calcaire noduleux, (e) calcaire litée, (f) calcaire lumachellique**

**Ensemble II:** Similaire à la formation d'Anmiter et composé de quatre unités (Fig.8).

*Unité 1 (U1) : Argilo-marneuse (25 m)*

C'est une unité à dominance d'argiles et de silts. Il s'agit d'une succession de dépôts silicoclastiques fins, montrant de bas en haut:

- 2 m d'argiles et silts rouges
- 1,5 m une barre de calcaire silteuses ou gréseux
- 7 m de marnes grises et verdâtres
- 10 m d'argiles et silts rouges
- Cette unité se termine par 3 m de complexe marno-argileux

*Unité 2 (U2) : Calcaire-marneux (28,6 m)*

C'est une unité essentiellement carbonatée, elle forme des bancs calcaires diversifiées et des intercalations marneux et argileux. Les différents termes carbonatés s'organisent soit en bancs massif soit en nodules. Elle commence par un calcaire jaunâtre et blanchâtre de base d'une épaisseur de 2,5 m et surmonté de :

- 4 m complexe marne et argile verdâtre.
- 4 m une barre de calcaire détritique dans les premiers centimètres riches en bioclastes et en quartz, et qui présente un aspect sous forme des boules.
- 2 m de calcaire noduleux lithoclastiques et bioclastiques (Pl. II, Ph. d).
- 4 m calcaire massif riche en bioclastes et gastéropode, à bioturbation de terrier
- 1 m calcaire noduleux bioclastique et lithoclastiques riche en quartz et élément de dépôt de remaniement.
- 1 m calcaire non noduleux s bioclastique et lithoclastiques
- 3 m calcaire noduleux bioclastiques.
- 1 m Calcaire blanchâtre lité (Pl. II, Ph. e).
- 0,4 m petite intercalation marneuse
- 0,5 m petite barre de calcaire silteuses ou gréseux
- 1 m intercalations marneuses grises



- 2,2 m calcaire massif riche en lithoclastes.
- 1 m calcaire noduleux lithoclastiques.
- 1 m calcaire lumachellique riche en débris des bivalves, gastéropodes et des huitres. (Pl. II, Ph. f)

Les bancs calcaires, bioclastiques et lithoclastiques, clairs et épais, ont été déposés pendant des périodes de vive-eau, par des courants de forte énergie.

*Unité 3 (U3)* : marneuse et épaisse d'environ 20 m elle est formée principalement de marnes grisâtres (10 m) et verdâtres (10 m) avec des structures de forme en plaquettes. Il s'agit d'une zone d'intercalation entre 2 unités de calcaire bioclastiques (unités 3 et 5).

*Unité 4 (U4) : Calcaire bioclastique (12 m)*

Elle contient des bancs calcaires métriques qui présentent des structures sédimentaires différentes. De bas en haut, les termes suivants se succèdent :

- 1 m de calcaire blanchâtres très bioclastique et fossilifères.
- 4 m de calcaire dolomitisme gréseux riches en lithoclastes (Pl. III, Ph. a).
- 3 m de calcaire bioclastiques sous forme des blocs éboulés riches avec des fossiles bien conservées. (Pl. III, Ph. b et c)
- 2 m barre de calcaire très bioclastiques très fossilifères, l'ensemble sous une forme des grands blocs fracturés. (Pl. III, Ph. d)

**Ensemble III** : correspond à la formation de Ounila et Formation à Thersités et subdivisée en deux unités (Fig. 8).

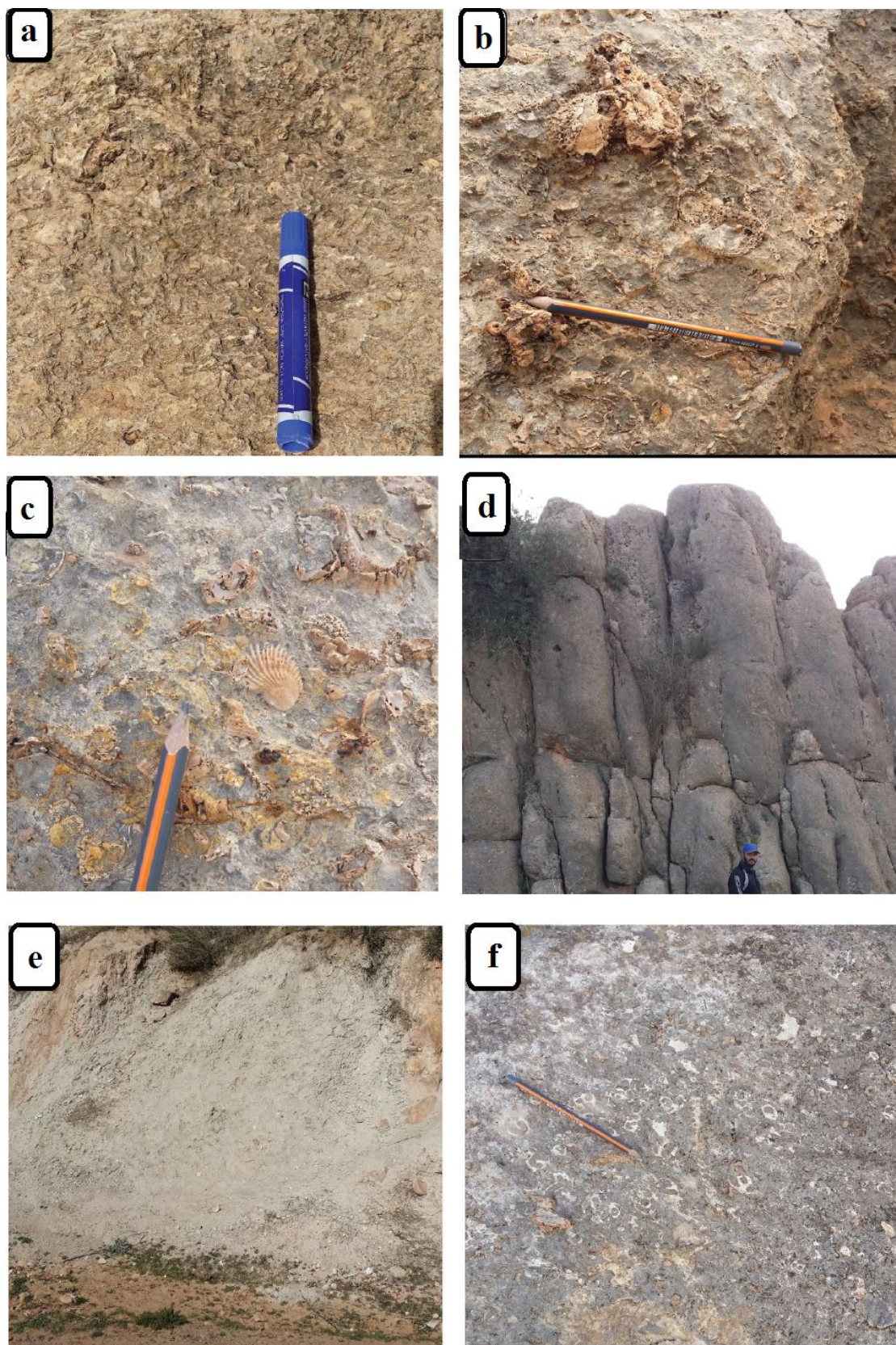
*Unité (U1) : Marneux-calcaire (65 m)*

C'est l'unité la plus épaisse avec une épaisseur atteint 65 m de marne grisâtre et verdâtre avec la présence des petites barres de calcaire centimétriques blanchâtres, les structures sédimentaires identifiables sont surtout à stratification planes en plaquettes. (Pl. III, Ph. e).

*Unité (U2) : Calcaire lumachellique (14 m)*

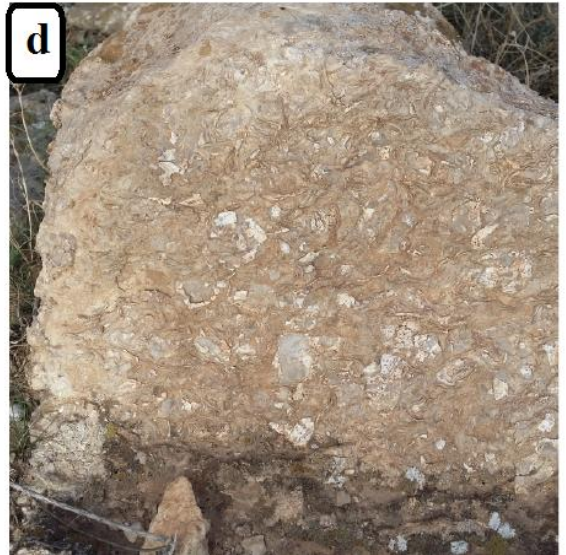
C'est la dernière unité examinée dans le terrain, de la base au sommet, on rencontre les termes suivants :

- 2 m calcaire lumachellique bioclastiques. (Pl. III. Ph. f, Pl IV. Ph. a)
- 9 m d'intercalation marneuse de couleur grisâtre sous forme de plaquette.
- 3 m calcaire lumachellique très bioclastiques. (Pl. IV, Ph. b. c. et d)



**Planche III : (a) calcaire dolomitisé, (b) et (c) fossile bien conservée, (d) grands blocs fracturé (unité 4), (e) marne gris, (f) calcaire bioclastique**





**Planche IV : (a) calcaire bioclastique, (b) (c) et (d)-calcaire lumachellique**

## Chapitre IV : Description des facies et analyse séquentielle

---

## **Chapitre IV : description des faciès et analyse séquentielle**

### **Introduction**

Les faciès sont définis par l'ensemble des caractères macroscopiques et microscopiques propres au sédiment comme la lithologie, les structures sédimentaires, la texture et les éléments figurés. Certaines structures sédimentaires ont été observées sur le terrain, d'autres ont été décrites à partir des lames minces.

Dans ce chapitre on se propose de déterminer un ensemble de faciès caractérisant les dépôts paléogènes et en particulier ceux du passage Paléocène-Eocène. Il s'agit de décrire en lames minces le contenu (lithologique et biologique (fossiles)) de dépôts et de donner un essai de caractérisation des milieux de dépôt et de son hydrodynamisme.

Pour la description des faciès nous avons adopté les classifications proposées par Dunham (1982) et Folk (1959) (Fig. 9 et 10).

#### **1. Classification de Folk (1959) (Fig.9)**

La classification descriptive établie par Folk (1959) concerne les roches carbonatées formées en milieu marin. Les principaux constituants sont répartis en deux groupes :

- Les constituants orthochimiques ou orthochèmes : la matrice qui lie les allochèmes entre eux peut être spathique (sparite :  $\varnothing > 10 \mu\text{m}$ ) ou cryptocristalline (micrite :  $\varnothing < 10 \mu\text{m}$ ).
- Les constituants allochimiques ou allochèmes : formés par précipitation chimique ou biochimique à l'intérieur du bassin de sédimentation, mais, de plus, organisés en éléments complexes distincts et ayant, pour la

plupart, subi un certain transport. Ils sont représentés essentiellement par quatre types: intraclastes, oolites, fossiles et pellets.

Les appellations obtenues par combinaison d'un préfixe (intra-, pel-, oo-, bio-) et d'un suffixe (-micrite ou -sparite) peuvent être complétées par l'adjonction du terme "rudite" pour les grains dont la taille est supérieure à 4 mm (exemple: "biosparrudite" décrit un calcaire à grands bioclastes ou fossiles cimentés par de la sparite).

		Roches allochimiques allochèmes > 10 %		Roches orthochimiques microcristallines allochèmes < 10 %		Type 4 Roches de bioherme		
		Type 1 R. allochimiques spathiques (ciment spathique > boue microcristalline)	Type 2 R. allochimiques microcristallines (ciment spathique < boue microcristalline)	Type 3 1 % < allochèmes < 10 % allochèmes < 1 %				
Composition quantitative des allochèmes	Intraclastes < 25 %	Intraclastes > 25 %		Selon les allochèmes dominants	Micrite à intraclastes	Biolite		
		Oolites > 25 %			Micrite à oolites			
		Rapport : fossiles / pellets	R > 3		Biosparudite Biosparite		Biomicrodite Biomicrite	Micrite - dismicrite (si bioturbée) dolomicrite (si dolomie laire)
			1/3 < R < 3		Biopelsparite		Biopelmicrite	
			1/3 > R		Pelsparite		Pelmicrite	

Figure 9 : classification des roches carbonatées selon Folk (1959)

## 2. La classification de Dunham (1982)

Définit la proportion relative des éléments figurés, de la phase de liaison, ainsi que l'arrangement structural des allochèmes (texture). Elle est fondée sur trois critères essentiels (Fig. 10):

La présence ou l'absence (<1%) de boue carbonatée. Sont considérées comme particules de boue les fractions de taille inférieure à 20 µm.











La proportion (inférieure ou supérieure à 10%) de grains présents dans la roche. Les grains étant les éléments de taille supérieure à 20 µm.

La disposition jointive ou non-jointive de ces grains. Ces critères permettent de distinguer quatre catégories de roches Grainstones, Packstones, Wackestones et Mudstones.

Deux autres catégories s'ajoutent à cette classification :

Boundstone = calcaire construit (calcaire corallien, algaire) = biolithite,

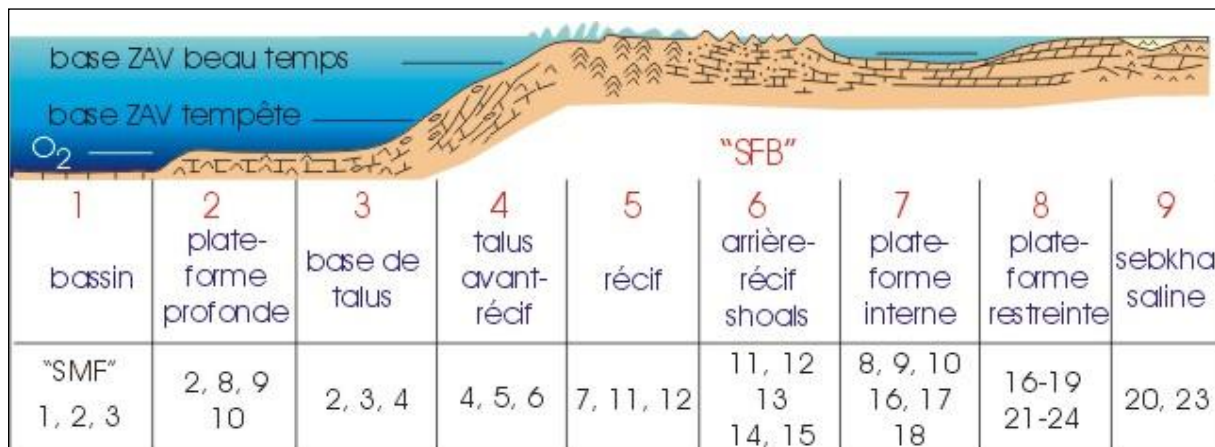
Calcaire cristallin (cristalline carbonates) : calcaire formé uniquement par de la sparite. Il s'agit de roches transformées par une recristallisation qui a totalement effacé la texture sédimentaire.

Structure reconnaissable							Structure de dépôt non reconnaissable
Moins de 10% d'allochems > 2mm				Plus de 10% d'allochems > 2mm		Constituants mis en connexion par des organismes durant le dépôt (bioconstructions)	
Présence de boue carbonatée		Absence de boue carbonatée		Grains non en contact	Grains en contact		BOUNDSTONE
Grains non en contact		Grains en contact					
Moins de 10% de grains	Plus de 10% de grains			Grains non en contact	Grains en contact		
MUDSTONE	WACKESTONE	PACKSTONE	GRAINSTONE	FLOATSTONE	RUDSTONE	BOUNDSTONE	CALCAIRE RECRISTALLISÉ
							

**Figure 10 : classification des calcaires selon Dunham (1982)**

Les microfaciès sont classés du plus distal au plus proximal, selon les critères de texture, les associations des fossiles et grâce à des comparaisons avec les modèles de plates-formes carbonatées classiques (essentiellement les « Standard Microfaciès » (SMF) d'après Wilson (1975) et Flügel (1972) (Fig. 11)





**Figure 11 : microfaciès standards "SMF" et ceintures de faciès "SFB" de Wilson (1975)**

**SMF1:** spiculite: mudstones ou wackestones argileux sombres, riches en matière organique et/ou spicules d'éponges. **SFB1**, bassin.

**SMF2:** packstones microbioclastiques: grainstones et packstones à très petits bioclastes et péloïdes. **SFB1**, **SFB2**, **SFB3**.

**SMF3:** mudstones et wackestones à organismes pélagiques (exemple: globigérines, certains lamellibranches, etc.). **SFB1**, **SFB3**.

**SMF4:** microbrèche ou packstones à lithoclastes et bioclastes: mono- ou polymictique; peut inclure également du quartz ou chert. **SFB3**, **SFB4**, avant-talus.

**SMF5:** grainstones/packstones ou floatstones à éléments récifaux; géopètes et structures d'ombrelle dus à l'infiltration de sédiments fins. **SFB4**, flanc récifal.

**SMF6:** rudstones à éléments récifaux; gros fragments de constructeurs, peu de matrice. **SFB4**, talus d'avant-récif.

**SMF7:** boundstone: organismes constructeurs en position de vie. **SFB5**, environnement de haute énergie, récif.

**SMF8:** wackestones et floatstones avec fossiles bien conservés, quelques bioclastes. **SFB2**, **SFB7**, plate-forme ou lagon ouvert, sous la zone d'action des vagues.

**SMF9:** wackestones bioclastiques bioturbés; les bioclastes peuvent être micritisés. **SFB2**, **SFB7**, plate-forme ouverte peu profonde, près de la zone d'action des vagues.

**SMF10:** packstones/wackestones avec bioclastes dégradés et encroûtés. **SFB2**, **SFB7**, grains provenant d'environnements à forte agitation, déposés en milieu calme.

**SMF11:** grainstones à bioclastes encroûtés. **SFB5**, **SFB6**, corps sableux dans la zone d'action des vagues, éventuellement en bordure de plate-forme.

**SMF12:** grainstones/packstones/rudstones bioclastiques, avec prédominance de certains types d'organismes (crinoïdes, bivalves, dasycladales,...). **SFB5**, **SFB6**, bordure de plate-forme.

**SMF13:** grainstones à oncoïdes et bioclastes. **SFB6**, agitation assez importante, profondeur très faible.

**SMF14:** "lags": grains dégradés et encroûtés, localement mélangés à des oolithes et des péloïdes, voire des lithoclastes; phosphates, oxydes de fer. **SFB6**, accumulation lente de matériaux grossiers dans des zones agitées.

**SMF15:** grainstones à oolithes, à stratification entrecroisée. **SFB 6**, bancs, dunes, cordons oolithiques en milieu agité.

**SMF16:** grainstones à péloïdes, souvent mélangés à quelques bioclastes (ostracodes, foraminifères,...). **SFB7**, **SFB8**, environnement très peu profond à circulation modérée.

**SMF17:** "grapestone": grainstones à grains agrégés (lumps, bahamite), quelques péloïdes, et grains encroûtés. **SFB7**, **SFB8**, plate-forme à circulation restreinte, "tidal flats".

**SMF18:** grainstones à foraminifères ou dasycladales. **SFB7**, **SFB8**, cordons littoraux, chenaux lagunaires.

*SMF19: lofélite: mudstones/wackestones laminaires à péloïdes et fenestrae, passant à des grainstones à péloïdes; ostracodes, quelques foraminifères, gastéropodes et algues. SFB8, mares et lagons à circulation restreinte.*

*SMF20 & 21: mudstones à stromatolithes. SFB8, SFB9, mares intertidales.*

*SMF22: wackestones à oncoïdes. SFB8, environnement calme, souvent en arrière-récif.*

*SMF23: mudstones homogènes, non fossilifères; évaporites possibles. SFB8, SFB9, mares hypersalines.*

*SMF24: packstones/wackestones à lithoclastes de micrite non fossilifère. SFB8, "lag deposit" de fond de chenaux tidaux.*

## **I. Description des faciès**

Onze faciès sédimentaires ont été définis, selon leurs textures et leurs contenus lithologique et paléontologique (fossiles).

### **F1 : Faciès argileux**

#### Description

Il s'agit d'argiles et de silts rouges et blancs. Ce faciès contient un faible pourcentage de grains de quartz non usés (Pl. VI, Ph. O7). Des grains ferromagnésiens sont présents en proportion peu élevée. Les fossiles sont représentés par quelques ostracodes et des dents de poissons (Pl. VI, Ph. O5 et Ph. O12).

#### Interprétation

Le faciès argileux décrit ci-dessous montre des indicateurs d'un milieu marin très peu profond. Il peut être considéré comme milieu de bordure de plateforme.

### **F2 : Faciès marneux**

#### Description

Ce faciès est constitué exclusivement de marnes grisâtres verdâtres. Ces marnes renferment des proportions variables en grains de quartz (Pl. VI, Ph. O39), de différentes formes et aspects. Les grains non usés reflètent un faible

transport, ceux émoussés et luisants sont le résultat d'un long transport en milieu aquatique continental (fleuve, rivière) ou d'une évolution marine. On note également la présence des grains ferromagnésiens de couleur noire rougeâtre. Dans ces faciès la microfaune est rare et représentée par quelques foraminifères. La macrofaune est représentée essentiellement par les gastéropodes et les dents de poissons phosphatés.

### Interprétation

Les faciès marneux décrits ci-dessus montrent les caractéristiques de dépôts marins très peu profonds de type plateforme interne.

## **F3: calcaires mudstones**

### Description

Il s'agit de calcaires très fins correspondant à une dismicrite, non fossilifère (Pl. V, Ph. O1). Ce faciès est l'équivalent de SMF23 de Wilson (1975) (Fig. 11).

### Interprétation

La matrice à texture très fine (micrite à microsparite) caractérise un milieu de dépôt de plateforme restreinte ou sebkha saline qui représente SFB9 selon Wilson (Fig. 11).

## **F4: calcaires wackestones peu fossilifères**

### Description

Ce sont des calcaires wackestones à ciment microsparitique. Les allochèmes sont représentés par quelques foraminifères benthiques (*Milioles* et *Nummulites*) et des gastéropodes.

### Interprétation

La nature du ciment microsparitique caractérise des mares ou lagons à circulation réduite et qui correspond à SFB10 de Wilson (1975) (Pl. V, Ph O10, Pl VI, Ph O40).

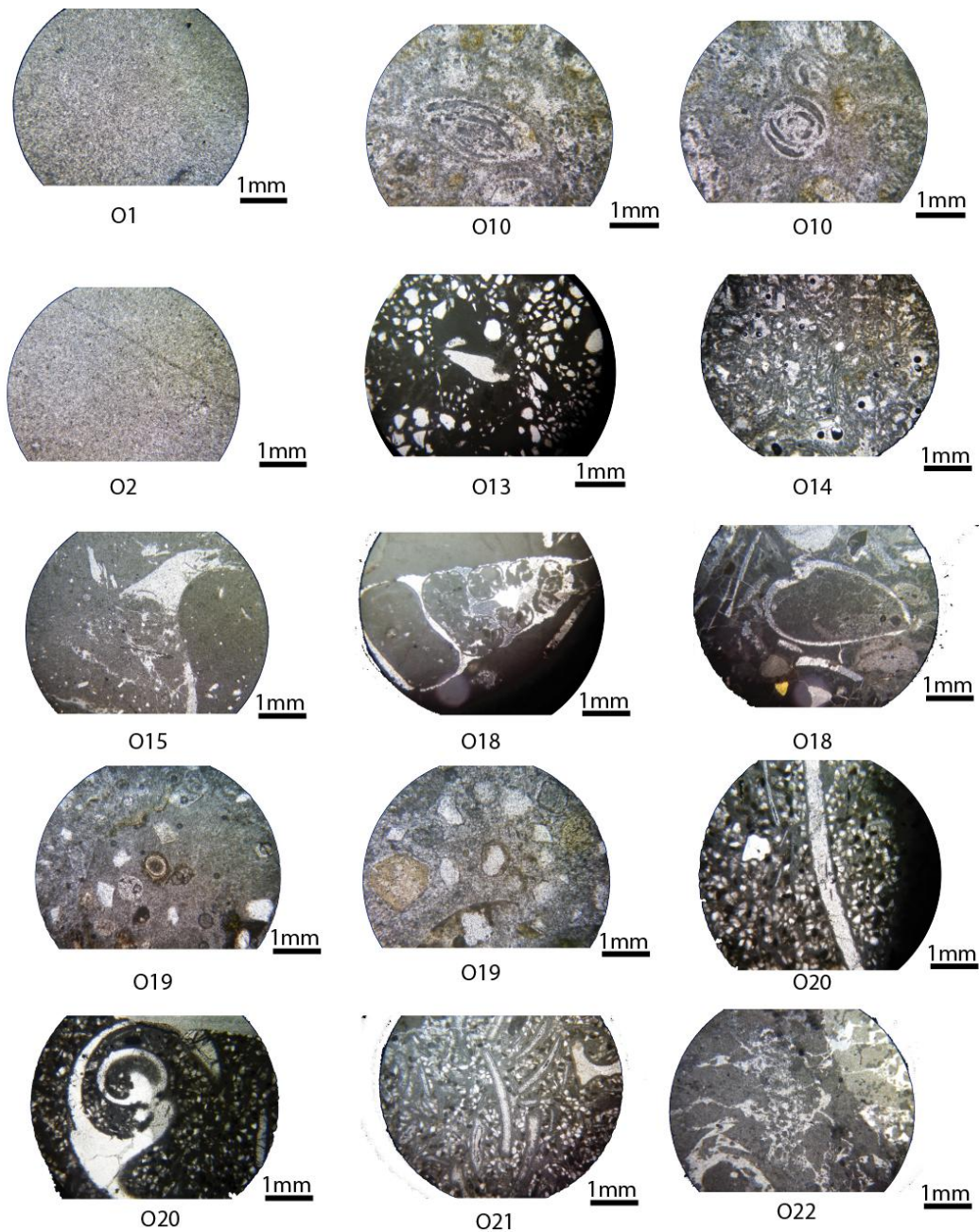
### **F5: calcaires wackestones très fossilifères**

#### Description

Il s'agit de wackestones riches en fossiles bien conservés (Ostracodes, Gastéropodes), et quelques bioclastes et des pellesoïdes (Pl. V, Ph. O14). Ce faciès est similaire au faciès SMF8 décrit par Wilson (1975) (Fig. 11).

#### Interprétation

Le contenu allochimiques (fossiles) et orthochimiques (ciment microsparitique) de ces calcaires indique un milieu de dépôt plateforme ou lagon ouvert, sous la zone d'action des vagues.



**Planche V : les différents faciès décrits le long de la série étudiée. O1, O2 et O15: F1 (faciès de type calcaire mudstone), O10 : Miliolites et Nummulites qui correspond au F4 (faciès calcaires wackestones fossilifère), O13 : F8 (faciès de type wackstone lithoclastiques (Quartz)), O14 et O21 : F9 (faciès de type calcaire packstone bioclastiques), O19 : F7 (faciès de type calcaire wackstone oolitiques), O22 : F8 (faciès de type calcaire wackstone lithoclastiques), O18 et O20 : Gastéropodes qui correspond au F10 (faciès de type calcaire packstone bioclastiques)**

## **F6: calcaires wackestones bioclastiques**

### Description

Il s'agit de calcaires wackestones à bioclastes micritisés et des intraclastes. Il correspond à une intrabiomicrite (Pl. V, Ph. O19 et Ph. O36), et reflète le faciès SMF9 définie par Wilson (1975) (Fig. 11).

### Interprétation

La texture wackestone témoigne d'un milieu relativement peu agité de type plateforme interne. La mise en place de dépôt s'est effectuée au-dessous de la limite d'action des vagues.

## **F7: calcaires wackestones oolitiques**

### Description

Il s'agit de calcaires wackestones à oolithes et ciment microsparitique, avec la présence des intraclastes. Selon la classification de Folk (1959) ce faciès pourra être assimilé à une oomicrite (Pl. V, Ph. O19), et correspond au faciès SMF22 de Wilson (1975) (Fig. 11).

### Interprétation

Ce faciès reflète un régime hydrodynamique faible, la sédimentation s'est effectuée au-dessous de la limite d'action des vagues de tempête.

## **F8: calcaires wackestones lithoclastiques**

### Description

Ce sont des calcaires wackestones riches en lithoclastes et non fossilifères avec une phase de liaison essentiellement micritique (Pl. V, Ph. O15 et Ph. O22). Ce faciès pourra être l'équivalent de SMF24 de Wilson (1975) (Fig. 11).

### Interprétation

Selon la classification de Wilson (1975), le milieu de dépôt de ce faciès pourra être la plateforme restreinte au fond de chenaux tidaux.

### **F9: calcaires packstones lithoclastiques**

#### Description

Il s'agit de calcaires Packstones avec lithoclastes et bioclastes dégradés, la phase de liaison et de type micritique à microsparitique (Pl. VI, Ph O23. Pl. VI, Ph O21). Ce faciès correspond au SMF24 de Wilson (1975) (Fig. 11).

#### Interprétation

Ce faciès riche en allochèmes provenant d'environnements à forte agitation, déposés en milieu calme (Pl. V, Ph O14).

### **F10: calcaires packstones bioclastiques**

#### Description

Calcaires packstones bioclastiques, riches en fossiles (gastéropodes, bivalves). Ce faciès correspond à SMF10 de Wilson (1975) (Fig. 11).

#### Interprétation

La texture packstone riche en débris bioclastiques témoigne d'un milieu de dépôt relativement agité situé vraisemblablement au-dessus de la limite d'action des vagues de tempêtes et au-dessous de la limite d'action des vagues permanentes (Pl. V, Ph O18).

### **F11: calcaires packstones à péloïdes**

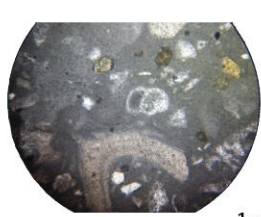
#### Description

Il s'agit de calcaires packstones riches en bioclastes de petite taille et des péloïdes. La phase de liaison est microsparitique. (Pl. V, Ph O20. Pl. V, Ph O24). Ce faciès peut être assimilé au faciès SMF2 de Wilson (1975) (Fig. 11).

### Interprétation

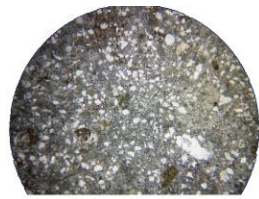
La texture de ce faciès et son contenu allochimiques témoignent d'un milieu de dépôt de plateforme profond (externe).





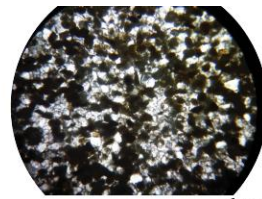
O36

1mm



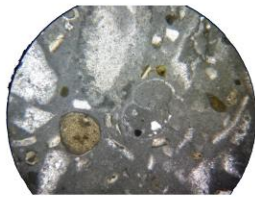
O23

1mm



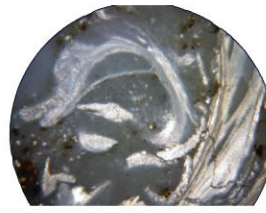
O24

1mm



O36

1mm



O40

1mm



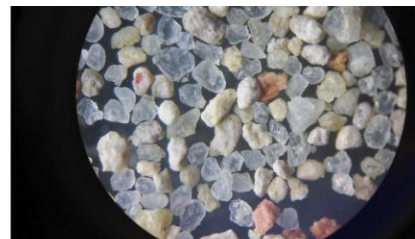
O5



O7



O12



O39

**Planche VI : les différents faciès décrits le long de la série étudiée (suite). O23 et O24 : F11 (faciès de type calcaire packstone a péloïdes, O36 et O40: F11 (faciès de type calcaire wackstone bioclastiques, Gastéropode), O7 et O39: débris de grains terrigène (quartz, minéraux ferromagnésiens) et de calcite, correspond aux F1 (faciès marneux), O5 et O12: dents de poissons phosphaté, gastéropodes, ostracodes qui correspond au F1 (faciès argileux)**

## **II. Essai d'analyse séquentielle**

Sur la base des caractéristiques des dépôts (nature, texture, granulométrie, structures sédimentaires, contenu paléontologique ...) nous avons tenté un découpage séquentiel de la coupe étudiée. Dans l'ensemble nous avons pu définir quatre cycles transgressif/régressif (T/G) de deuxième ordre (Fig. 12). Ces cycles sont le résultat de l'imbrication d'une ou de plusieurs séquences de troisième ordre séparées par des discontinuités sédimentaires.

Ces cycles sont de type marnes-calcaires (M-C) et traduisent une diminution progressive de la bathymétrie une augmentation de l'hydrodynamisme du milieu. En effet, la présence des débris cassés de bioclastes au sommet des cycles témoigne d'une forte énergie de milieu pendant le dépôt.

## **III. Dosage de $\text{CaCO}_3$ et analyse granulométrique des sédiments**

Les sédiments du passage P/E montrent des variations importantes de leur contenu en  $\text{CaCO}_3$  de 4 à 88 % dans les alternances de marnes et dans les bancs calcaires (Fig. 12), « l'amplitude de variation » très importante dans l'Unité 2 de l'Ensemble 2 (formation d'Anmiter), et la comparaison entre la courbe du texture des microfaciès et la courbe de variation du pourcentage de  $\text{CaCO}_3$  montre que la variation de ce dernier suivi la variation de microfaciès.

La variation de fractions granulométriques fines va nous aider à estimer la bathymétrie de la coupe (paléobathymétrie), la variation montrent des pourcentages importants des argiles dans les intercalations marneuse et argileux, comme l'unité 1 et 3 de l'ensemble 2, Il s'agit donc d'un milieu de dépôt calme, probablement profond, par contre la fraction sableux présentent des valeurs remarquables dans les dernières intervalles marneuses, ceci confirme bien les résultats de l'analyse de facies (Fig. 12).

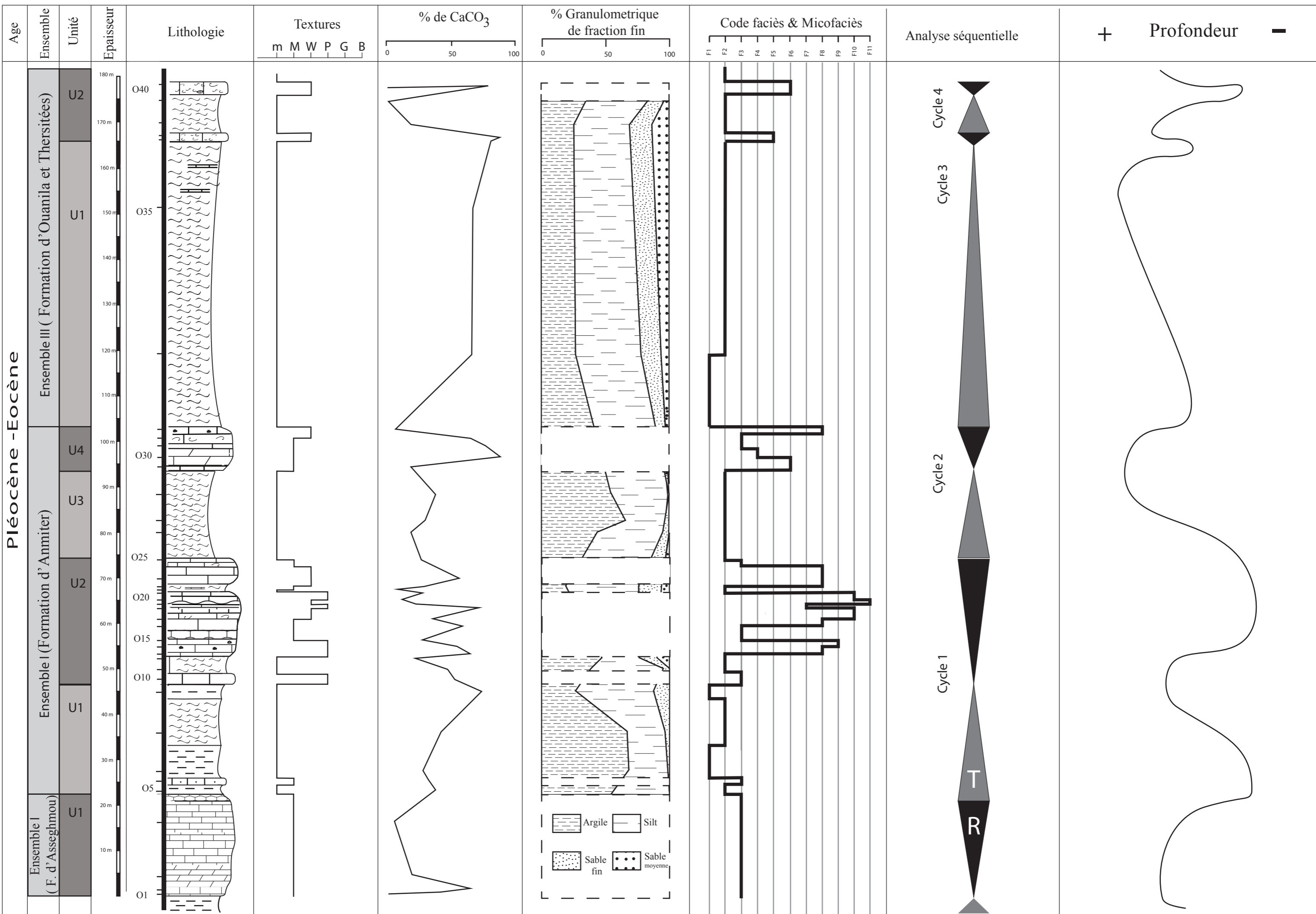


Figure 12: les analyses sédimentologique de la coupe de Ounina

**Figure 12: l'analyse sédimentologique de la coupe de Ouanina**

## **Conclusions Générales**

L'étude sédimentologique de faciès est indispensable et complémentaire pour toutes études de paléoenvironnements, de paléogéographies et de paléoclimats.

Dans ce rapport on a essayé de décrire et d'interpréter l'enchaînement des dépôts paléogènes dans la région Ait Ourir, Haut Atlas de Marrakech.

La présente étude montre que les dépôts ici sont très diversifiés de point de vue lithologique est moins riches en matériel fossiles. L'étude pétrographique en lames minces nous a permis de définir onze faciès rattachés à leurs paléoenvironnements. Ces derniers ont évolué essentiellement dans un domaine de plateforme interne. Des changements remarquables de faciès ont été notés dans l'ensemble II correspondant à la formation d'Anmiter et englobant le passage Paléocène-Eocène. Cela peut être expliqué par les variations du taux de sédimentation, de l'hydrodynamisme, de la température de l'eau, auxquelles s'ajoutent les changements climatiques reconnus à cette époque à l'échelle mondiale. La rareté de marqueurs biostratigraphiques voire même leur absence et ne nous permet pas de réaliser une datation des dépôts du passage Paléocène-Eocène.

L'essai de l'analyse séquentielle nous a permis de définir quatre cycles T/R de deuxième ordre dans les dépôts d'âge Paléogène.

En perspective, des analyses géochimiques et isotopiques couplées à une étude de la microfaune seront indispensables pour la caractérisation sédimentologique et chronostratigraphique du passage paléocène-éocène dans le Haut-Atlas de Marrakech. Des corrélations entre les différentes localités du Haut Atlas de Marrakech et leurs équivalents dans d'autres bassins avoisinant tels que les bassins phosphatés seront également nécessaires pour une telle caractérisation.

## **LISTE DES REFERENCES**

**DRESCH, J. (1941): Recherches sur l'évolution du relief dans le massif central du Grand Atlas, le Haouz et le Souss. - Imprim. Arrault, Tours, 708 p.**

**DUNHAM, R.J. (1970): Stratigraphie Reefs Versus Ecologie Reefs. - A.A.P.G. Bull., 54, pp. 1931-1932.**

**MARZOQI, M. (2001) Les systèmes sédimentaires marins du crétacé terminal-paléogène dans l'Atlas de Marrakech et le bassin de Ouarzazate : Sédimentologie, stratigraphie et Paléoenvironnements -Rapport avec la tectonique et les variations du niveau marin. Thèse d'Etat, Univ. Cadi Ayyad, Marrakech, p 412.**

**FOLK, R.L. (1962): Spectral subdivision of limestone types. In "Classification of carbonates rocks" - Amer. Ass. Petrol. Geol. , Tulsa, Mém. 1, pp. 62-84**

**FLUGÜEL, E. (1982): Microfacies analysis of limestones- 633p. Springer-Verlag, Berlin**

**GENTIL, L. (1915): Le Crétacé moyen et supérieur dans le Haut Atlas occidental (Maroc). - C. R. Acad. Sci. , Paris, 174, 1, pp. 771-774**

**MOET, L. (1930): Notice explicative de la Carte géologique provisoire de l'Atlas de Marrakech. - Notes et Mém. Sér. Mines et Cartes géol. , Maroc, 19 bis, 36p.**

**MORET, L. (1931): Recherches géologiques dans l'Atlas de Marrakech. - Notes et Mém. Sér. Mines et Cartes géol., Maroc, 18, 262p.ROCH, ED. (1939) : Description géologique des montagnes à l'Est de Marrakech. - Notes et Mém. Serv. Géol., Maroc, 51, 438p**

**HERBIG, H.G. (1986): Lithostratigraphisch-fazielle Untersuchungen im marinen Alttertiar südlich des zentralen Hohen Atlas ( Marokko ). - Berliner geowiss. Abh., (A), 66, pp. 343-380 - Berlin**

**SALVAN, H.M. (1952): Phosphate (Aperçu géologique sur les phosphates marocains). - Notes et Mém. Serv. Géol., Maroc, 87, pp.283-320**

**ROCH, ED. (1950): Histoire stratigraphique du Maroc.- Notes et Mém. Serv. géol.,Maroc, 80, 440**

**TRAPPE, J. (1989): Das marine Alttertiar im westlichen Hohen Atlas. Mikrofazies, Palaogeographie, Phosphoritgenese. - Diss. , Unix. Bonn, 219p.- Bonn.**

**TRAPPE, J. (1991): Stratigraphy, facies distribution and paleogeography of the marine paleogene from yhe western High Atlas, Morocco. - N. Jb. Geol. Palaont. Abh., 180; pp. 279-321 - Stuttgart.**

**WALKER, R.G. (1984): Facies models. - Geoscience, Canada, Second edit., 317p.**



## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : la région d'Aït-Ourir (versant nord du Haut-Atlas de Marrakech) ....	10
<b>Figure 2 : les dépôts du Crétacé terminal-Paléogène de l'Atlas de Marrakech (d'après Moret (1938) et Roch (1939)).....</b>	<b>12</b>
Figure 3 : les dépôts du Crétacé terminal-Paléogène du Haut-Atlas de Marrakech .....	13
Figure 4 : carte géologique simplifiée de la zone des cuvettes d'Ait-Ourir .....	17
Figure 5 : localisation de la coupe étudiée. ....	20
Figure 6 : Calcimétrie Bernard .....	24
Figure 7 : Granulomètre laser type Horiba .....	25
Figure 8 : coupe lithostratigraphique d'Ouanina, Région d'Ait-Ourir.....	28
Figure 9 : classification des roches carbonatées selon Folk (1959) .....	38
Figure 10 : classification des calcaires selon Dunham (1982).....	39
Figure 11 : microfaciès standards "SMF" et ceintures de faciès "SFB" de Wilson (1975) .....	40
Figure 12: l'analyse sédimentologique de la coupe de Ouanina.....	50