

N° d'ordre

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université d'Oran

Faculté des sciences de la terre, de Géographie et de l'Aménagement du territoire

Laboratoire de magmatisme et Synthèse géodynamique  
des bassins sédimentaires

### **Mémoire :**

Présenté pour l'obtention du grade de  
Magister en Sciences de la terre

**Option : géodynamique des bassins sédimentaires intégrée  
à la recherche de la matière utile**

**Les dépôts Arénig supérieur-Llanvirnien de « La Formation de Foum Ez-Zeidiya » dans la région de Kerzaz et Zerhamra (Monts d'Ougarta, Nord occidental du Sahara algérien)**

Par

MAZOUZI Abdel Mounim

Soutenu le / /2008, devant la commission d'examen :

M. BENHAMOU	Professeur	Université d'Oran	Président
A.E.K OUALI MEHADJI	Maître de conférences	Université d'Oran	Rapporteur
M. BOUHAMEUR	Maître de conférences	Université d'Oran	Examineur
M. BENYAHIA	Maître de conférences	Université de S .B. Abbès	Examineur
B. BOUTERFA	Chargé de cours	Université d'Oran	Examineur

Oran, 2008

## **SOMMAIRE**

- DEDICACE.
- AVANT PROPOS.
- RESUME.
- ASTRACT.

### **PREMIER CHAPITRE GENERALITES**

I- INTRODUCTION .....	1
II- CADRE GEOGRAPHIQUE GENERAL .....	2
III- CADRE GEOLOGIQUE GENERAL .....	6
IV- CADRE STRUCTURAL .....	17
IV- HISTORIQUE DES TRAVAUX .....	21
V- METHODOLOGIE DU TRAVAIL.....	27

### **DEUXIEME CHAPITRE LITHSTRATIGRAPHIE**

I- INTRODUCTION .....	29
II- DESCRIPTION LITHOLOGIQUE DE "LA FORMATION DE FOUM EZ -ZEIDIYA "	29
III- CORRELATION .....	54
IV- CONCLUSION .....	55

### **TROISIEME CHAPITRE**

#### **SEDIMENTOLOGIE, ENVIRONNEMENTS SEDIMENTAIRES ET ORGANISATION SEQUENTIELLE**

PREMIERE PARTIE: SEDIMENTOLOGIE .....	59
I- INTRODUCTION .....	59
II- LE CONTEXTE SEDIMENTOLOGIQUE .....	59
III- LES CARACTERES ICHNOFACIOLOGIQUES .....	68

IV- ASSOCIATIONS DES FACIES.....	69
V- CONCLUSION.....	74
DEUXIEME PARTIE: ENVIRONNEMENTS SEDIMENTAIRES .....	76
I- INTRODUCTION .....	76
II- MILIEUX DE DEPOT .....	76
III- CONCLUSION .....	78
TROISIEME PARTIE: ORGANISATION SEQUENTIELLE .....	79
I- INTRODUCTION .....	79
II- GENERALITES ET DEFINITIONS .....	79
III- APPLICATION .....	82

## **QUATRIEME CHAPITRE**

### **CONCLUSION GENERALE**

I- CARACTERES LITHOSTRATIGRAPHIQUES ET EPAISSEUR DE "LA FORMATION DE FOUM EZ-ZEIDIYA".....	107
II- ENVIRONNEMENTS DE DEPOTS.....	107
III- EVOLUTION EUSTATIQUE.....	108
IV- PLACE DE "LA FORMATION DE FOUM EZ-ZEIDIYA" PAR RAPPORT A LA PLATE-FORME SAHARIENNE ET LE DOMAINE DE L'ANTI-ATLAS.....	109
V- RECONSTITUTION PALEO GEOGRAPHIQUE.....	110
- REFERNCES BIBLIOGRAPHIQUE .....	112
- LISTE DES FIGURES .....	122
- LISTE DES TABLEAUX .....	125
- TABLE DES MATIERES .....	126
- PLANCHES PHOTOGRAPHIQUES.	

Au nom d'ALLAH LE CLEMENT, LE MISERICORDEUX....

A la mémoire de mes parents qui avaient tant souhaité me voir mener à bien mes études et mes vœux les plus chers.

A mes frères et ma très chère unique soeur.

A ma femme.

A tous mes petites et petits frères.

A tous mes amis.

A tous qui aiment la Géologie.

## AVANT PROPOS

Qu'il me soit permis de remercier très sincèrement toutes les personnes qui ont contribué à l'élaboration de ce modeste mémoire.

Ce travail a été dirigé par Monsieur OUALI MEHADJI, Maître de conférences à l'université d'Oran. Je lui dois beaucoup pour l'intérêt accordé à cette recherche et son dynamisme scientifique. Je n'oublierai jamais ses conseils précieux, ses critiques et les nombreuses discussions scientifiques sur le terrain. C'est grâce à lui que je me suis plus intéressé à l'Ordovicien. J'espère bien s'approfondir dans les recherches en collaboration dans le futur.

J'exprime ma profonde et sincère gratitude à Monsieur BENHAMOU, Professeur à l'université d'Oran pour m'avoir fait l'honneur de présider le jury. Je suis très heureux de le voir président du jury de ma soutenance de Magister. Il est à remercier vivement.

Je suis très redevable envers Monsieur BOUHAMEUR, Maître de conférences à l'université d'Oran pour avoir bien voulu examiner ce travail et de faire partie de ce jury. .

J'exprime mes remerciements à Monsieur BENYAHIA, Maître de conférences à l'université de Sidi Bel Abbès pour s'être intéressé au thème de mon sujet et pour avoir accepté de faire partie de ce jury.

Je tiens à exprimer mes vifs remerciements à Monsieur BOUTERFA, Chargé de cours à l'université d'Oran, qui ne m'a jamais refusé son aide, pour ses encouragements et pour m'avoir fait l'honneur d'examiner ce modeste travail. Je n'oublierai jamais ses conseils et orientation en particulier pendant la graduation et la réalisation du mémoire de fin d'étude.

Il m'est agréable de remercier tous les enseignants du Département des Sciences de la terre de l'université d'Oran qui ont contribué à ma formation et à la réalisation de ce travail.

Je n'oublierai pas de remercier mes collègues avec qui j'ai eu le plaisir de travailler et qui m'ont aidé énormément: YOUCEF, KADA, AMEUR, AMRANE, MOUSSAOUI,

AROUSS, HAMMADI, BERRABEH, BOUKHRIS, CHERIF, MAHFOUDI et tous les étudiants de l'I.S.T.

Mes remerciements vont également aux habitants de KERZAZ et de ZERHAMRA ainsi que les gens de BENI-ABBES.

**ABDEL MOUNIM**

**A tous Merci.**

## RESUME

Dans les Monts d'Ougarta au Nord-occidental du Sahara algérien, dans la région de Kerzaz et la région de Zerhamra, affleure une série bien étendue, constituée par des alternances argilo-gréseuses. Il s'agit de "La Formation de Foum Ez-Zeidiya".

L'étude de la période arénigienne supérieure-llanvirnienne a été basée sur une étude lithostratigraphique à partir de quatre coupes levées situées dans les secteurs de Foum Ez-Zeidiya et de Kheneg Et-Tlaïa.

L'étude sédimentologique basée sur l'inventaire détaillé des structures sédimentaires, nous a permis de mettre en évidence trois principaux faciès : un faciès argileux (FI), un faciès gréseux (FII) et un faciès carbonaté (FIII). L'interprétation de ces faciès a révélé l'influence des tempêtes dans la mise en place des dépôts gréseux et carbonatés. La décantation est le seul processus dans la mise en place des dépôts argileux qui occupent les combes et les inter-lits. Ceci nous a permis de proposer un milieu de dépôt marin peu profond représenté notamment par un *Offshore* supérieur et un *Shoreface* dont les sédiments s'alternent pour former des séquences de comblement de troisième ordre.

L'étude en termes de stratigraphie séquentielle montre des séquences génétiques regroupées en groupement de séquences génétiques qui selon la dominance des intervalles (tendance transgressive/régressive) vont aboutir à des séquences de dépôt de 3<sup>o</sup> ordre (1-5 Ma) et déterminer la dynamique sédimentaire qui est sous contrôle eustatique. "La Formation de Foum Ez-Zeidiya" engloberait donc une durée d'environ 7,2 Ma et correspondrait à un cycle de 2<sup>ème</sup> ordre.

Mots clés : Ougarta, Foum Ez-Zeidiya, Kheneg Et-Tlaïa, Ordovicien, Arénig, Llanvirnien, Sédimentologie, *Offshore*, *Shoreface*.

## ABSTRACT

In the Mounts of Ougarta to the North-Western of the Algerian Sahara, in the area of Kerzaz and the area of Zerhamra, levels a quite wide series, consisted by clay-sandy alternations. It is about "The Formation of Foug Ez-Zeidiya".

The study of the higher Arenigian-Llanvirnian period was based on a lithostratigraphic study starting from four raised cuts located in the sectors of Foug Ez-Zeidiya and Kheneg Et-Tlaïa.

The sedimentological study based on the detailed inventory of the sedimentary structures, enabled us to highlight three principal facies: an argillaceous facies (FI), a sandy facies (FII) and a carbonated facies (FIII). The interpretation of these facies revealed the influence of the storms in the crumb in place of the sandy and carbonated deposits. The decantation is the only process in the installation of the argillaceous deposits which occupy the combs and the inter-beds. This enabled us to propose a medium of not very deep marine deposit represented in particular by a higher *Offshore* and *Shoreface* whose sediments are alternated to form sequences of filling of third command.

The study in terms of sequential stratigraphy shows genetic sequences gathered in grouping of genetic sequences which according to the predominance of the intervals (transgressive/regressive tendency) will lead to sequences of deposit of 3<sup>o</sup> command (1-5 My) and will determine the sedimentary dynamics which is under control eustatic. "The Formation of Foug Ez-Zeidiya" would thus include a duration from approximately 7,2 My and would correspond to a cycle of 2<sup>nd</sup> command.

Key words: Ougarta, Foug Ez-Zeidiya, Kheneg Et-Tlaïa, Ordovician, Arenig, Llanvirnian, Sedimentology, *Offshore*, *Shoreface*.

# **CHAPITRE PREMIER**

## **GENERALITES**

# Généralités

## I- Introduction

La plate-forme saharienne se définit comme une surface tabulaire en aval des boucliers Reguibet et Tergui. Cette plate-forme se sépare de l'Atlas saharien par un couloir tectonique étroit qui s'étend depuis Agadir à l'Ouest, au Maroc, jusqu'à Gabès à l'Est en Tunisie. Elle est essentiellement détritique et porte un grand intérêt pétrolier.

L'une des premières raisons qui a donné un intérêt aux séries paléozoïques sahariennes est économique. Les affleurements sont bien répartis permettant l'observation des structures de dépôts et la détermination de leurs origines. La distribution spatiale des matériaux détritiques paléozoïques favorise une étude homogène de la géométrie des corps sédimentaires. La sédimentation et la configuration de ce vaste domaine offrent un carrefour de modèles pluridisciplinaires.

### - But de l'étude

Nous entamons une série d'études dont celle-ci est le point de départ à l'université d'Oran, sur les terrains de l'Ordovicien supérieur.

Notre premier objectif est consacré à une caractérisation lithologique de la formation de Foum Ez-Zeidiya dans sa localité type par des critères précis relevant de la lithologie et des structures sédimentaires permettant de la distinguer des autres unités lithostratigraphiques.

En effet, la prédominance des faciès gréseux et argileux, dans toutes les formations de l'Ordovicien, risque de provoquer des confusions lorsque ces formations, connues par les travaux antérieurs, ne sont pas toutes présentes dans un secteur.

Il est donc impératif de caractériser d'abord la formation de Foum Ez-Zeidiya dans ce présent travail et ensuite (dans un futur proche), celle de Bou M'haoud pour mieux distinguer ce qui a été raviné, déblayé, et ce qui a été conservé par les ravinements de la formation glaciaire. On ne peut comprendre la formation syn et post-glaciaire sans une connaissance assez rigoureuse de la formation antérieure.

Pour compléter cette étude, nous nous proposons de réaliser une étude sédimentologique et l'évolution séquentielle de la formation de Foum Ez-Zeidiya.

## **II- CADRE GEOGRAPHIQUE GENERAL (fig. 1)**

### **A- Situation générale de la chaîne d'Ougarta**

La partie Nord-occidentale du Sahara algérien est formée par une large bande orientée NW-SE; ce sont les Monts d'Ougarta. Ces derniers sont situés à environ 1000 km au Sud de la ville d'Oran et à 250 km de la ville de Béchar.

La chaîne d'Ougarta est constituée par un ensemble de plis qui s'allongent du NW au SE parallèlement à la Saoura, se groupant en deux faisceaux ayant presque la même superficie séparés par l'étroit Erg Er Raoui; il s'agit du faisceau de la Saoura situé au Nord-Est et le faisceau de la Daoura au Sud-Est qui comporte le Kehal Tabelbala, le Djebel Ben Tadjine et les Monts de la Daoura proprement dits. La longueur de ces chaînes atteint 450 km, tandis que leur largeur est de 200 km

Les Monts d'Ougarta sont limités au Nord-Est par le Grand Erg Occidental et au Sud-Ouest par l'Erg Iguidi et du Chech. Au Nord-Ouest et au Nord, ils s'enfoncent sous la Hamada du Guir.

Ces Monts se prolongent au Nord-Ouest par l'Anti Atlas au Maroc et au Sud-Est par le Bouclier Touareg. Ils constituent une véritable zone de jonction entre ces deux domaines (FABRE, 1976).

### **B- Positions géographiques des secteurs d'étude**

Nos deux secteurs d'étude s'intègrent dans la chaîne d'Ougarta. Il s'agit respectivement du secteur de Foum Ez-Zeidiya (fig. 2 et 3) (dans la région de Kerzaz) et de Kheneg Et-Tlaïa (fig. 4 et 5) (dans la région de Zeghamra).

#### **1- Secteur de Foum Ez-Zeidiya**

Notre région d'étude se situe à environ 120 km au Sud-Est de la ville de Beni-Abbès, sur la route nationale n° 6 reliant Béchar à Adrar, plus exactement à environ 7 km au Sud-Est de la ville de Kerzaz.

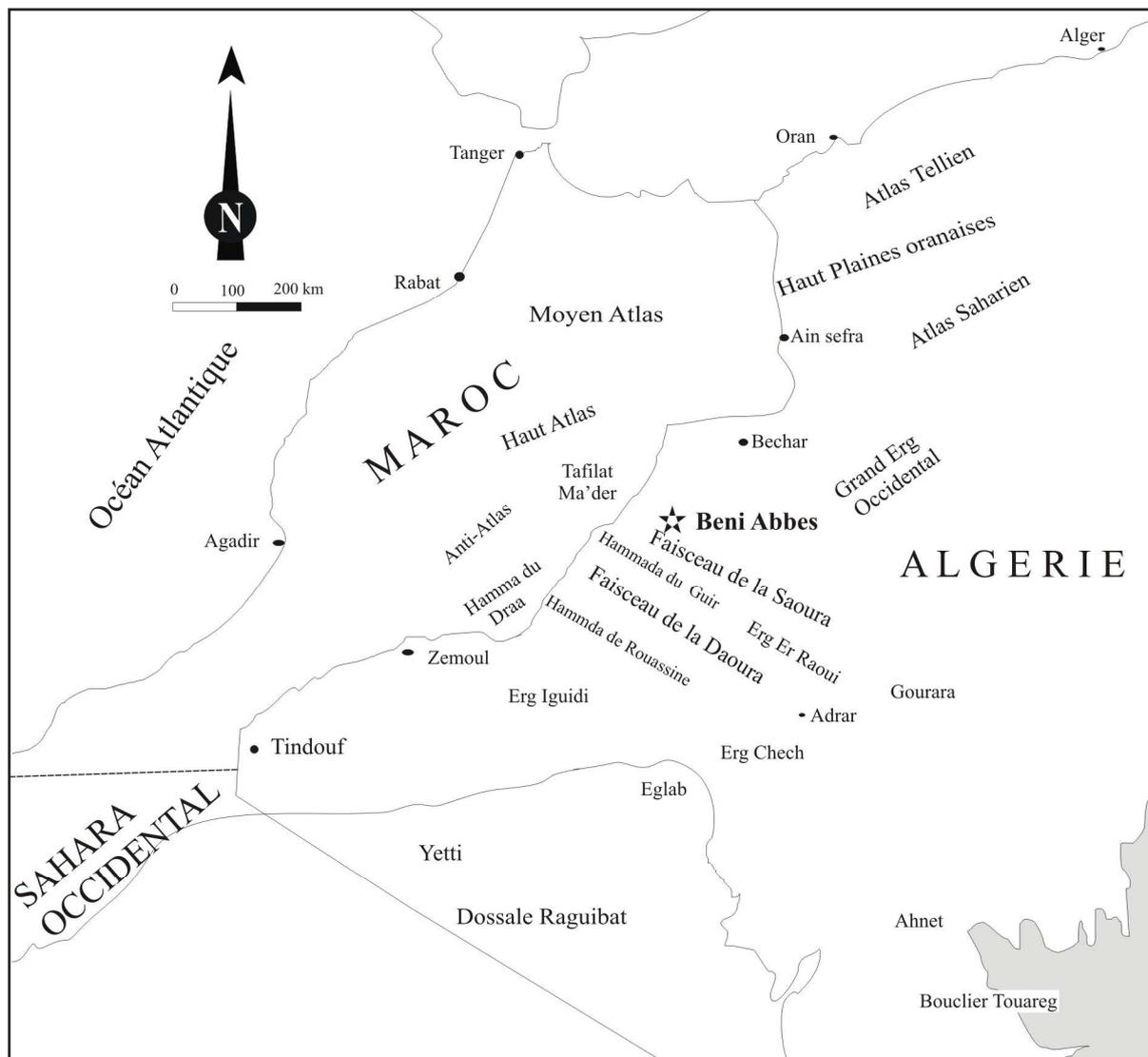


Fig. 1 : Position géographique de la chaîne d'Ougarta.

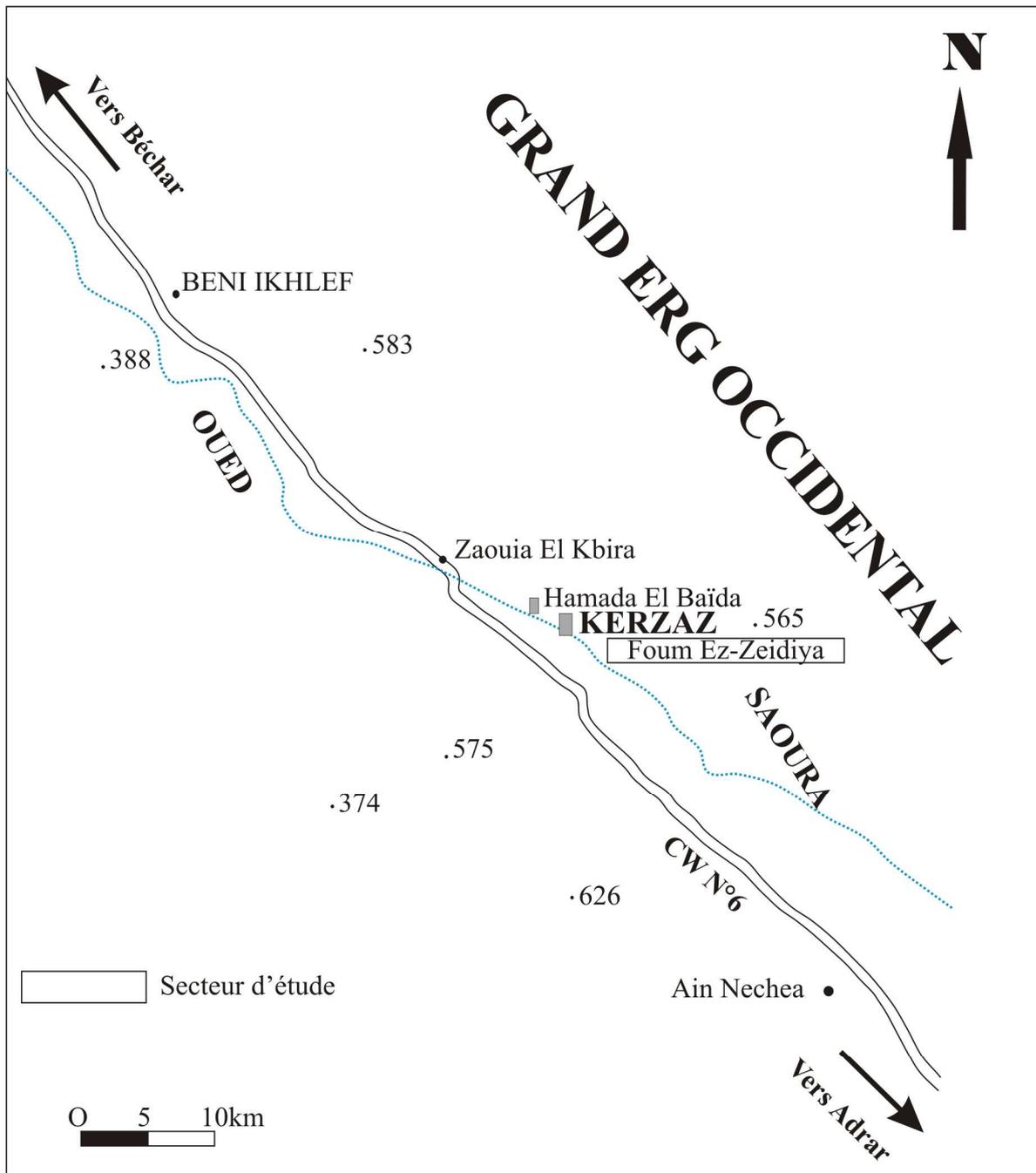


Fig. 2- Situation géographique du secteur Foug Ez-Zeidiya d'après la carte topographique de Kerzaz.

Foum Ez-Zeidiya

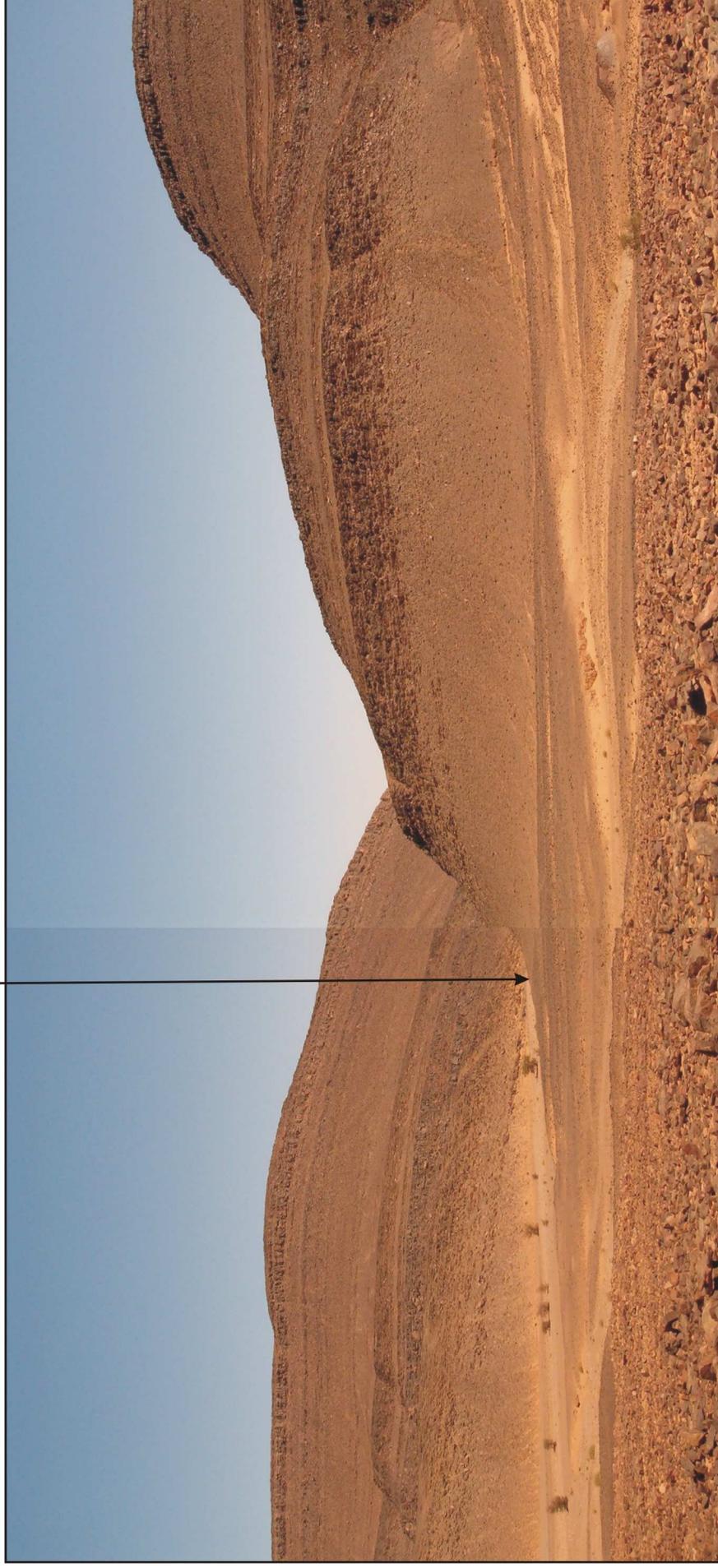


Fig. 3- Présentation photographique du secteur de Foum Ez-Zeidiya.

## **2-Secteur de Kheneg Et-Tlaïa**

Ce secteur est situé à environ 70 km à l'Ouest-Sud-Ouest de la ville de Béni-Abbès en passant par le village de Zeghamra situé à son tour à environ 45 km à l'Ouest-Sud-Ouest de Béni-Abbès et distant du secteur d'étude de 24 km.

## **III- CADRE GEOLOGIQUE GENERAL**

### **A- Cadre géologique des Monts d'Ougarta (fig. 6)**

La chaîne d'Ougarta fait partie d'un vaste ensemble de formations paléozoïques plissées et affectées par des mouvements hercyniens (MENCHIKOFF, 1933) à noyaux volcaniques et volcano-sédimentaires d'âge Précambrien. Cette série continue du Paléozoïque est assez épaisse, allant du Cambrien jusqu'au Carbonifère.

#### **1- Aperçu lithostratigraphique**

##### **a- Le Précambrien**

Les terrains les plus anciens dans la région sont des coulées de Rhyolites et des ignimbrites dont certaines sont en concordance avec les grès de l'Ougarta, tandis que d'autres paraissent en être séparées par une discordance. Elles peuvent être rapportées à l'Infracambrien ou à la base du Cambrien (ALIMEN *et al.*, 1952).

##### **b- Le Paléozoïque**

Les sédiments paléozoïques sont largement développés dans le Sahara algérien et représentés essentiellement par une épaisse série de roches détritiques et à un degré moindre carbonaté. Dans le Nord-occidental saharien, la sédimentation ordovicienne est essentiellement argilo-gréseuse.

#### **1- Le Cambrien**

Sur les Tufo-laves de Djebel Bou Kbeissat (CHIKHAOUI, 1972) reposent les brèches et les arkoses de " Sebkhah-El-Melah" définies par POUHEYTO (1952), constituées de débris de roches identiques à celles du socle sous-jacent.

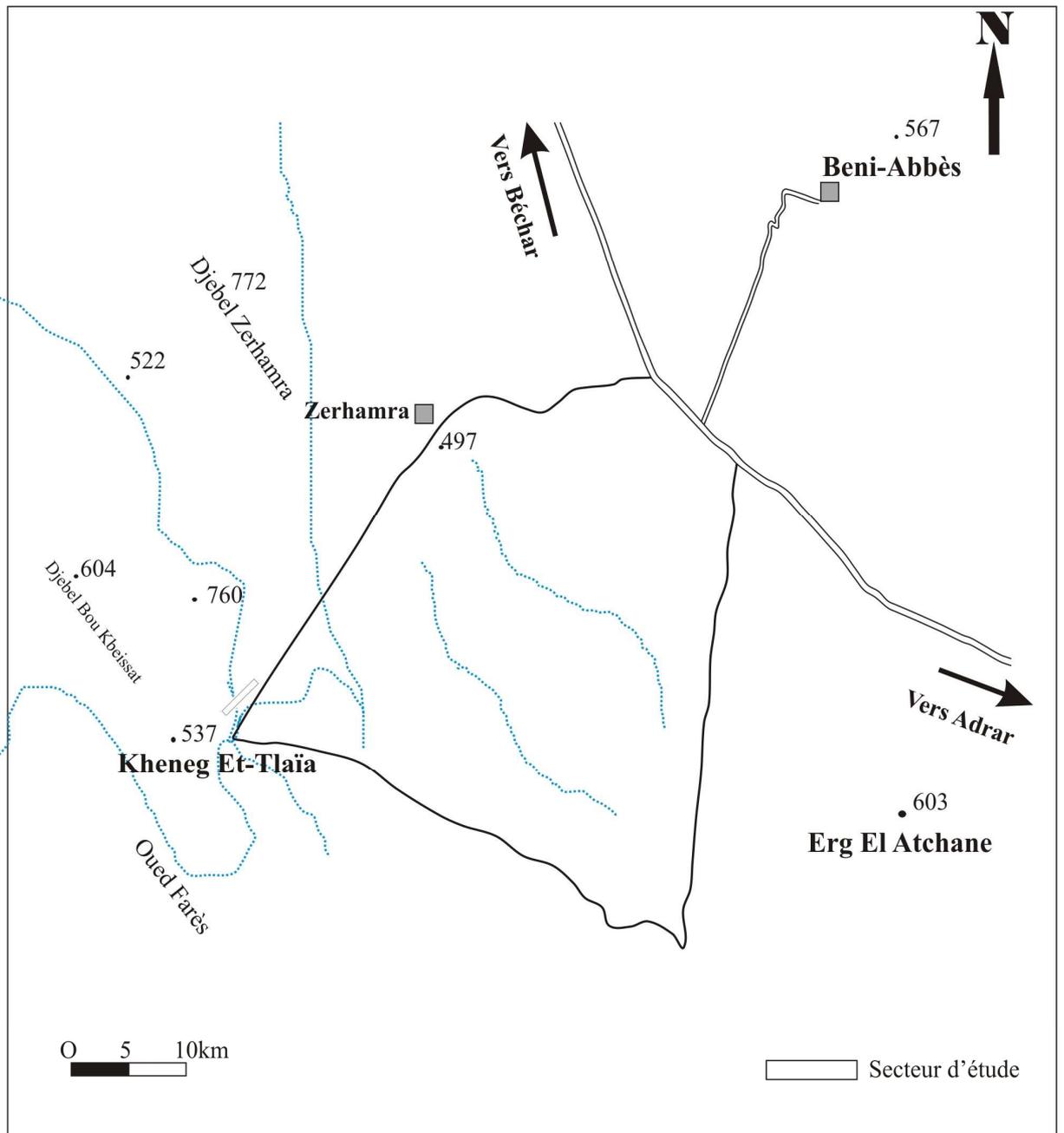


Fig. 4- Situation géographique du secteur de Kheneg Et-Tlaïa d'après les cartes topographiques de Kerzaz et de Béchar.

Kheneg Et-Tlaïa

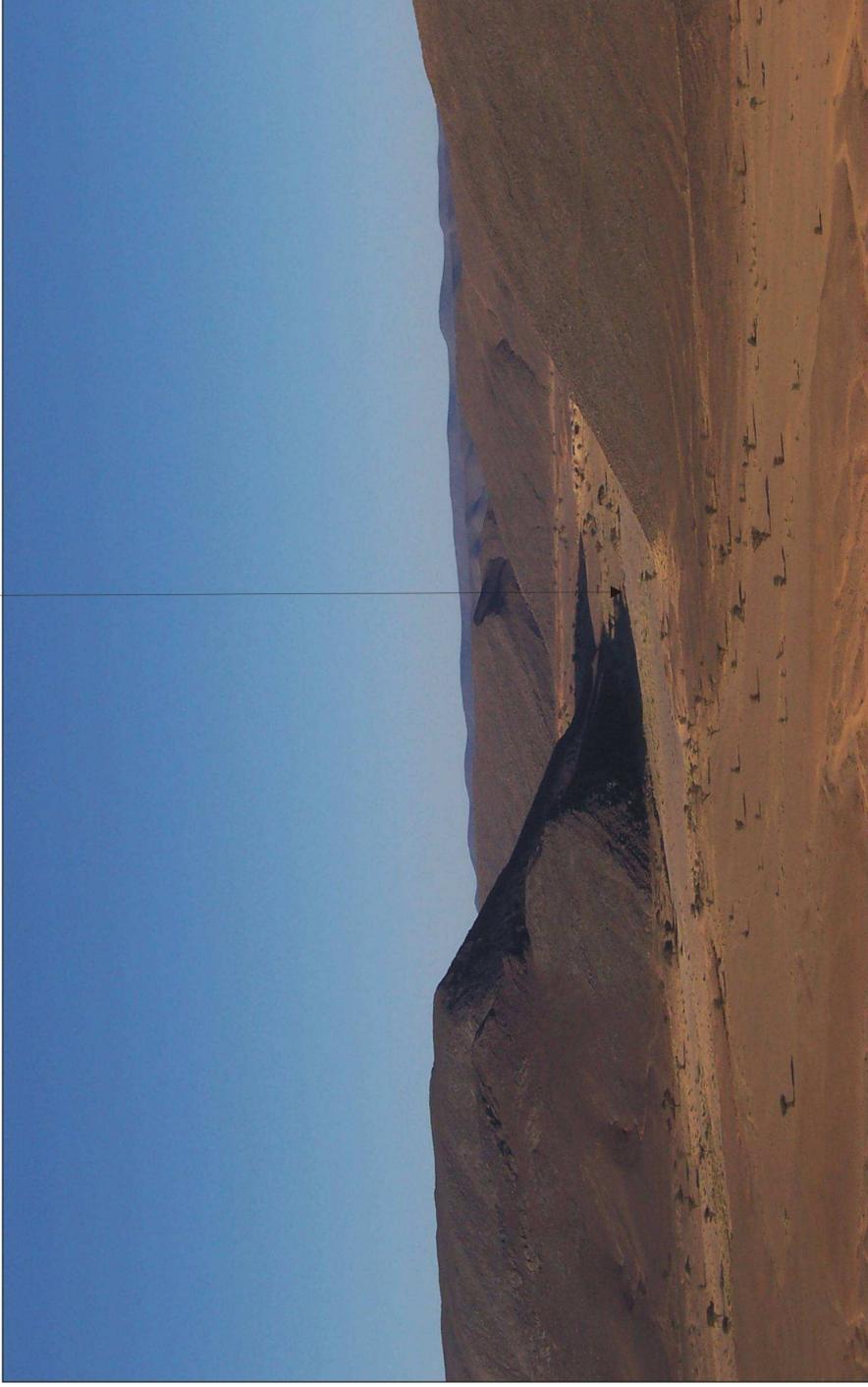


Fig. 5- Présentation photographique du secteur de Kheneg Et-Tlaïa

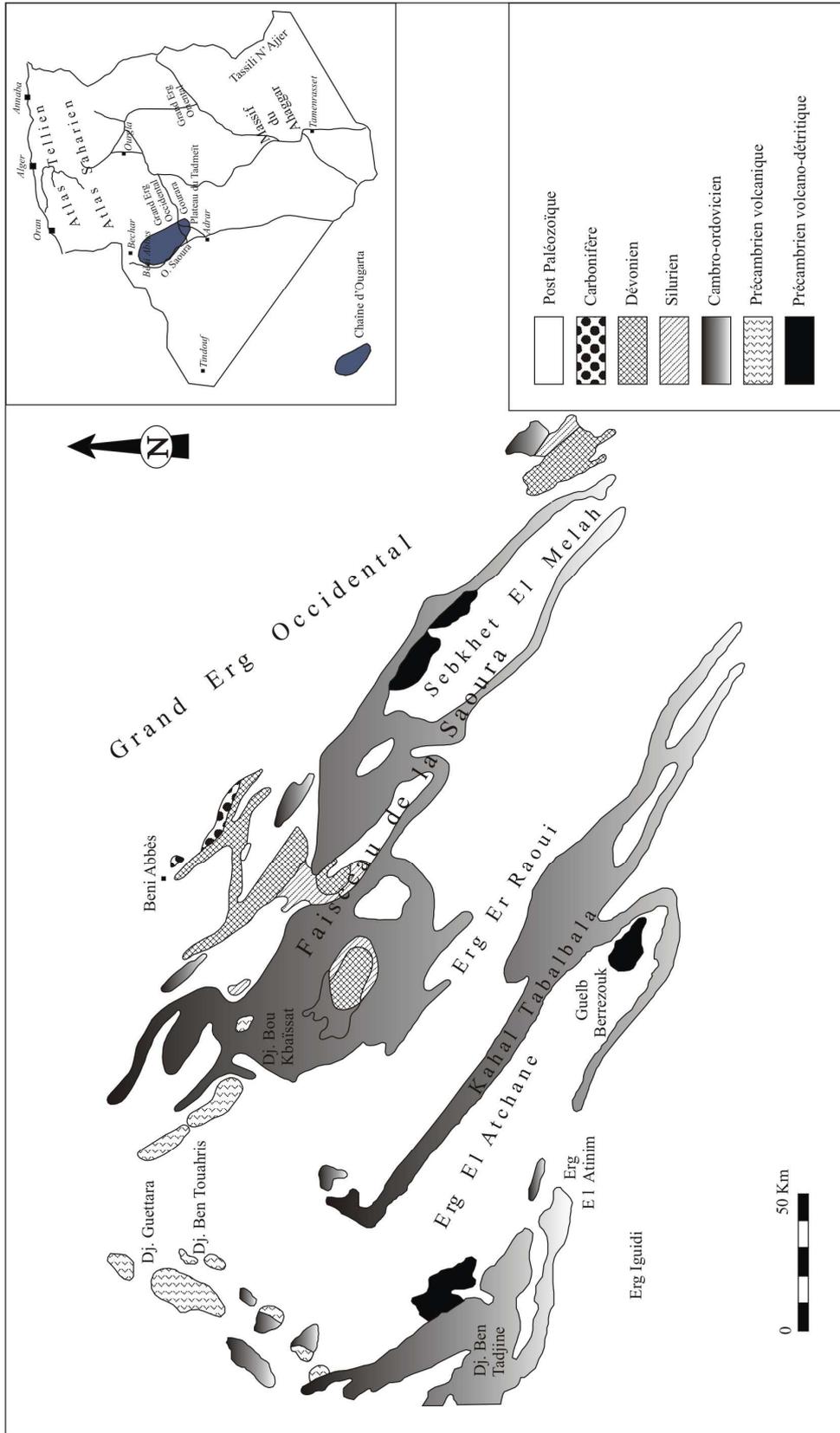


Fig. 6 : Cadre géologique des Monts d'Ougarta (Chikhaoui et Donzeau, 1972).

Le Cambrien dans notre région d'étude, correspond à un ensemble détritique de plusieurs milliers de mètres "Grès d'Ougarta". Sa partie inférieure est continentale et pratiquement azoïque (ALIMEN *et al.*, 1952).

Après le colloque de 1962 de la compagnie pétrolière, le faisceau de la Saoura a été subdivisé en trois unités lithologiques:

1- Formation conglomératique du Djebel Ben Tadjine (CHIKHAOUI et DONZEAU, 1972, *in* CHIKHAOUI, 1974);

2- Formation des arkoses de Sebkhata-El- Melah;

3- Formation des quartzites de Ain Nechea, couronnée par un niveau à *Lingulidae* (Dalle à *Lingules*).

## **2- L'Ordovicien (fig. 7 et tableau. 1)**

Au dessus de la "Dalle à *Lingules*", reposent cinq formations ordoviciennes généralement argilo-gréseuses et argilo-silteuses. Les subdivisions lithostratigraphiques sont celles du colloque sur le Cambro-Ordovicien de 1962.

L'Ordovicien correspond généralement à la partie supérieure des "Grès d'Ougarta" (MENCHIKOFF, 1952). De bas en haut, on distingue:

- "Formation de Foum Tineslem" (130 m), argilo-gréseuse, glauconieuse à la base et argileuse au sommet surmontant la "Dalle à *Lingules*";

- "Formation de Kheneg- El- Aatene" d'environ 200 m, comprend une série grésomiacée à la base, surmontée d'une série quartzitique recouverte à son sommet par un niveau mince ferrugineux;

- "Formation de Foum Ez-Zeidiya" (220 m); elle comporte une série argileuse à la base, un membre moyen à lentille de calcaire gréseux (miches calcaires) et une série argilo-gréseuse sommitale coiffée par un niveau ferrugineux. Cette formation correspond à notre objectif d'étude;

Formations	Colonne lithologique	Lithologie
Djebel Serraf		-Argiles
Bou M'haoud		- grès conglomératique
Foum Ez-Zeidiya		- croûte ferrugineuse concretionnée
Kheneg EL-Aatene		- miches calcaires avec des grès micacés en plaquettes - argiles vertes - croûte ferrugineuse concretionnée
Foum Tineslem		- quartzites - grès ferrugineux en plaquettes micacés - argiles vertes micacées

Fig. 7: subdivisions lithostratigraphiques de l'Ordovicien (D'après GOMEZ-SILVA et *al.*1963)  
(extrait de la carte géologique de l'Ougarta au 1/200 000).

- "Formation de Bou-M'haoud" d'une puissance de 200 m, grés-ferrugineuse à la base et argilo-gréseuse au sommet;

- "Formation de Djebel Serraf" (250 m), formée de trois membres, un membre inférieur conglomératique de Djebel Serraf, un membre médian argileux (argiles d'El Kseib) et un membre supérieur correspond au Grès d'Ougarta.

<b>Etages</b>	<b>Ma</b>	<b>Ougarta</b>
ASHGIL (Ashgillien)	435	Ksar d'Ougarta ou Djebel Serraf
CARADOC (Caradoc)	445	Bou-M'haoud
LLANDEILO (Llandeilien)	455	
LLANVIRN (Llanvirnien)		Foum Ez-Zeidiya
ARENIG (Arénigien)	470	Kheneg El -Aatène
TRE MADOC (Trémadocien)	485	Foum Tineslem (Dalle à <i>Lingules</i> )

**Remarque:** Les blancs du tableau ne figurent pas de lacunes géologiques (FABRE, 2005).

Tableau 1: Principales subdivisions lithostratigraphiques des formations ordoviciennes (FABRE, 2005).

### 3- Le Silurien

Le Silurien est représenté par une puissante série d'argiles qui repose en concordance sur les grès ordoviciens de Djebel Serraf (MENCHIKOFF, 1933).

Cette série silurienne est épaisse de plusieurs centaines de mètres, à graptolites et quelques passées calcaires. Elle correspond à "la Formation de Oued Ali" définie par BURROLET (1956) est reprise ultérieurement par LEGRAND (1977).

Le passage Silurien-Dévonien a été étudié en détail par LEGRAND (1977-1985) en se basant sur les graptolites (*Monograptus uniformis uniformis*), espèce caractéristique de la base du Lochkovien. Pour PARIS et al (1981) la présence de *Urnochitina urna* (groupe de chitinozoaires) souligne la limite Pridoli-Lochkovien.

Notons que le passage Siluro-Dévonien est progressif sans aucune discontinuité apparente.

#### **4- Le Dévonien**

Le Dévonien affleure au centre des dépressions synclinales et dans la vallée de la Saoura; il s'étend sur 3000 m environ (LEGRAND, 1962-1977).

##### **4-1- Le Dévonien inférieur**

LEGRAND (1962; 1977) a subdivisé le Dévonien inférieur en quatre unités lithologiques:

- "La Formation de Zeimlet" (120 m): elle fait partie du passage Siluro-Dévonien, caractérisée par des argiles sableuses, verdâtres, à rares lentilles de calcaires bioclastiques. Cette formation a été définie par LEGRAND (1962 ; 1977) qui lui a donné un âge Lochkovien inférieur par la présence de *Monograptus uniformis uniformis*. Les travaux de BOUMENDJEL et *al.* (1997) et PARIS et *al.* (1997) ont confirmé cette datation par des chitinozoaires et des trilobites (tabl. 2).

- "La Formation de Saheb El Djir" (220 m): cette formation est constituée essentiellement par des argiles intercalées par quelques passées décimétriques de calcaires bioclastiques. Elle a été définie par LEGRAND (1962 ; 1977) qui lui donna un âge Lochkovien inférieur et supérieur grâce à la faune de *Monograptus uniformis uniformis* et *Monograptus hercynicus*. BRICE (1997) en se basant sur la faune de brachiopodes, MOZADEC (1997) sur des trilobites et BOUMENDJEL et PARIS (1997) sur des chitinozoaires confirment cette datation.

- "La Formation de Dkhissa" (420 m): cette formation a été définie par BASTIEN (1967). Elle est matérialisée par une alternance d'argiles et de bancs gréseux, plurimétriques, noirâtres à stratifications obliques et entrecoupées. Au sommet, les niveaux de calcaires bioclastiques prennent de l'ampleur. Les études biostratigraphiques basées sur les chitinozoaires (BOUMENDJEL et *al.*, 1997) ont confirmé l'âge Lochkovien supérieur-Praguien;

- "la Formation de Teferguinite" (400 m): BOUMENDJEL et *al.* (1997) proposent un âge Praguien supérieur à Emsien supérieur. Elle débute avec la barre A (Muraille de Chine) et se

Formations Récentes	Quaternaire			Terrasses, Regs, Ergs...
	Néogène			Hamada
Lacune et discordance				
	Carbonifère	Inférieur	Tournaisien	Formation de Ouled Bou Hadid
	Dévonien	Supérieur	Strunien	Les grès de OUAROROUT
			Famennien	Formation de Marhouma (argiles, calcaires )
			Fransien	Formation de Cheffar El Ahmar (Argiles et calcaires à goniatites)
		Givétien		
		Eifilien		
		Inférieur	Emsien	Formation de Teferguenit
	Praguien Lochkovien		Formation de Dkhissa Formation de Saheb El Djir Formation de Zeimlet	
	Silurein	Ludlowien Wenlockien Llandoveryien		Formation de Oued Ali (Argiles à graptolites)
	Ordovicien	Supérieur		Formation de Djebel Serraf Formation de BouM'haoud Formation de Fom Ez-Zeidiya
		Inférieur		Formation de Kheneg EL-Aatene Formation de Tineslem
Cambrien			Formation de Ain Nechea Formation de Sebkhath El Melah Formation conglomératique de Djebel Bentadjine	
Infracambrien			Rhyolites	

Tableau. 2: Subdivision lithostratigraphique du Paléozoïque de la chaîne d'Ougarta

(Compagnies pétrolières, 1962).

termine sous le niveau coralligène (F.B.V) (OUALI MEHADJI, 2004). Elle est essentiellement argilo-gréseuse à intercalation de trois barres calcaires bioclastiques principales (A, B, C).

#### **4-2- Le Dévonien moyen**

Le Dévonien moyen débute à faible distance au-dessus des calcaires marneux du F.B.V (OUALI MEHADJI, 2004). Il est représenté par la majeure partie de "la Formation de Cheffar El Ahmar". Il est caractérisé par un ensemble argilo-calcaire à quelques minces passées gréseuses.

#### **4-3- Le Dévonien supérieur**

La limite Givitien/Frasnien se situe dans "La Formation de Cheffar El Ahmar" sous la barre des calcaires griottes. La plus grande partie du Dévonien supérieur est représentée par "la Formation de Marhouma". Il est marqué à sa base par un ensemble marno-calcaire à goniatites pyriteuses, surmonté par une épaisse série argileuse (environ 850 m) à intercalation de bancs centimétriques de calcaires noduleux.

Au dessus de cette formation des argiles de Marhouma repose une série gréseuse dite "La Formation gréseuse de Marhouma" (Grès de Ouarourout) attribuée au Strunien.

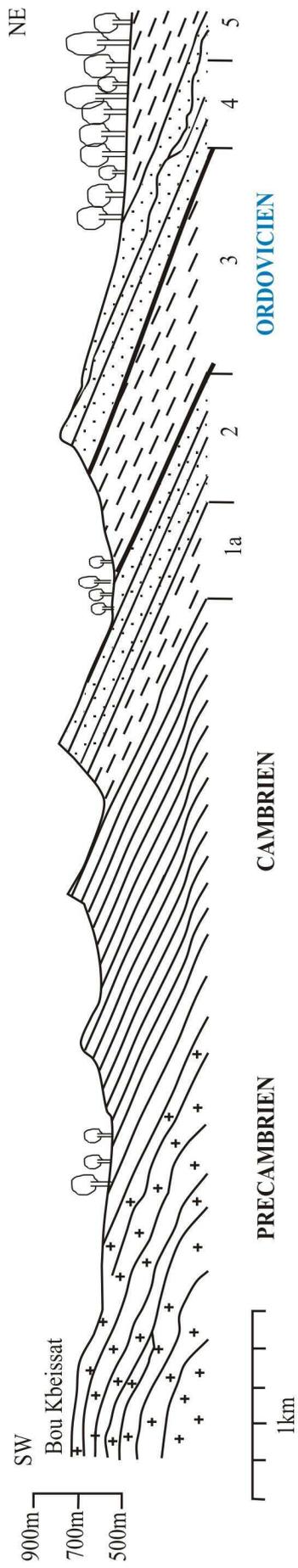
### **5- Le Carbonifère**

Les terrains carbonifères qui apparaissent dans la vallée de la Saoura appartiennent seulement au Tournaisien (Carbonifère inférieur) à goniatites et brachiopodes et au Viséen à brachiopodes et polypiers (ALIMEN et *al*, 1952).

Le Carbonifère supérieur (Namurien et Westphalien) où les couches continentales commencent à apparaître n'est connue que plus au Nord dans la région de Béchar (MENCHIKOFF, 1952).

#### **B- Cadre géologique des secteurs d'étude (fig.8)**

A Foug Ez-Zeidiya et à Kheneg Et-Tlaïa, les sédiments rencontrés sont d'âge Ordovicien. Il s'agit de la succession de trois formations: "La Formation de Foug Ez-Zeidiya" d'âge Arénig supérieur-Llanvirnien limitée à son sommet par un niveau ferrugineux,



Légende:

- 1a: Dalle à Lingules (Trémadocien) surmontée par les argiles de Foum Tineslem.
- 2: Grès de Kheneg El-Aatene (Arénig), l'horizon ferrugineux du sommet n'est pas toujours visible.
- 3: Argilo-gréseux de Foum Ez-Zeidiya; membre inférieur argileux fossilifère (Arénigien supérieur); membre médian (Llanvirnien) puis gréseux terminé par un horizon ferrugineux.
- 4: Argilo-gréseux à croûtes ferrugineuses de Bou M'haoud (Llandello-Caradocien).
- 5: Formation de Djebel Serraf.

Fig. 8- Coupe schématique de l'Ordovicien de Kheneg Et-Tlaia (D'après FABRE, 1976).

"La Formation de Bou M'haoud" d'âge Llandeilo-Caradoc et "La Formation périglaciaire de Djebel Serraf" d'âge Ashgillien. Dans le secteur de Foug Ez-Zeidiya, ces terrains sont surmontés par les dépôts néogènes (Hamada de Guir) qui reposent en discordance angulaire sur toute la série primaire.

Les formations ordoviciennes dans les deux secteurs d'étude ne sont que le prolongement les unes aux autres, de direction généralement NW-SE, (ALIMEN, 1952). Ces couches ont généralement un pendage sub-horizontale.

Notre formation surmonte deux formations argilo-gréseuses qui reposent directement sur le Cambrien, il s'agit respectivement de "La Formation de Foug Tineslem" d'âge Trémadocien et "La Formation de Kheneg El-Aatene" d'âge Arénig inférieur limitée à son sommet par un niveau ferrugineux.

"La Formation de Foug Ez-Zeidiya" généralement argilo-gréseuse a été décrite par GOMEZ-SILVA et *al* (1963) qui l'a subdivisée en trois termes:

- terme inférieur argileux, attribué à l'Arénigien supérieur grâce aux fossiles qu'il a fournis (bivalves, brachiopodes, trilobites, ostracodes et graptolites);
- terme moyen contenant des miches calcaires gréseuses, à *Dalmatina* sp. *Synhomalonotus*. Le sommet a livré des *Ogygiocarinae*. Ce terme a été attribué au Llanvirnien;
- le terme supérieur commence par un épisode argileux, superposé par des grès et des silts argileux contenant des miches calcaires à brachiopodes et débris de trilobites. L'âge de ce terme n'a pu être précisé par les auteurs.

LEGRAND (1974-1985) dans un travail sur la même formation "Formation de Foug Ez-Zeidiya" précisa les subdivisions stratigraphiques effectuées par GOMEZ-SILVA et *al*. en 1963 dans la région de l'Ougarta et donna un âge Arénigien supérieur-Llanvirnien.

#### **IV- CADRE STRUCTURAL**

La dalle saharienne s'est comportée comme un domaine cratonique relativement stable parcouru par des déformations de grande amplitude. Les mouvements du socle ont joué un

rôle moteur dans la formation des principaux axes structuraux de la plate-forme saharienne et son individualisation en bassins sédimentaires (BEUF et *al.*1971).

L'étude structurale des Monts d'Ougarta a été menée par DONZEAU (1971 et 1974). La série paléozoïque et son substratum anté-cambrien sont affectés par un plissement en vastes synclinaux et anticlinaux généralement allongés d'une direction NW-SE.

Les Monts d'Ougarta, d'une orientation NW-SE (ougartienne) et d'une morphologie à caractère appalachien (AIT KACI, 1990), s'insèrent comme un coin dans la plate-forme africaine (FABRE, 1969). Ils correspondent à une structure subsidente, allongée et plissée montrant tous les caractères d'un bassin aulacogène (SHATSKY, 1955; DONZEAU, 1974; COLLOMB et DONZEAU, 1974).

La déformation par plis lui donne une structure chevauchante à faible raccourcissement (HERVOUET et DUEE, 1996).

Les rejeux des accidents qui accompagnent les mouvements de déformation découpent l'aulacogène (Anti-Atlas/Ougarta) en systèmes losangiques (DONZEAU, 1974), grâce à des mouvements de décrochements senestres analogues à ceux du Précambrien de l'Ahaggar (CABY, 1970).

#### **A- Les failles**

Trois grandes familles de failles ont été retenues (DONZEAU, 1971, 1974 et 1981).

\*les failles de direction NE-SW (N45° à N60°): ce sont des failles qui ont joué verticalement à l'alignement de la chaîne d'Ougarta, formant une longue bande de 250 Km depuis la Daoura jusqu'à la région de Béchar. Elles sont responsables de la mise en place de l'édifice volcanique de "la Formation de Cal Robert" (CHIKHAOUI, 1974) et constituant la jonction entre l'aulacogène d'Ougarta et l'Anti-Atlas Marocain;

\*les failles de direction NW-SE (N130° à N°140): ces failles sont responsables de l'orientation des Monts d'Ougarta et probablement de l'alignement des massifs volcaniques dans le faisceau de la Saoura;

\*les failles de direction E-W (N90° à N100°): les conséquences de ces failles sont les suivantes:

-ensemble de plis vers l'Ouest qui se situe au Nord de Sebkhath-El- Melah;

-plis en dômes et bassins du centre du faisceau de la Saoura.

Les deux dernières familles de failles ont joué de façon synchrone à la fin du Paléozoïque (AIT KACI, 1990).

## **B- Les plis**

Dans le centre du faisceau de la Saoura, les plis sont disposés en "dômes et bassins". Le réseau des diaclases longitudinales et transversales associées à ces plis fait apparaître:

-l'existence de deux directions de plissement l'une ougartienne,  $130^{\circ}$ - $140^{\circ}$  E, l'autre atlasique,  $90^{\circ}$ - $100^{\circ}$  E;

-l'existence d'un raccourcissement orienté au  $60$ - $65^{\circ}$  E (DONZEAU, 1971).

En plus de l'existence d'axes NW-SE, BLES (1969) signale après une étude des failles au 1/500 000 (Kerzaz et Hamada de Guir), l'existence d'axes E-W et NNW-SSE.

Dans le faisceau de la Daoura, le Djebel Ben Tadjine forme un vaste synclinal d'axe E-W qui se courbe plus tard vers le NW. Ces plis sont coffrés à rayon de courbure associé à un système de diaclases longitudinales et transversales, qui engendre deux directions: NW-SE et E-W.

Ces plissements hercyniens dans les Monts d'Ougarta sont post-Autunien (DONZEAU et *al.*, 1981), peut être Permien et/ou Crétacé.

Pour HERVOUET et DUEE (1996), quatre unités structurales avec un autochtone relatif représenté par l'Erg Chech ont été définies (fig. 9). Les structures dans les chaînes de l'Ougarta comprennent des anticlinaux à unités cambro-ordoviciennes, de géométrie et d'orientation variées et des synclinaux étroits à sédiments siluro-dévonien.

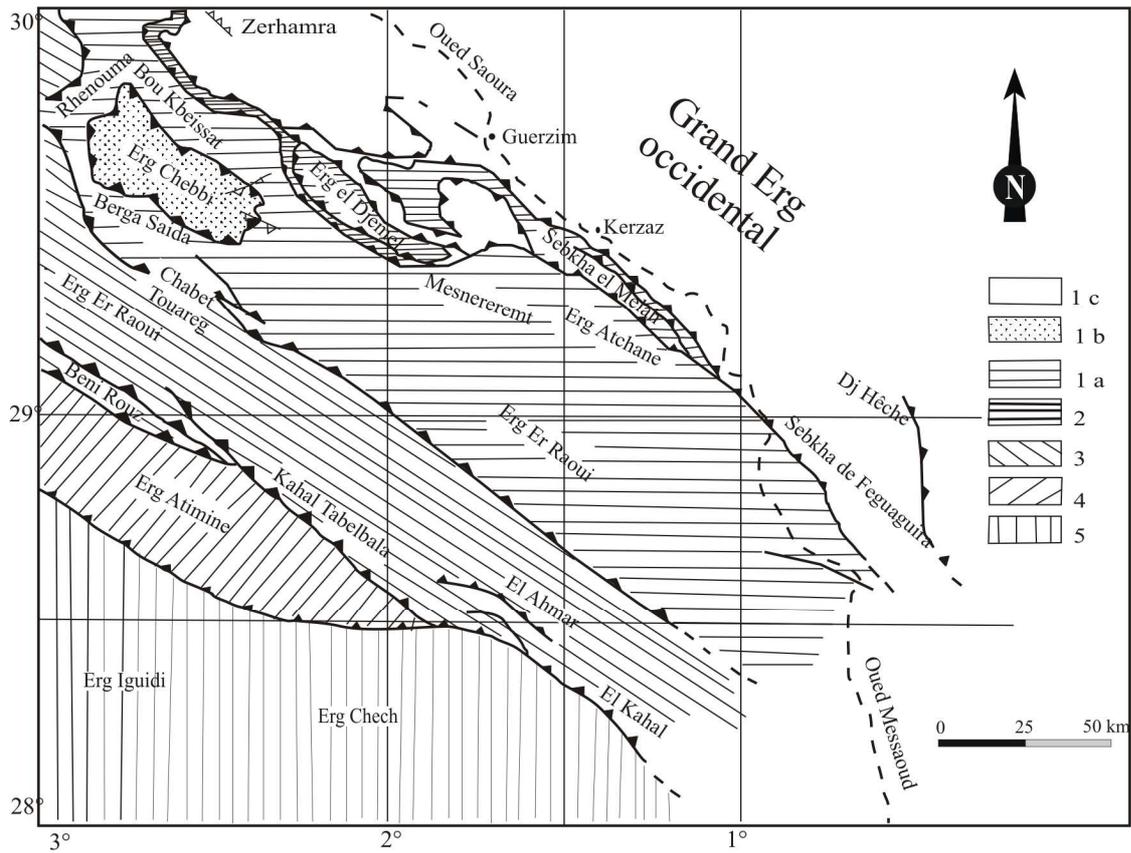


Fig. 9- Unités structurales et toponymies des Monts d'Ougarta  
(D'après HERVOUET & DUEE, 1996).

- 1-Unité septentrionale (1a : Sebkhia Melah ; 1b : Dar Oussakh ; 1c:Guerzim)
- 2- Dj. Bou Kbeissat-Erg Atchane ; 3- Kahal Tabelbala ; 4- Erg Atimine ;
- 5- Erg Chech (autochtone relatif) (d'après Hervouet & Duée, 1996).

## IV- HISTORIQUE DES TRAVAUX

Cette partie révèle les principaux travaux qui retracent l'évolution des connaissances de la géologie saharienne, et en particulier, les travaux ayant concernés les terrains ordoviciens. L'historique de ces travaux peut-être subdivisé en trois grandes périodes:

- période des anciens travaux (avant 1960).
- période des recherches comprises entre 1960 et 1970.
- période des études récentes (après 1970).

### A- Période des anciens travaux (avant 1960)

Les premières études effectuées dans la Saoura et la chaîne d'Ougarta sont celles de GAUTIER, qui a pu traverser les chaînes de l'Ougarta jusqu'à Tabelbala.

GAUTIER (1908), dans son remarquable ouvrage "Sahara algérien" comporte une esquisse géologique de toute la région, qui malgré une série d'erreurs dans la chronologie stratigraphique, donne une image assez exacte de la structure géologique.

Avant la première guerre mondiale, des observations géologiques et géographiques sur la chaîne d'Ougarta ont été faites par le Lieutenant REY en 1914.

A partir, de 1924, la région a été étudiée par MENCHIKOFF; il a établi l'âge Cambro-Ordovicien des "Grès d'Ougarta" attribués antérieurement à l'Eodévonien et a donné une échelle stratigraphique détaillée de la série primaire, en particulier celle des zones à Ammonoïdes du Dévonien moyen et supérieur.

En 1928, ce même auteur décrivit et étudia le Paléozoïque du Sahara algérien, en attribuant l'ensemble gréseux, apparemment azoïque, à l'Ordovicien en raison de sa position sous les "argiles à graptolites" du Silurien. En 1933, il subdivisa ces grès en : les grès inférieurs attribués au Cambrien malgré l'absence de la faune et les grès supérieurs (grès d'Ougarta supérieurs) attribués à l'Ordovicien grâce aux fossiles rencontrés (*Lingules* et *Bellerophon*) dans la partie inférieure. La position des grès supérieurs, qui se trouvent sous les "argiles à graptolites" du Silurien et constituent le Tassili interne a été confirmée par LELLUBRE (1952) qui justifia leur âge Ordovicien. Ces grès ont été déjà décrits par KILIAN

en 1933. En effet, grâce à la récolte de *Dichograptus* cf. *Octobrachiatus*, ALIMEN et al. (1952) annoncèrent la reconnaissance de l'Arénigien dans la région de Hassi Chaamba.

POUEYTO (1952), en l'absence de fossiles, estimait que rien ne permettait de supposer que le Trémadoc était représenté, pour bien définir la limite Cambrien-Ordovicien.

Dans le cadre des travaux de la société Française du pétrole, une nomenclature des différentes formations des Monts d'Ougarta a été établie par BUROLLET et al. (1955). La révision des séries dévonniennes à céphalopodes a été faite par PETTER (1959).

## **B- Période des recherches comprises entre (1960 et 1970)**

ARBEY (1962) décrit quatre formations dans les Monts d'Ougarta (Saoura) en les appelant corniches et attribua les deux premières qui se trouvent sous la "Dalle à *Lingules*" au Cambrien. La troisième est subdivisée en cinq unités, tandis que la quatrième commence par une série argileuse riche en brachiopodes, surmontée par des argiles et des quartzites à sommet ferrugineux.

Ce même auteur et dans la même année note la présence de fréquentes plaques de calcaires à structures "cône-in-cône" vers le sommet du terme supérieur argileux de "la Formation de Foug-Tineslem". Il affirme l'âge Trémadocien de la "Dalle à *Lingules*" sans apporter aucune preuve.

DOURTHE et SERRA (1962) décrivent dans le Bassin de Tindouf (région de Gara Es-Sayada), une série quartzo-schisteuse plissée surmontée en discordance par la série de dernière Gara. L'ensemble est attribué au Caradocien grâce aux fossiles trouvés.

GOMEZ-SILVA et al., (1963) levèrent une coupe dans le Cambro-Ordovicien des chaînes d'Ougarta et distinguèrent cinq formations entre la "dalle à *Lingules*" et les "argiles à graptolites" du Silurien:

- Formation argilo-gréseuse de "Foug-Tineslem" attribuée au Trémadocien grâce aux débris de fossiles rencontrés à sa base et aux débris de graptolites récoltés dans le membre supérieur;
- Formation gréseuse de "Kheng-El-Aatene" subdivisée en deux membres:

\*membre inférieur : grès ferrugineux à sommet quartzitique;

\*membre supérieur: il est constitué essentiellement de grès quartzitiques, avec quelques bancs à Tigilites, et a fourni, à la base du terme supérieur, des brachiopodes (*lingulidae* et *Obolidae*) d'âge Arénigien;

- Formation argilo-gréseuse de "Foum Ez-Zeidiya": le terme inférieur est attribué à l'Arénigien supérieur grâce aux fossiles qu'il a fourni (bivalves, brachiopodes, trilobites, ostracodes et graptolites). Le terme médian est attribué à Llanvirnien avec, par endroits, des miches calcaires, à *Dalmanitina* sp.*Synhomalonotus*. Le sommet a livré des *Ogygiocarinae*. Le terme supérieur commence par des miches calcaires à brachiopodes et débris de trilobites. L'âge de ce terme n'a pu être précisé par les auteurs;

- Formation argilo-gréseuse de "Bou-M'haoud" subdivisée en deux membres:

\*membre inférieur grésif-ferrugineux;

\*membre supérieur argilo-gréseux;

-Formation conglomératique de "Djebel Serraf", discordante sur les terrains sous-jacents et subdivisée en trois membres:

\*membre inférieur conglomératique, fossilifère (brachiopodes et trilobites) du Caradocien supérieur;

\*membre médian: les argiles d'El Kseib;

\*membre supérieur: les grès du Ksar d'Ougarta.

Dans le terme inférieur argileux de "la Formation Foum Ez-Zeidiya", la présence de minces lits de calcaires rouges à structures "cône-in-cône" a été signalée dans l'essai de Nomenclature lithostratigraphique du Cambro-Ordovicien saharien (Compagnies pétrolières, 1964).

Toujours dans "la Formation de Foum Ez-Zeidiya", LEGRAND (1964) a trouvé à la base du membre inférieur des fragments de "stripes" de la sous-espèce *Didymograptus fractus* qui marque l'Arénigien supérieur.

La découverte de *D. (Rhabdinopora) e.g. flabelliforme* dans le membre inférieur de "la Formation de Foum Tineslem" confirme l'âge Trémadocien après la proposition de GOMEZ-SILVA et *al.* (1963) grâce aux débris de graptolites.

BEUF et *al.* (1968) ont décrit le Cambro-Ordovicien dans l'anticlinorium de Bled El Mass et proposé une nomenclature propre à cette région:

- "Formation de Djebel Tilkatine" attribuée au Cambrien;

- "Formation des grès du Djebel Tamamate" subdivisée en deux membres:

\*membre inférieur à brachiopodes inarticulés (Trémadocien);

\*membre supérieur grès à tigilites;

- Formation des argiles et des grès calcaires de "Gouiret el Diab" subdivisée en deux membres:

\*membre inférieur a livré des *Didymograptus.e. g. nitidus* (Arénigien inférieur);

\*membre supérieur a livré des trilobites et des brachiopodes (Arénigien supérieur);

- "Formation des grès d'In Chekh" se superpose à un ravinement. Elle est surmontée par les argiles siluriennes.

### **C-les études récentes (après 1970)**

Des cartes d'orientation des différentes traces laissées par les glaciations ont été réalisées par BEUF et *al.* (1971) pour être résumées dans un schéma général des écoulements glaciaires et une esquisse de zonations des phénomènes glaciaires vers la fin de l'Ordovicien au Sahara a été proposée.

ARBEY (1971) découvre des restes de grands végétaux ayant des affinités avec les Nématophytes. Ces végétaux ont été trouvés dans le cortège glaciaire des Monts d'Ougarta.

Une description d'empreintes de Nématophytes rencontrés dans les Monts d'Ougarta (Ordovicien) et les structures de l'Aïr et de Libye (Dévonien inférieur) a été faite par ARBEY (1971) et KOENIGUER (1975).

En 1973, ARBEY a découvert dans les niveaux de l'Ordovicien terminal trois gisements de Prototaxites sur le bord Sud du synclinal d'Ougarta dans la région de Zeimlet Barka (80 Km au Sud de Beni Abbès).

LEGRAND (1974-1985) précisa les subdivisions stratigraphiques effectuées par GOMEZ-SILVA et *al* en 1963 dans la région d'Ougarta:

-la "Formation des argiles de Foum Tineslem" est attribuée au Trémadocien inférieur grâce à : *Lingulobotus? Septentrionalis*, *Dyctionema flabelliformis aff. Flabelliforme* et quelques *Anisograptidae*.

- "La Formation des quartzites de Kheneg El-Aatene": Arénigien probable;

- "La Formation de Foum Ez-Zeidiya": Arénigien supérieur-Llanvirnien;

- "La Formation argilo-gréseuse de Bou M'haoud": attribuée au Llandeilo-Caradocien;

- "La formation argilo-gréseuse de Djebel Serraf": surmontant la précédente et attribuée à l'Ashgillien supérieur (Grès de Ksar d'Ougarta).

KOENIGUER (1975) et en association avec ARBEY en 1979 ont décrit dans les dépôts glaciaires de "la Formation de Djebel Serraf", dans les régions de Zeimlet Barka et Nougair des organismes cylindro-coniques qu'ils rapprochent du genre Prototaxites.

FABRE (1976) présente un travail sur la géologie du Paléozoïque du Sahara algérien.

En 1985, LEGRAND donne un âge Ashgillien terminal au "Grès du Ksar d'Ougarta" grâce à une faune comprenant entre autres *Plectotyrella chauveli* V. HAVLICEK et *Hirnantia aff. sagittifera* (M'COY).

LEGRAND (1985-1988) montre que la calotte glaciaire avait totalement fondue sur l'ensemble de l'Ahaggar et dans la chaîne d'Ougarta.

Une étude sur l'évolution lithostratigraphique et sédimentologique du Cambro-Ordovicien des Monts d'Ougarta a été présentée par AIT KACI en 1990.

Avec l'évolution de la technologie, HERVOUET et DUEE (1996) utilisent une nouvelle technique qui est l'image satellitaire, à partir de laquelle, ils réalisent une étude structurale, ainsi que des coupes modélisées des Monts d'Ougarta.

Dans la partie septentrionale du Sahara algérien, l'âge Trémadocien inférieur de la partie inférieure des argiles d'El Gassi a été établi par MELOU et *al.* (1999) grâce à la présence des graptolites du groupe *D. (Rhabdinopora) flabelliforme*.

LEGRAND (2002), propose la définition et l'application de la limite Cambro-ordovicienne au Sahara algérien. Cette limite coïncide avec l'apparition du Conodonte *Lapetognatus fluctivagus* (NICOLL et *al.*, 1999). Elle a été proposée par (COBWG, 1999; COOPER et *al.*, 2001). Dans cette publication, il confirme que c'est maintenant et seulement maintenant, d'essayer de placer cette limite dans d'autres régions du monde notamment dans les Monts d'Ougarta et l'Ahaggar.

Très récemment, AIT-OUALI et NEDJARI en 2006 ont montré que des observations récentes dans certaines régions (Ahnet, Ougarta et Timimoun) conduisent à nuancer l'image de la stabilité de la plate-forme saharienne dont certaines périodes sont caractérisées par une grande mobilité du substratum et des déformations synsédimentaires. Ils ajoutent qu'au passage Ordovicien-Silurien, ces phénomènes sont très complexes : déformations intenses liées à la phase taconique, réajustement isostatique, glacio-tectonique, relaxation et distension au début du Silurien.

Dans la même année, ARBEY montre qu'au sommet du dernier épisode glaciaire, probablement au dessous des niveaux datés comme étant Ashgillien terminal, des Algues de grandes tailles, mal fossilisées, vivant dans des mers profondes et froides, très voisines des Nématophytes dévoniens, se sont trouvés dans des moraines et des écailles de poussées glaciaires.

GHIENNE et *al.* (2007) effectuent une étude géologique dans les Monts d'Ougarta sur des terrains Cambro-Ordovicien. Ils proposent des environnements de dépôt qui vont du fluvial jusqu'à la plate-forme et montrent la succession de six séquences avec la présentation des phases transgressives et régressives propres à chaque formation.

## **V- METHODOLOGIE DU TRAVAIL**

La méthode de travail consiste à des levés de coupes sur le terrain. Le travail sur le terrain a commencé d'abord par la recherche des niveaux lithostratigraphiques repères, notamment les niveaux ferrugineux qui limitent notre formation de la base et du sommet. Après avoir défini nos repères, quatre coupes ont été levées, trois dans le secteur de Foug Ez-Zeidiya et une dans le secteur de Kheneg Et-Tlaïa. Les coupes ont été levées en détail ("banc par banc").

**CHAPITRE DEUXIEME**  
**LITHOSTRATIGRAPHIE**

<p><b>Lithologie:</b></p> <p> Argiles</p> <p> Grès</p> <p> Calcaire</p> <p><b>Les différentes structures sédimentaires:</b></p> <p> Litages de rides</p> <p> Litages horizontaux</p> <p> Rides de courant</p> <p> Stratifications entrecroisées</p> <p> Litages obliques en mamelons (<i>HCS</i>)</p> <p> Rythmites gradées</p> <p> Figures de base de banc</p> <p><b>Autres figurés:</b></p> <p> <i>Scolithos</i></p> <p> <i>Terriers</i></p> <p> Traces d'organismes</p> <p> Limites des ensembles</p>	<p><b>Abréviations des termes utilisés:</b></p> <p>A: argile</p> <p>GF: grès fin</p> <p>GM: grès moyen</p> <p>GG: grès grossier</p> <p>+ : présent</p> <p>++: présent et abondant</p> <p>-: absent</p> <p>CI: coupe de Foum Ez-Zeidiya n°1</p> <p>CII: coupe de Foum Ez-Zeidiya n°2</p> <p>CIII: coupe de Foum Ez-Zeidiya n°3</p> <p>CIV: coupe de Kheneg Et-Tlaïa</p> <p><i>HCS: hummocky Cross Stratification</i></p> <p><i>SGL: Storm Graded Layers</i></p> <p><i>SCS: Swaley Cross Stratification</i></p>
--	---

Fig. 10: Liste des symboles et figurés utilisés.

# LITHOSTRATIGRAPHIE

## I- Introduction

Ce chapitre présente une étude descriptive de la succession lithostratigraphique Arénig supérieur- Llanvirnienne de "la Formation détritique de Foum Ez-Zeidiya" dans les Monts d'Ougarta, ainsi qu'une corrélation de faciès à partir des coupes levées.

Nous avons pu lever quatre coupes lithostratigraphiques détaillées (banc par banc) dans deux secteurs différents, distants approximativement de 200 kilomètres. Il s'agit respectivement du secteur de Foum Ez-Zeidiya dans sa localité type et celui de Kheneg Et-Tlaïa. C'est là que notre formation semble la mieux représentée et la plus complète.

L'étude a été basée essentiellement sur la lithologie, la granulométrie, la stratonomie, la couleur, les structures sédimentaires et l'ichnofaciès.

Il est à noter que les datations utilisées sont celles effectuées par GOMEZ-SILVA *et al.* (1963) et précisées par LEGRAND (1974-1985), grâce aux graptolites récoltés.

## II- Description lithologique de "la Formation de Foum Ez-Zeidiya"

### A- Secteur de Foum Ez-Zeidiya (fig. 11 et 12)

Trois coupes ont été levées à environ 07 kilomètres au Sud-Est du village de Kerzaz, le long de la route nationale n° 6 reliant Béchar à Adrar.

#### 1- Coupe de Foum Ez-Zeidydia (C I) (fig. 13, 13bis et 14)

##### a- Situation géographique de la coupe

Cette coupe a été levée à environ 7 km au SE du village de Kerzaz, au point nommé Foum Ez-Zeidiya (fig. 11), suivant une direction NW-SE.

Les coordonnées Lambert, d'après la carte topographique de Kerzaz au 1/500 000, sont :

X= 65,30  
Y= 325,02

X'= 65,35  
Y'= 325,03

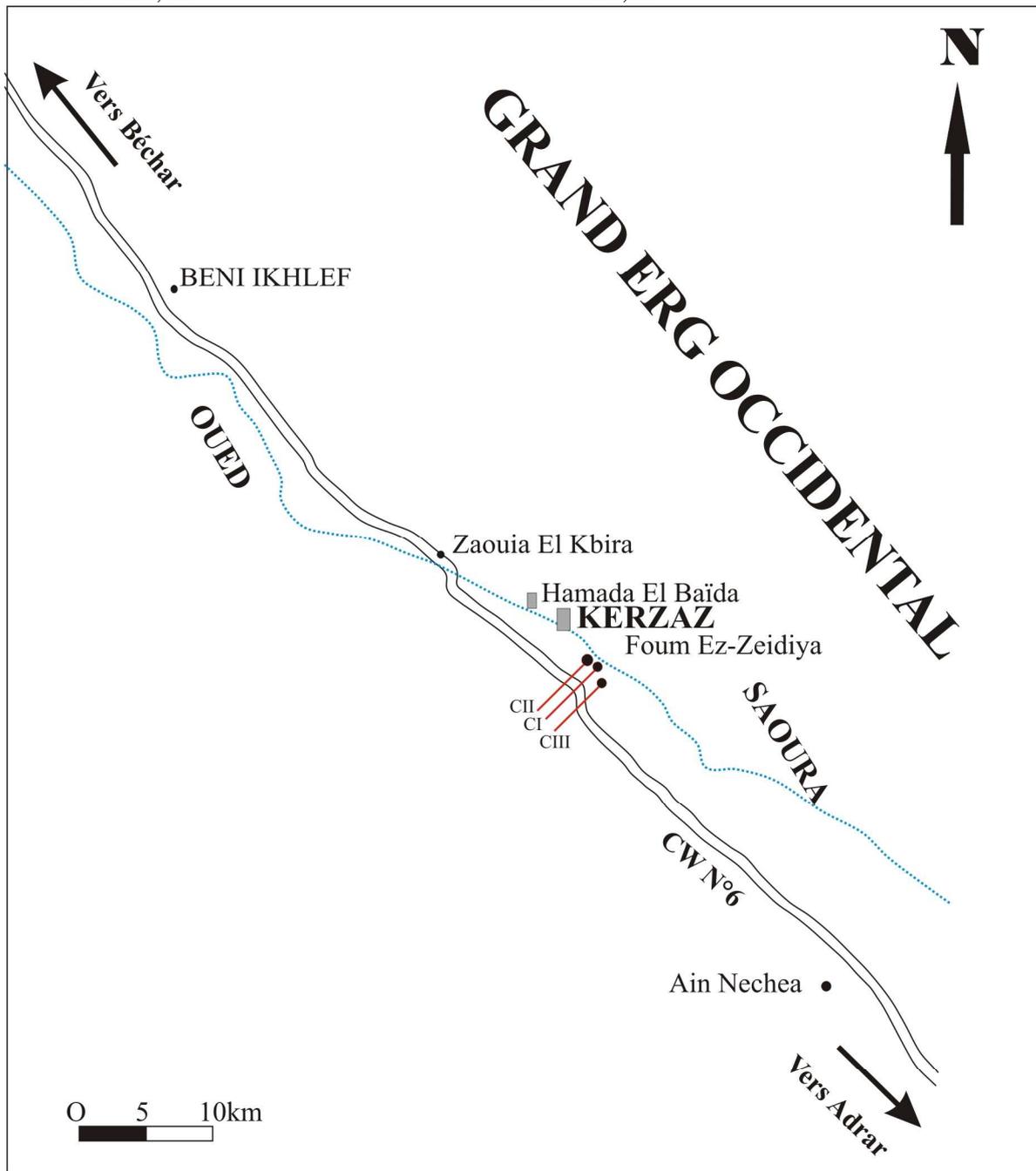


Fig. 11- Localisations des coupes

 Positions des coupes



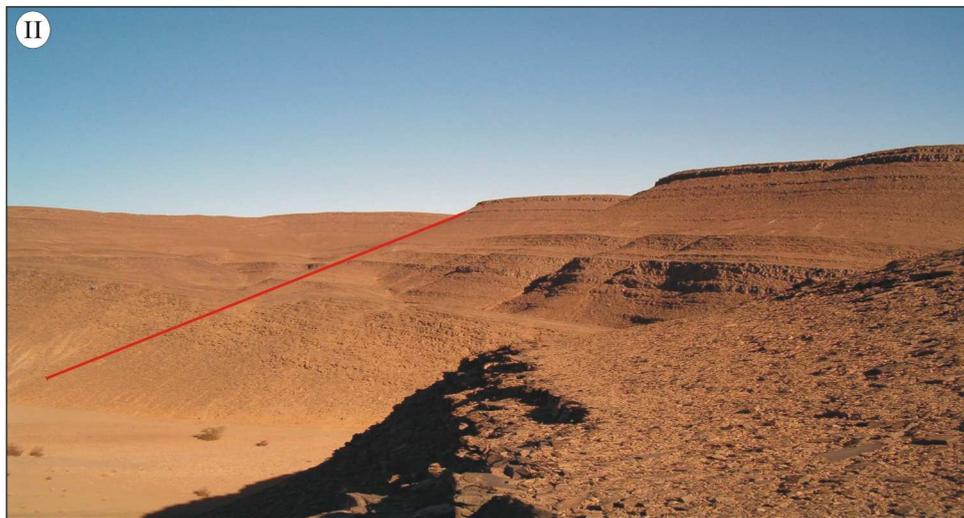


Fig. 12- Présentation photographique des coupes du secteur de Foum Ez-Zeidiya

I: coupe CI.

II: coupe CII.

III: coupe CIII.

— Traits de coupes.

## **b- Lithostratigraphie**

"La Formation de Foum Ez-Zeidiya" montre une épaisseur de 111 m. Elle comprend trois ensembles matérialisés par une alternance argilo-gréseuse.

### **1- Ensemble I (40 m) (fig. 13; PL. 1, fig. 1)**

Il est représenté par une alternance d'argiles verdâtres et de niveaux gréseux centimétriques à métriques.

La partie basale de cet ensemble débute par une puissante combe argileuse, verdâtre, et se termine par une alternance de minces niveaux argileux et de niveaux gréseux, centimétriques, de grès en plaquettes, de granulométrie fine, à ciment argileux et de couleur jaunâtre à verdâtre à la patine et verdâtre à la cassure. Ces grès sont micacés et renferment des miches calcaires à ciment gréseux; elles se présentent sous-forme de nodules de grande taille (PL. 2, fig. 5), de couleur rougeâtre à la patine, verdâtre à la cassure et à éléments bioclastiques.

Une alternance d'argiles verdâtres centimétriques à métriques et de bancs gréseux à miches calcaires d'épaisseur centimétrique caractérise la partie médiane de cet ensemble. Les grès se présentent sous-forme de bancs centimétriques à décimétriques, en plaquettes, emboîtés, à grains fins, à ciment argileux, verdâtre à la cassure et à la patine. Ils sont très micacés, à *SGL (Storm Graded Layers)* (PL. 2, fig. 2), associées à des litages de rides et des litages horizontaux.

La partie sommitale est marquée par une barre gréseuse continue (PL. 1, fig. 2), chenalisée. Cette barre est caractérisée par une intercalation de minces niveaux argileux verdâtres et de niveaux gréseux centimétriques à métriques. Les grès sont fins, micacés, de couleur noirâtre à la patine et blanchâtre à la cassure, pauvres en structures sédimentaires, sauf quelques litages horizontaux et des figures de base de bancs (PL. 2, fig. 1).

### **2- Ensemble II (31 m) (fig. 13 ; PL. 1, fig. 1)**

Il est essentiellement gréseux et moins épais que le précédent, commençant et se terminant par une alternance de niveaux argileux millimétriques à centimétriques, voir métriques et des niveaux gréseux. Ces argiles sont verdâtres et renferment des miches

calcaires, massives, à ciment gréseux. Les niveaux gréseux s'organisent en bancs centimétriques à décimétriques en plaquettes. Ils sont emboîtés, verdâtres à la patine et à la cassure, peu micacés et à ciment argileux. Ils renferment des miches calcaires (PL. 2, fig.4). Les grains sont fins à moyens. Ces grès sont riches en structures sédimentaires, notamment des litages de rides, des litages horizontaux, des stratifications entrecroisées et des rythmites gradées (*SGL* ou *Storm Graded Layers*) (PL. 2, fig. 3).

La partie médiane de cet ensemble est matérialisée par la succession de niveaux gréseux à granulométrie moyenne, noirâtre à la patine et blanchâtre à la cassure, d'épaisseur centimétrique à décimétrique. Ces grès se présentent sous-forme de plaquettes qui passent à des bancs à litages de rides et des litages horizontaux.

### **3- Ensemble III (40 m) (fig. 13bis ; PL. 1, fig. 1)**

C'est l'ensemble qui termine "La Formation de Foum Ez-Zeidiya" dans ce point. Il peut être subdivisé en deux parties :

La partie inférieure de cet ensemble est caractérisée par une puissante série argileuse (environ 30 m), admettant par endroits des niveaux de grès en plaquettes. Ces derniers sont emboîtés, à granulométrie fine, de couleur jaunâtre à la patine, verdâtre à la cassure et à quelques litages de rides ainsi que des *SGL* (*Storm Graded Layers*).

La partie sommitale est représentée par deux barres gréseuses de nature quartzitique, continues et chenalisées. Ces barres s'organisent en bancs massifs. Ils sont d'épaisseur centimétrique à métrique, noirâtre à la patine et grisâtre à la cassure, à grains moyens.

Nous notons diverses structures sédimentaires, parmi lesquelles des litages horizontaux, des rides de courant et des figures de base de banc.

Il est à noter également qu'à la surface de certains bancs gréseux, on observe des empreintes d'activité organique (*Terriers*) et d'autres organismes; ainsi que des galets et des nodules de silex.

Ces barres sont marquées par l'apparition des *Scolithos* qu'on trouve généralement à l'interface des bancs.

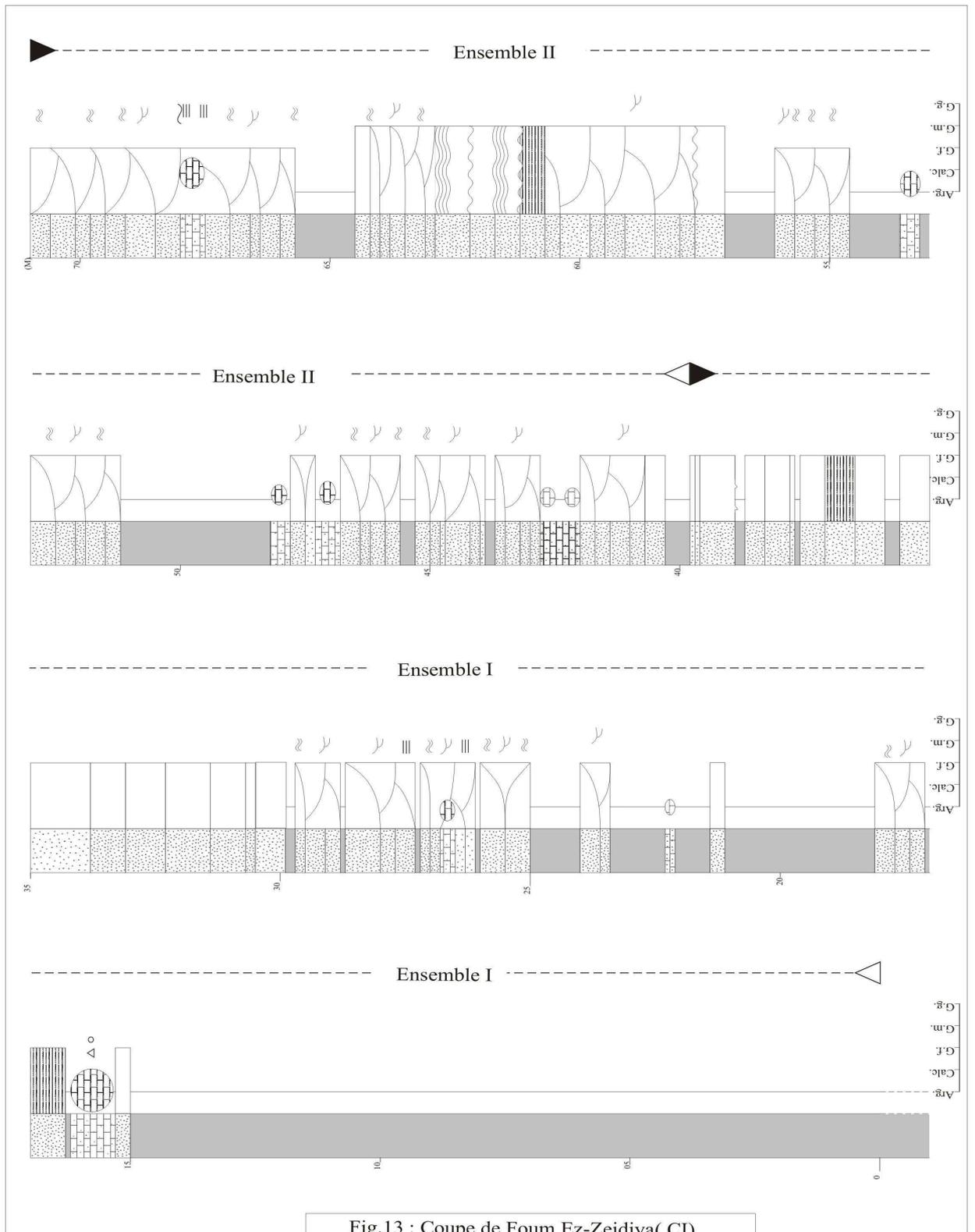


Fig.13 : Coupe de Foum Ez-Zeidiya( CI)

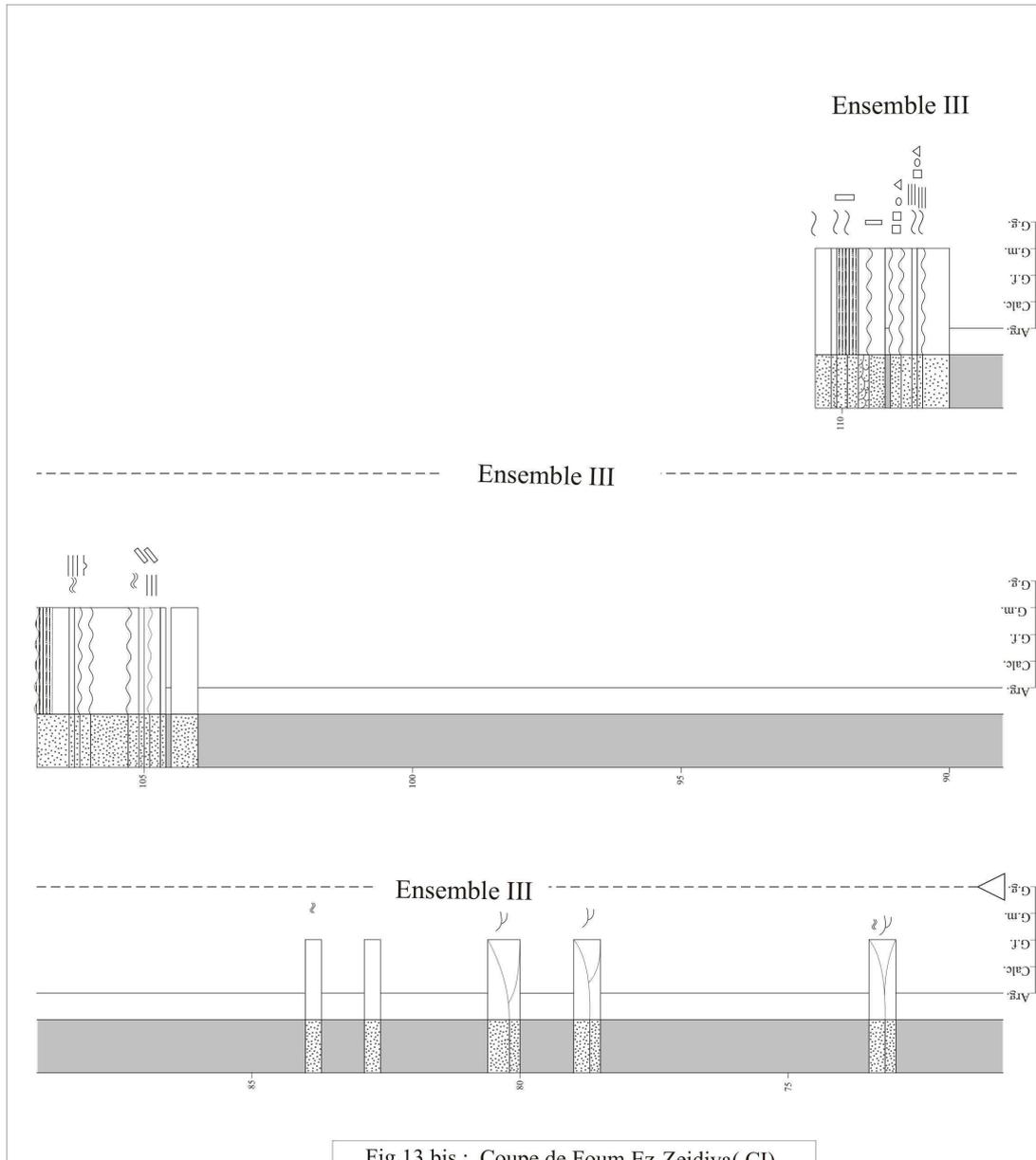


Fig.13 bis : Coupe de Foug Ez-Zeidiya( CI)

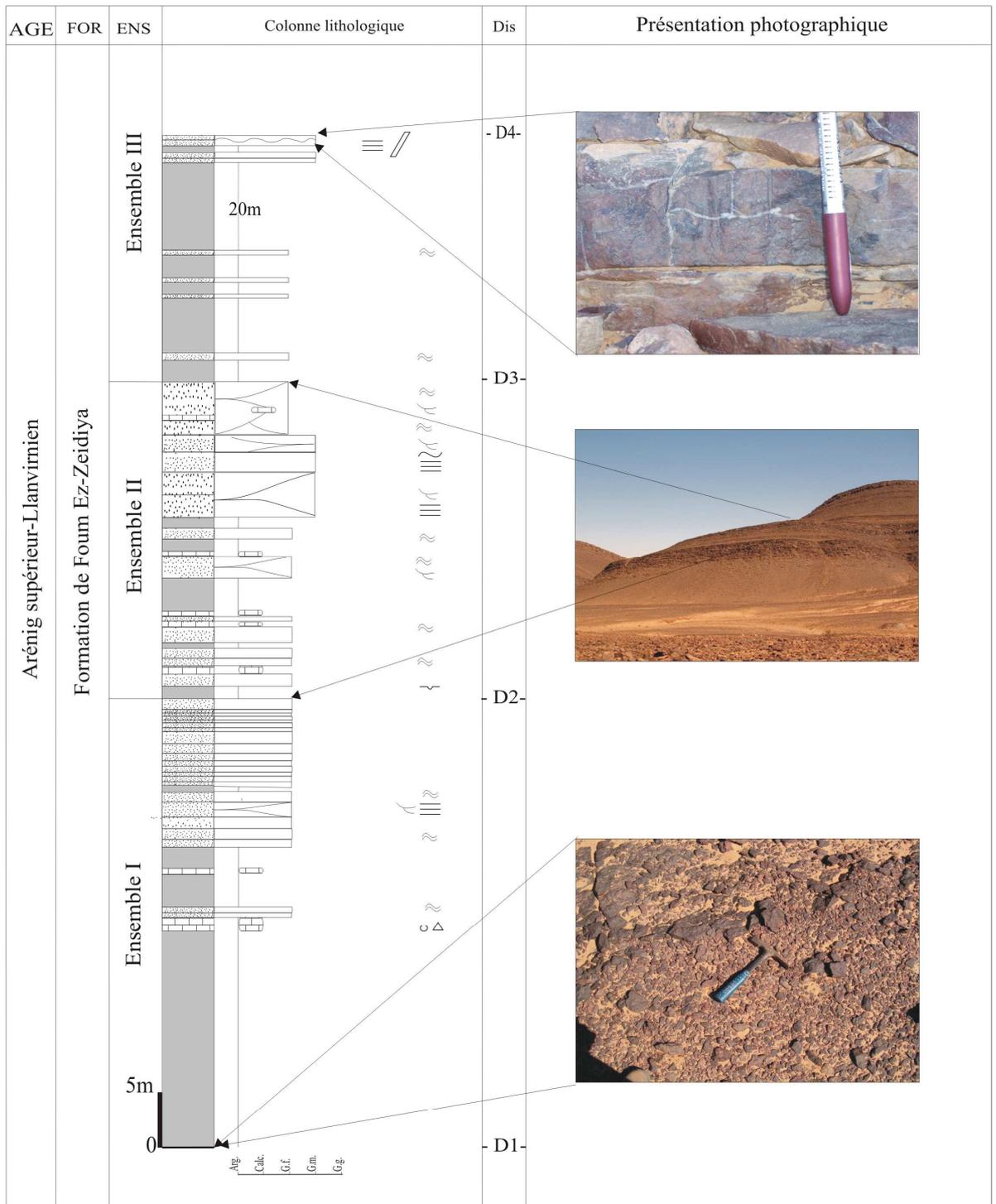


Fig. 14: Succession lithologique de “La Formation de Foum Ez-Zeidiya” (coupe CI).

Un horizon d'épaisseur de 40 cm, oolitique, de minerai de fer sous-forme de lentille clôture notre formation étudiée. Ce dernier a été signalé latéralement dans la même formation.

## **2- Coupe de Foum Ez-Zeidiya (C II) (fig. 15, 15bis et 16)**

### **a- Situation géographique de la coupe**

Cette coupe se situe à environ 6 km au SE du village de Kerzaz, suivant une direction NW-SE (fig. 11).

Les coordonnées de cette coupe, d'après la carte topographique au 1/500 000 de Kerzaz sont :

X= 65,15

X'= 65,25

Y= 326,05

Y'= 326,04

### **b- Lithostratigraphie**

Elle montre une alternance argilo-gréseuse d'environ 118,5 m et peut-être subdivisée en trois ensembles.

#### **1- Ensemble I (35,5 m) (fig. 15 ; PL. 3, fig. 1 ; PL. 4, fig. 1 et 2)**

Il est essentiellement argileux à sa partie basale (environ 30 m), de couleur verdâtre, admettant des niveaux gréseux en plaquettes. Ces grès sont emboîtés, à grains fins, à ciment argileux, de couleur jaunâtre à verdâtre à la patine et verdâtre à la cassure. Ils sont micacés et présentent différentes structures sédimentaires telles que des litages de rides et des litages horizontaux ainsi que des *SGL (Storm Graded Layers)*. Il est à noter que des miches calcaires bioclastiques sont observées au sein des grès en plaquettes, sous-forme de nodule de grande taille, rougeâtre à la patine, verdâtre à la cassure et à matrice gréseuse.

Vers le sommet, vient une masse assez importante de grès chenalisée et stratocroissants, noirâtre à la patine et blanchâtre à la cassure. La granulométrie est fine, et les structures sédimentaires sont abondantes, représentées surtout par des litages de rides et des litages horizontaux, des stratifications entrecroisées et des rides de courant au sommet du banc.

On note la présence de miches calcaires emballées dans une matrice gréseuse en plaquettes vers la fin de cet ensemble.

## **2- Ensemble II (48 m) (fig. 15 ; PL. 3, fig. 2 ; PL. 4, fig. 3,4 et 5)**

Il présente à la base des argiles en combes métriques, admettant des intercalations gréseuses qui se présentent sous-forme de bancs en plaquettes, emboîtés, jaunâtres à la patine, verdâtres à la cassure, peu micacés et contenant des *SGL* (*Storm Graded Layers*), des litages de rides et des litages horizontaux. La granulométrie est fine à matrice argileuse. Ces grès fins, parfois d'aspect massif, sont matérialisés par des bancs centimétriques à décimétriques, de couleur noirâtre à la patine et blanchâtre à la cassure. Ils sont suivis par des intercalations argilo-gréseuses à miches calcaires. Ces dernières sont rougeâtres à la patine et verdâtres à la cassure, à matrice gréseuse.

La partie médiane est composée de bancs gréseux, centimétriques à décimétriques, généralement à litages horizontaux. La granulométrie est homogène à grains moyens. Ces grès sont de couleur noirâtre à la patine et blanchâtre à la cassure. Notons que la succession de ces bancs caractérise une barre continue et chenalisée.

Au sommet de cet ensemble, s'intercalent des niveaux argileux centimétriques à métriques avec des niveaux gréseux. Les grès s'organisent en plaquettes, emboîtés, à grains moyens et peu micacés.

## **3- Ensemble III (35 m) (fig. 15bis ; PL. 3, fig. 2 ; PL. 4, fig. 6)**

Sur les grès qui terminent le deuxième ensemble, repose une puissante combe argileuse d'environ 30 m d'épaisseur, admettant des bancs gréseux d'épaisseur centimétrique, à granulométrie fine, jaunâtres à la patine, verdâtres à la cassure renferment des *SGL* (*Storm Graded Layers*).

Vers le sommet, on assiste à des alternances argilo-gréseuses. Les grès sont de nature quartzitique, de couleur noirâtre à grisâtre à la patine et blanchâtre à la cassure, d'épaisseur centimétrique à métrique. Ils ont une granulométrie moyenne et ne montrent que des litages horizontaux. Ils sont généralement d'aspect massif, à galets de silex hétérométriques, et à des bioturbations et traces de *Scolithos*.

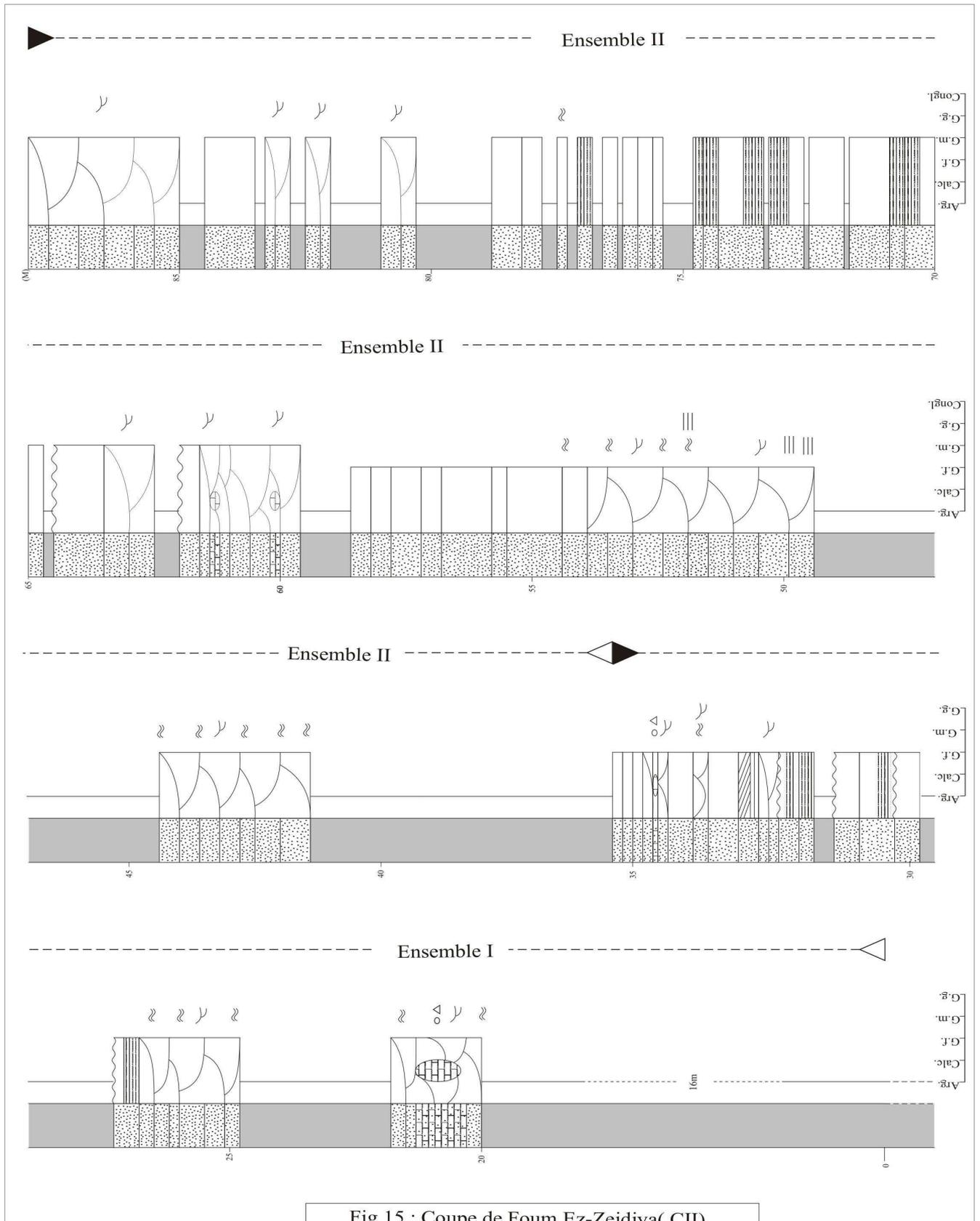


Fig.15 : Coupe de Foum Ez-Zeidiya( CII)

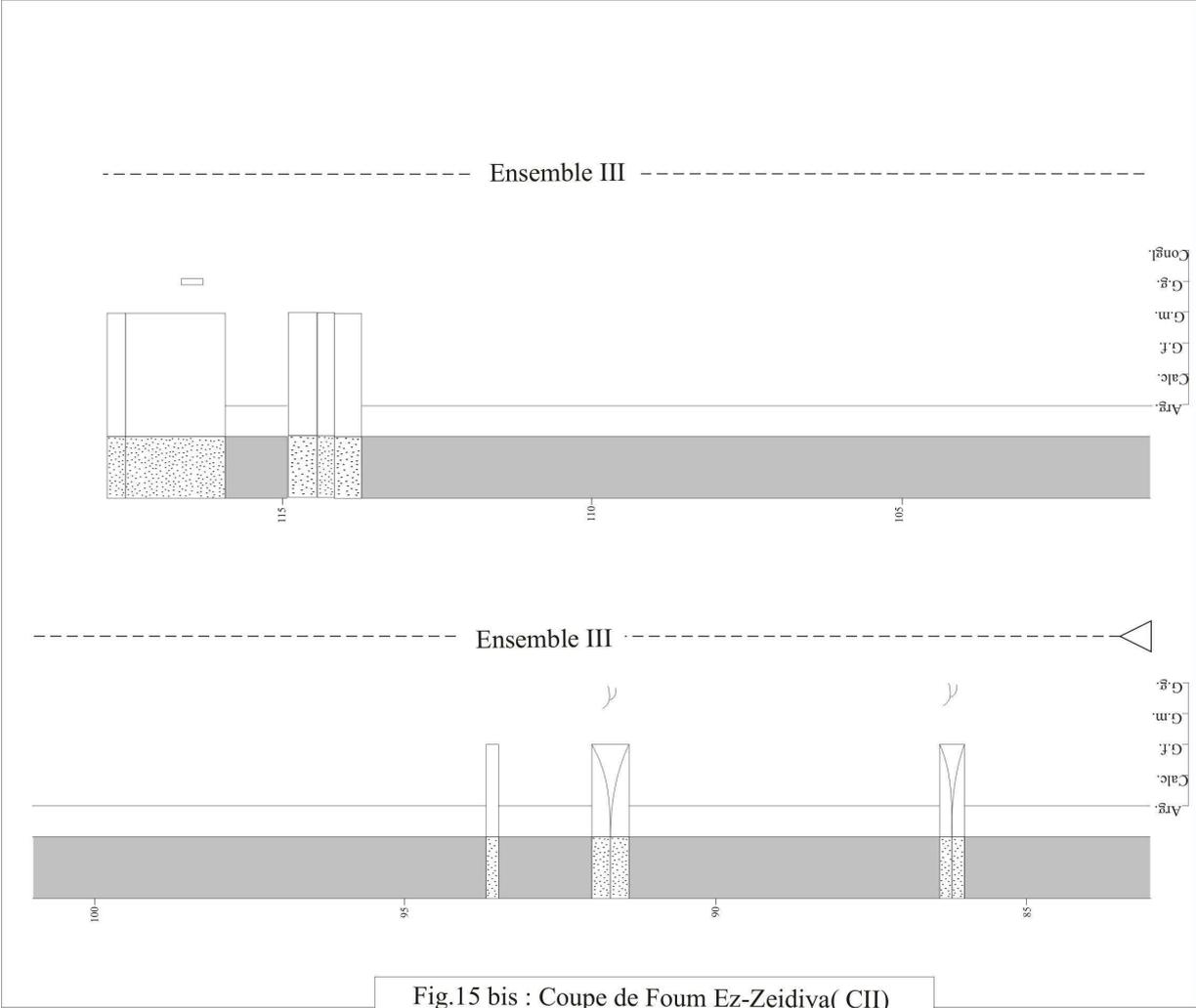


Fig.15 bis : Coupe de Foum Ez-Zeidiya( CII)

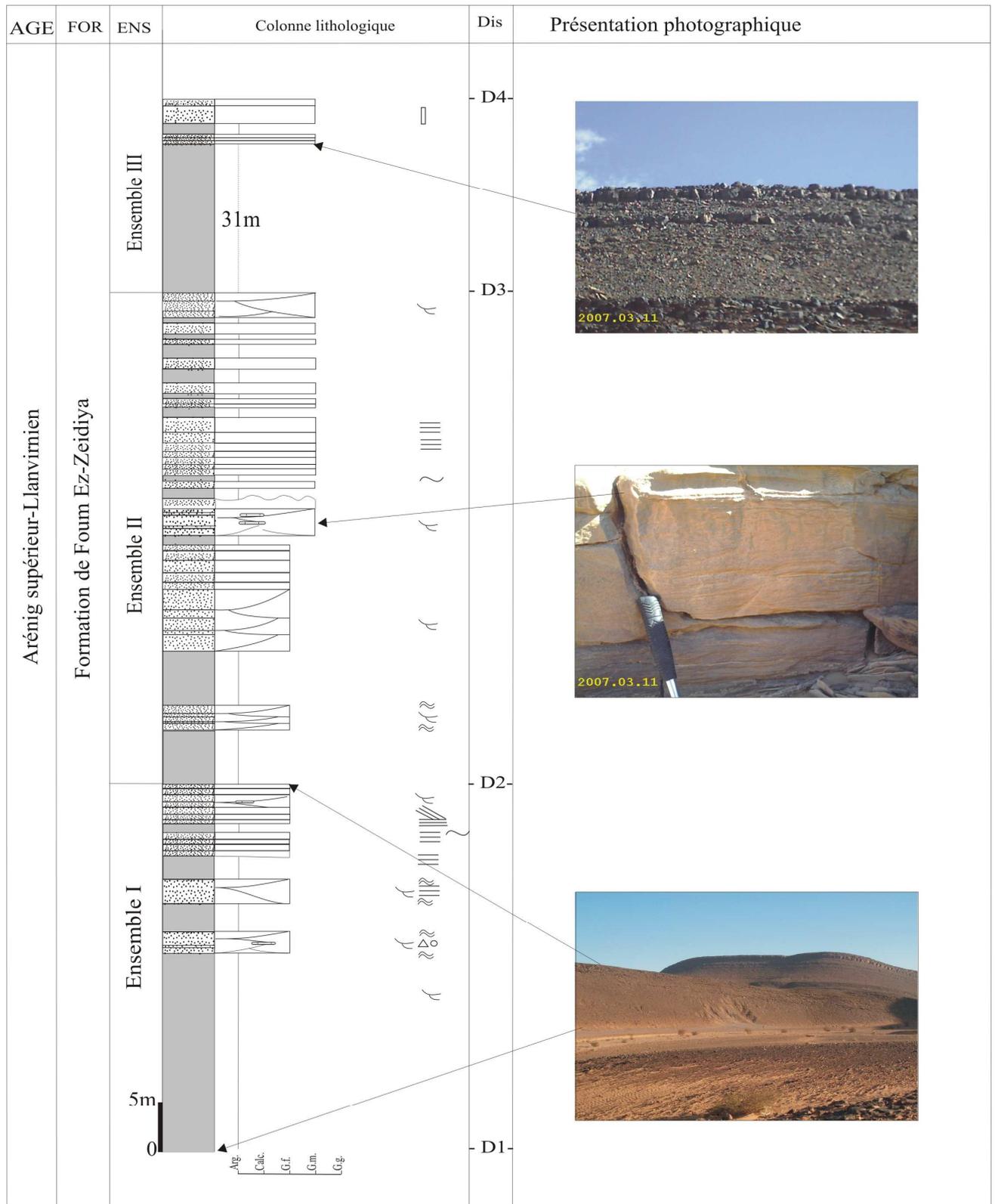


Fig. 16: Succession lithologique de “La Formation de Foum Ez-Zeidiya” (coupe CII).

### 3- Coupe de Foum Ez-Zeidiya (C III) (fig. 17, 17bis et 18)

#### a- Situation géographique de la coupe

Cette coupe a été levée à environ 9 km au SE de Kerzaz, suivant une direction NW-SE (fig.11). Cette coupe a pour coordonnées Lambert de la carte topographique de Kerzaz au 1/500 000.

X= 65,40

X'= 65,55

Y= 326,15

Y'= 326

#### b- Lithostratigraphie

Il s'agit d'une alternance argilo-gréseuse d'environ 134 m et correspond aux trois ensembles qui vont être décrits.

##### 1- Ensemble I (38,5 m) (fig. 17)

Il est représenté par deux sous-ensembles; le premier basal, correspond à une alternance de grès et d'argiles très riches en miches calcaires. Ces dernières sont emballées au sein des grès ou dans des matrices argileuses. Elles sont massives, de couleur rougeâtre à la patine et verdâtre à la cassure. Les grès se présentent en plaquettes, emboîtés, à granulométrie fine, très riches en micas. Ils sont de couleur jaunâtre à la patine, verdâtre à la cassure et s'intercalent à des minces niveaux argileux caractérisant les *SGL (Storm Graded Layers)*, à litages de rides et horizontaux.

Le sous-ensemble sommital caractérisé par une masse gréseuse est formé par la succession de plusieurs bancs stratodécroissants, intercalés à des niveaux argileux, millimétriques à centimétriques. Les grès sont fins à moyens, noirâtres à la patine, blanchâtres à grisâtres à la cassure. Ils sont d'épaisseur décimétrique à métrique et montrent diverses figures sédimentaires telles que des litages de rides, des litages horizontaux et des rides de courant.

## **2- Ensemble II (24,5 m) (fig. 17)**

Il correspond à une alternance argilo-gréseuse à miches calcaires. Ces dernières sont de couleur rougeâtre à la patine, verdâtre à la cassure, à ciment gréseux et renferment des litages de rides, des litages horizontaux et obliques en mamelons (*Hummocky Cross Stratification* ou *HCS*). Il s'agit de bancs gréseux en plaquettes, emboîtés, à granulométrie fine à moyenne, peu micacés, jaunâtres à la patine, verdâtres à la cassure et intercalés à des interlits argileux donnant des rythmites gradées (*SGL* ou *Storm Graded Layers*).

Au sommet de cet ensemble vient se déposer une puissante série gréseuse caractérisant une barre continue et chenalisée. Cette barre s'organise en bancs stratocroissants, noirâtres à la patine et blanchâtres à grisâtres à la cassure et intercalés à des minces niveaux d'argiles. Ces grès sont à grains moyens et présentent des litages de rides, des litages horizontaux, des litages obliques en mamelons (*HCS* ou *Hummocky Cross Stratification*), des stratifications entrecroisées et des rides de courant.

## **3- Ensemble III (72 m) (fig. 17et 17bis)**

Après une puissante série argileuse d'environ 60 m, s'alternent deux barres de grès de nature quartzitique avec des argiles d'épaisseur métrique. Ces barres se présentent sous-forme de bancs stratocroissants, de couleur grisâtre à noirâtre à la patine et blanchâtre à la cassure. Ils sont d'épaisseur centimétrique, décimétrique à métrique, comportent différentes figures sédimentaires, parmi lesquelles, des litages de rides, des litages horizontaux et des rides de courant et s'intercalent à des niveaux argileux centimétriques. La granulométrie est généralement moyenne, rarement fine.

Ces grès sont parfois d'aspect massif et renferment des galets de silex de différentes tailles et des *Scolithos*. Certains bancs présentent des surfaces bioturbées par des *Terriers* horizontaux et d'autres traces d'organismes énigmatiques.

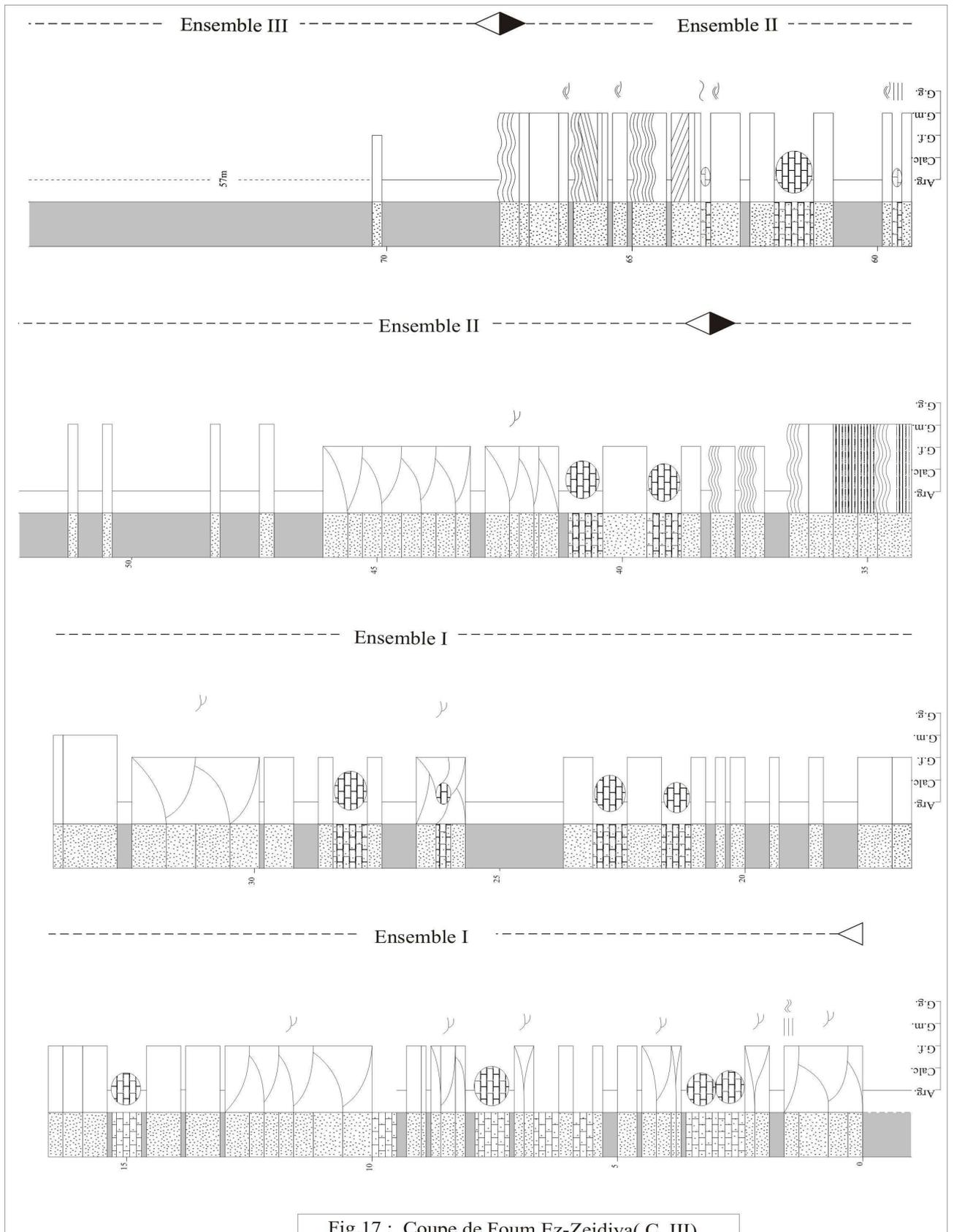


Fig.17 : Coupe de Foum Ez-Zeidiya( C. III)

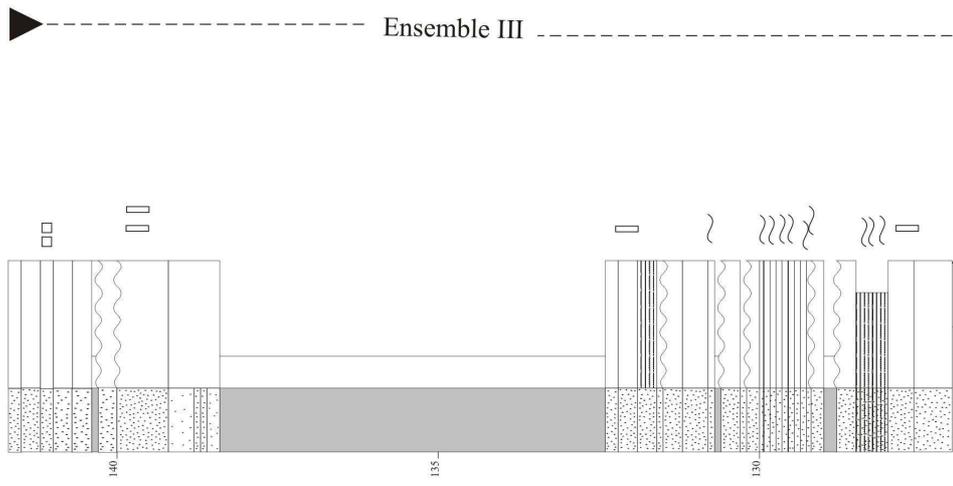


Fig.17 bis : Coupe de Foug Ez-Zeidiya( C III)

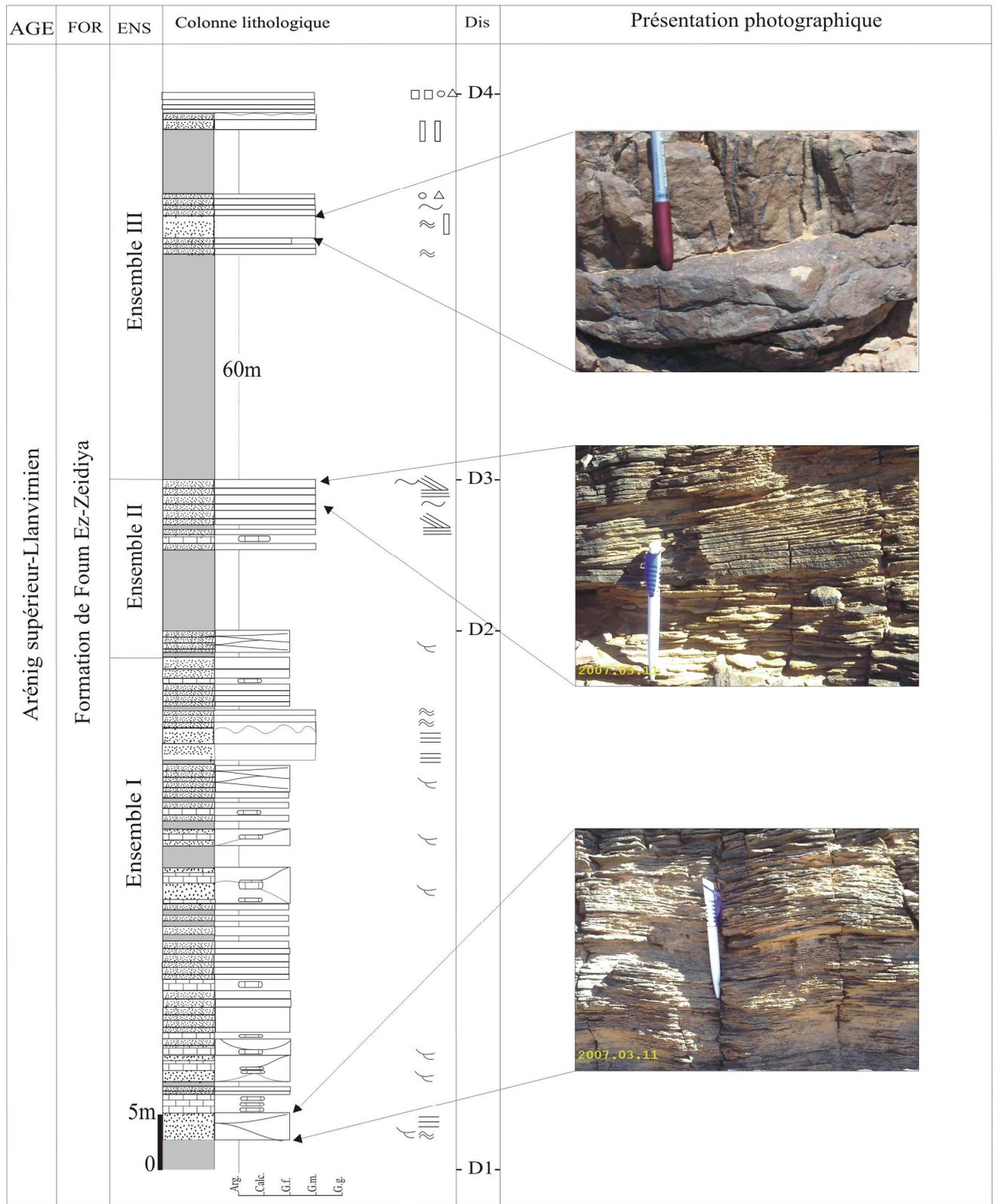


Fig. 18: Succession lithologique de “La Formation de Foum Ez-Zeidiya” (coupe CIII).

## **B- Secteur de Kheneg Et-Tlaïa (fig. 19 et 20)**

Une coupe a été levée à environ 24 km au SE du village de Zerhamra à l'endroit appelé Kheneg Et-Tlaïa.

### **1- Coupe de Kheneg Et-Tlaïa (C IV) (fig. 21, 21bis et 22)**

#### **a- Situation géographique de la coupe (PL. 5, fig. 1, 2 et 3)**

La coupe a été levée près du col nommé Kheneg Et-Tlaïa dans le secteur du Djebel Bou Kbeissat, suivant une direction NW-SE (fig. 19). Cette coupe a pour coordonnées Lambert (d'après la carte topographique de Kerzaz au 1/500000).

X= 330

X'= 330,25

Y= 53

Y'= 53,20

#### **b- Lithostratigraphie**

"La Formation de Foum Ez-Zeidiya" dans ce secteur est formée par trois ensembles. Il s'agit d'une alternance argilo-gréseuse d'environ 248,5 m.

#### **1- Ensemble I (101,5 m) (fig. 21) (PL. 6, fig. 1 ; PL. 7, fig. 5 ; PL. 8, fig. 1)**

Il débute par une puissante série argileuse d'environ 70 m masquée par des alluvions, passant à une alternance argilo-gréseuse. Les argiles sont d'épaisseur centimétrique, décimétrique à métrique. Elles renferment des miches calcaires généralement superposées, à matrice gréseuse, de couleur rougeâtre sombre à la patine, verdâtre à grisâtre à la cassure et comportent quelques structures sédimentaires telles que des litages de rides et des litages horizontaux.

Les grès se présentent sous-forme de bancs en plaquettes, emboîtés, centimétriques à décimétriques, de couleur jaunâtre à la patine et verdâtre à la cassure. Ils sont micacés, à granulométrie fine à moyenne, intercalés à des minces niveaux argileux et caractérisés par la présence de diverses structures sédimentaires, parmi lesquelles, des *SGL (Storm Graded Layers)*, des litages de rides, des litages horizontaux, des rides de courant et des stratifications entrecroisées.

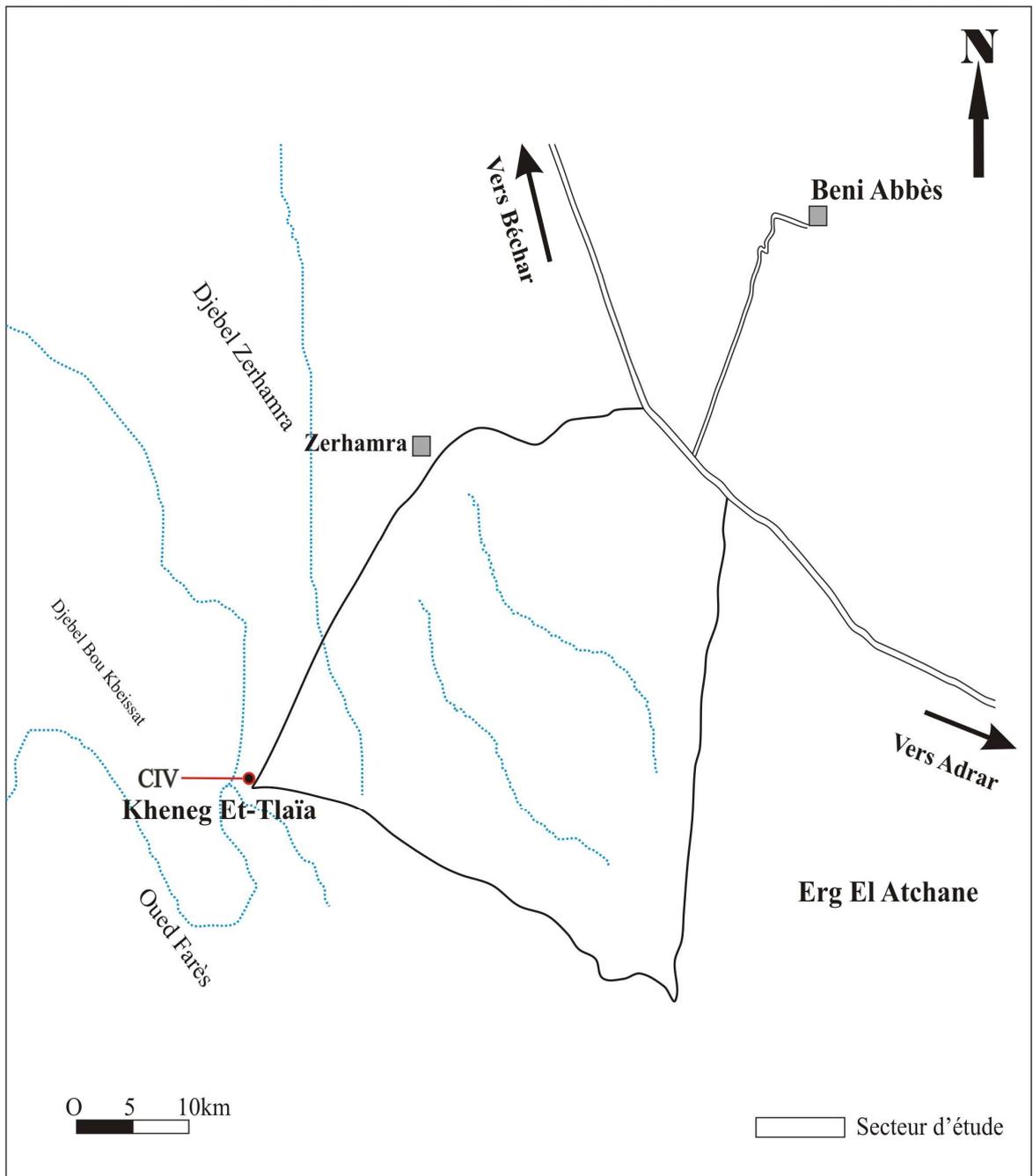


Fig. 19- Localisation de la coupe

 Position de la coupe



Fig. 20- Présentation photographique du tait de coupe du secteur de Kheneg Et-Tlaïa.

Au sommet de cet ensemble, les grès deviennent plus compacts et s'organisent en bancs noirâtres à la patine, blanchâtres à grisâtres à la cassure. Ils sont de granulométrie moyenne et montrent quelques figures sédimentaires, notamment des litages de rides, des litages horizontaux, des rides de courant et des stratifications entrecroisées.

## **2- Ensemble II (47 m) (fig. 21 et 21 bis ; PL. 6, fig. 2, 3, 4, 5 et 6 ; PL. 8, fig. 2 et 3)**

Il est essentiellement argileux; ces argiles sont d'épaisseur métrique, admettant des miches calcaires à matrice gréseuse et à quelques litages de rides, ainsi que des bancs de grès en plaquettes intercalés à de minces niveaux argileux. Ces grès sont emboîtés, jaunâtres à la patine, verdâtres à la cassure, à granulométrie fine et rarement moyenne. Ils sont peu micacés, à *SGL (Storm Graded Layers)* associées à des litages de rides, des litages obliques en mamelons (*Hummocky Cross Stratification* ou *HCS*), des litages horizontaux et des stratifications entrecroisées.

La partie sommitale de cet ensemble est caractérisée par une masse gréseuse, chenalisée et continue. Cette masse est matérialisée par des bancs de grès intercalés à des niveaux argileux d'épaisseur millimétrique à centimétrique. Les grès sont moyens, noirâtres à la patine, grisâtres à la cassure, à litages de rides, litages horizontaux et à stratifications entrecroisées.

## **3- Ensemble III (80 m) (fig. 21bis ; PL. 7, fig. 1, 2, 3, 4 et 6)**

C'est le troisième ensemble décrit précédemment dans les trois coupes; cependant, il est le plus important du point de vue épaisseur et particularités sédimentaires par rapport aux ensembles III des autres coupes. Cet ensemble peut-être subdivisé en deux parties.

La partie basale de cet ensemble est essentiellement argileuse. Ces argiles peuvent atteindre jusqu'à 50 m, coiffées par des bancs gréseux de nature quartzitique, d'épaisseur décimétrique à métrique. Ces grès sont de couleur jaunâtre, grisâtre et noirâtre à la patine, blanchâtre à grisâtre à la cassure, à grains moyens, montrant une multitude de structures sédimentaires: des rides de courant, des litages horizontaux et des litages obliques en mamelons (*HCS* ou *Hummocky Cross Stratification*). Ils sont parfois d'aspect massif, à galets de silex, bioturbés à *Scolithos*, terriers horizontaux et d'autres traces d'organismes indéterminables.

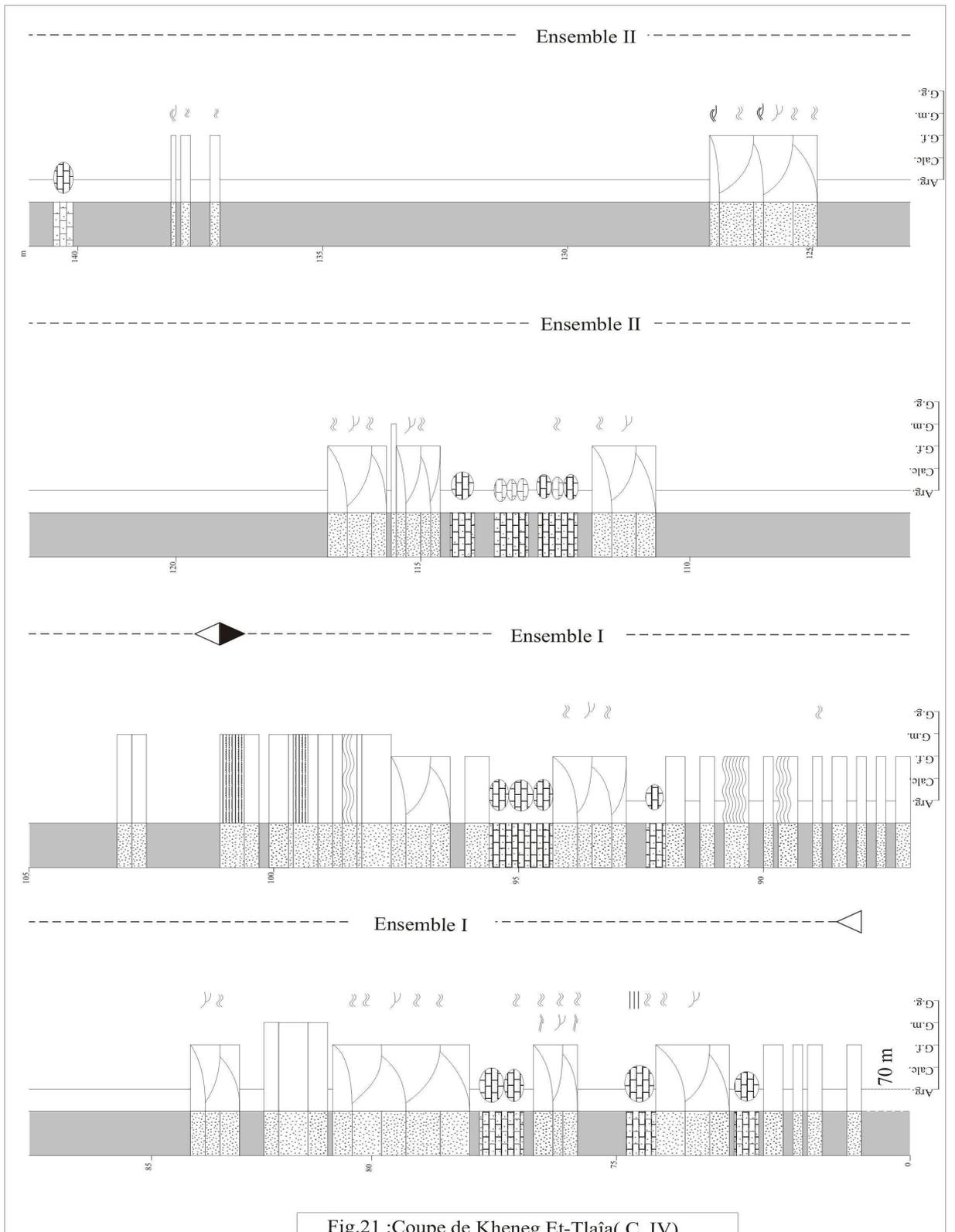


Fig.21 :Coupe de Kheneq Et-Tlaïa( C. IV)

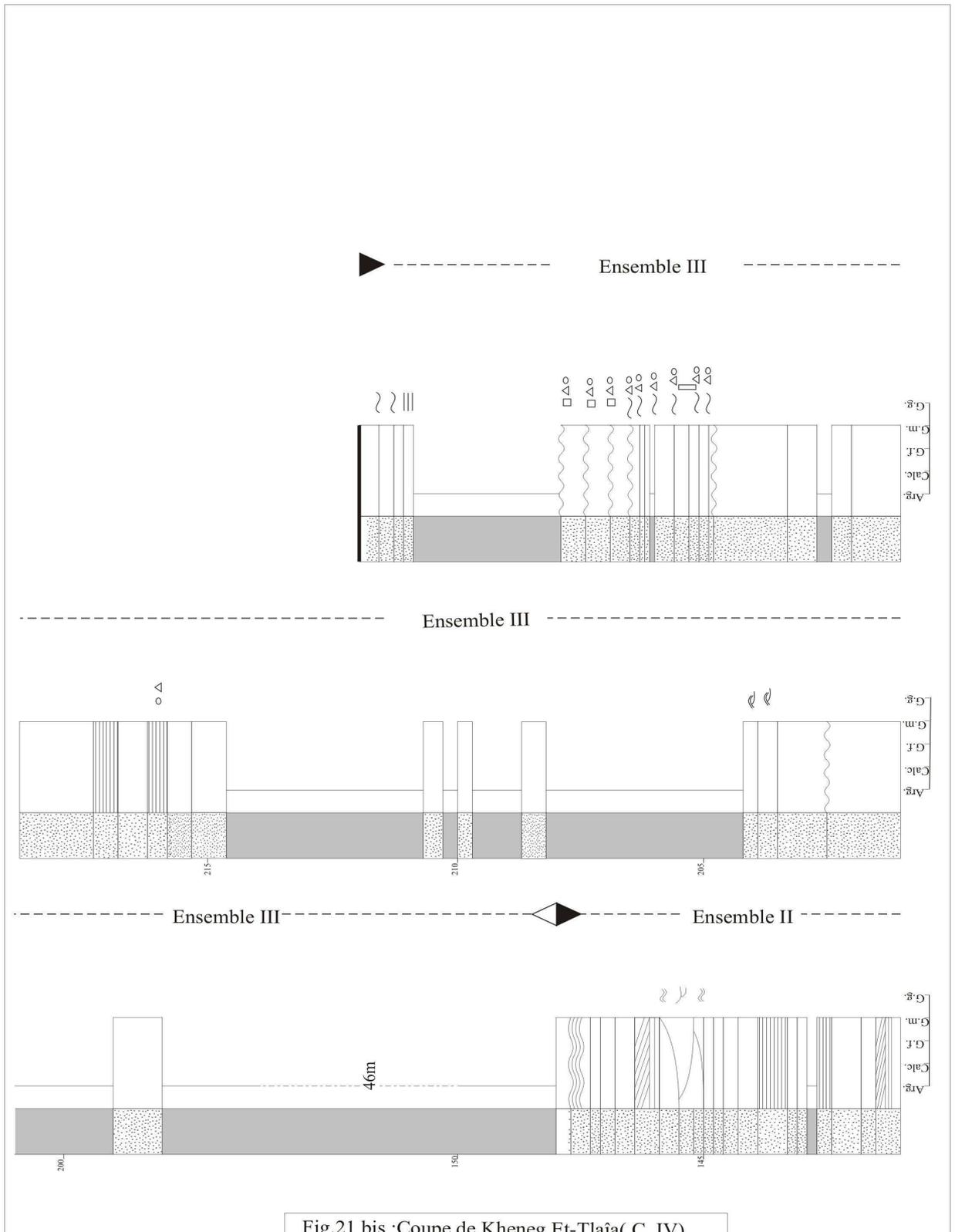


Fig.21 bis :Coupe de Kheneg Et-Tlaïa( C. IV)

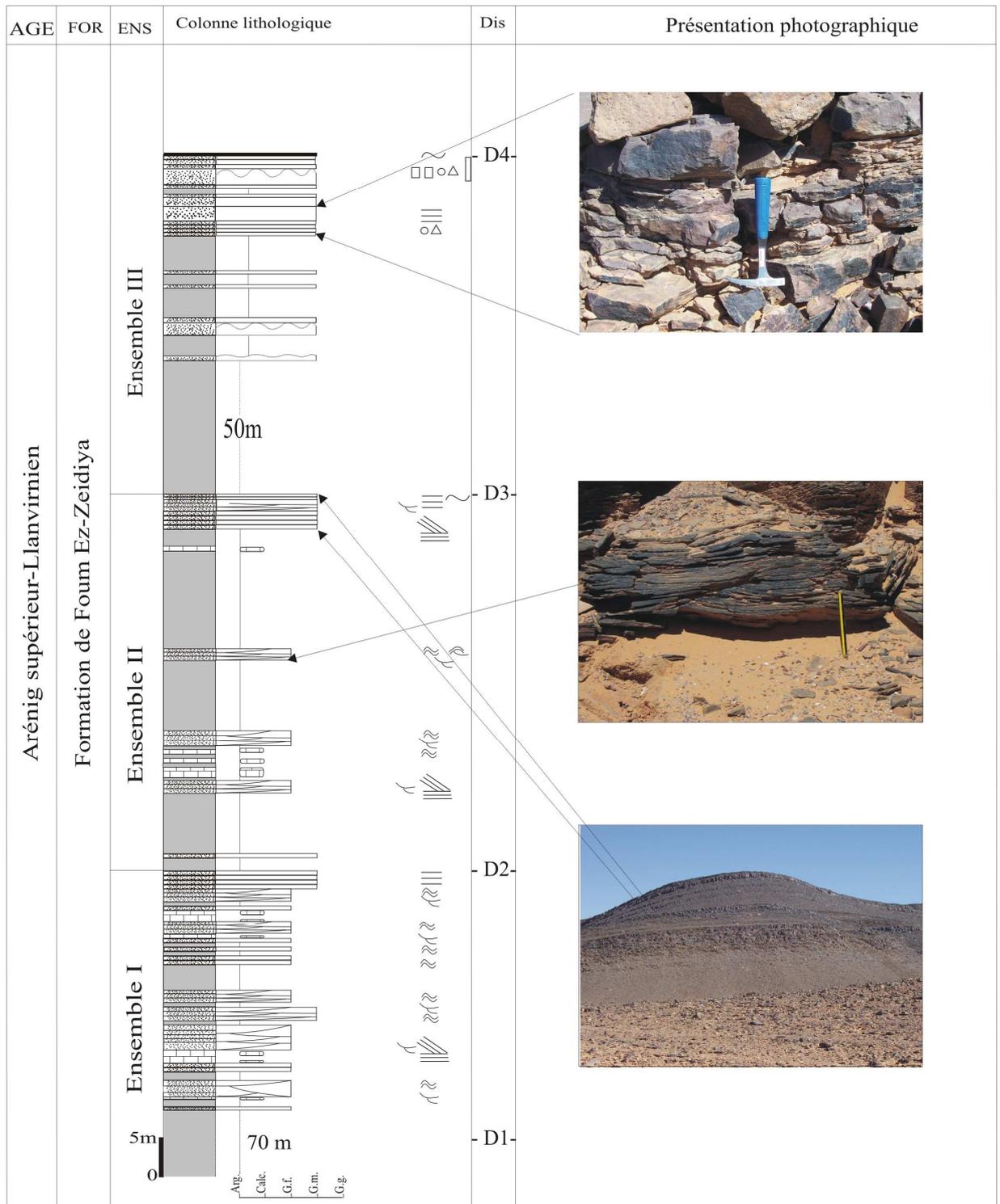


Fig. 22: Succession lithologique de “La Formation de Foum Ez Zeidiya” (coupe de Kheneg Et-Tlaïa CIV).

La partie sommitale de cet ensemble à dominance grés-quartzitique s'alternant avec des argiles métriques. Ces grès quartzitiques s'organisent en bancs centimétriques, décimétriques à métriques, grisâtres à noirâtres à la patine et blanchâtres à la cassure. Ils sont caractérisés par la présence de diverses structures sédimentaires, parmi lesquelles, des litages de rides, des litages horizontaux et des rides de courant. Ils sont parfois massifs, à galets de silex et à quelques *Scolithos* aux interfaces des bancs. Certaines surfaces de bancs sont bioturbées à différentes empreintes d'organismes. La granulométrie est moyenne à grossière.

Notons la présence d'un horizon lenticulaire, ferrugineux, oolitique, d'une épaisseur de 40 cm et perforé d'organismes. Il termine "La Formation de Fom Ez-Zeiydia" dans ce secteur.

### **III- Corrélation**

#### **A- Introduction**

Cette étude consiste à une corrélation des faciès des quatre coupes levées dans les deux secteurs d'étude. Cette corrélation sera basée sur les résultats obtenus pour effectuer une comparaison de "La Formation de Fom Ez-Zeidiya" au cours de l'Arénig supérieur-Llanvirnien dans les Monts d'Ougarta, en particulier dans les secteurs étudiés.

#### **B- Corrélation (fig. 23)**

Les coupes levées sur le terrain nous ont permis de mettre en évidence de nombreuses variations sur "La Formation de Fom Ez-Zeidiya" dans le secteur de Fom Ez-Zeidiya et celui de Kheneg Et-Tlaïa.

Généralement, la même se répète avec les mêmes conditions de sédimentation. Ces variations se résument en plusieurs points essentiels tels que: la stratométrie, la présence des miches calcaires et les horizons ferrugineux oolitiques.

##### **1- La stratométrie**

"La Formation de Fom Ez-Zeidiya" de puissance qui varie d'un secteur à l'autre. Cependant, elle est de 111; 118.5 à 134 m dans le secteur de Fom Ez-Zeidiya, représentée

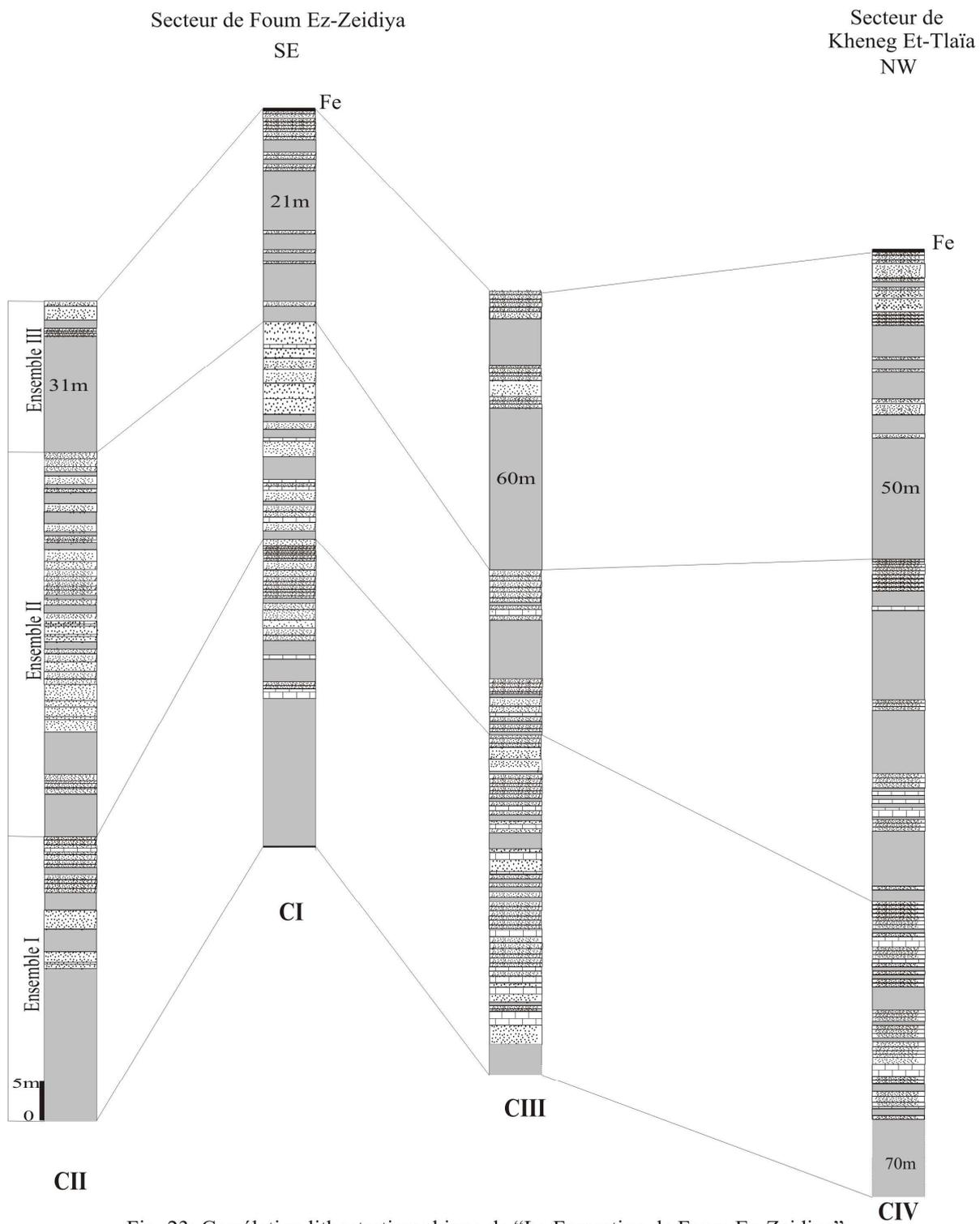


Fig. 23: Corrélation lithostratigraphique de “La Formation de Foum Ez-Zeidiya” dans les deux secteurs d’étude.

par les coupes CI, CII et CIII, et de 248.5 m dans le secteur de Kheneg Et-Tlaïa, représentée par la coupe CIV.

Cette formation comprend trois ensembles pour les quatre coupes CI, CII et CIII du secteur de Fom Ez-Zeidiya et la CIV du secteur de Kheneg Et-Tlaïa.

Les ensembles montrent une variation latérale d'épaisseur d'un point à l'autre. On peut remarquer que pour le premier ensemble, il varie de 40; 35.5; 38.5 et 101.5 m dans les quatre coupes; le deuxième ensemble: 31; 48; 24.5 et 47 m. Cependant, le troisième ensemble qui débute par des puissantes séries argileuses, généralement, c'est l'ensemble le plus épais. Il est de 40; 35; 72 m pour les coupes CI, CII et CIII dans le secteur de Fom Ez-Zeidiya et d'une épaisseur de 80 m pour la coupe CIV dans le secteur de Kheneg Et-Tlaïa.

## **2- les miches calcaires**

De grande boules ou nodules rougeâtres et de nature lithologique carbonatée, caractérisent les deux premiers ensembles de "La Formation de Fom Ez-Zeidiya" dans les deux secteurs d'étude. Cependant, elles se trouvent emballées au sein des argiles ou dans des masses gréseuses en plaquettes.

## **3- les horizons ferrugineux oolitiques**

Un horizon ferrugineux et oolitique a été signalé au sommet de "La Formation de Fom Ez-Zeidiya" dans les deux secteurs étudiés. Ils caractérisent le troisième ensemble de la formation et se présente sous forme de lentille. Cependant, il clôture le troisième ensemble et toute la formation dans les deux secteurs d'étude. Il est à noter que ce niveau a été signalé latéralement dans le secteur de Fom Ez-Zeidiya.

## **IV- Conclusion**

Dans les deux secteurs d'étude, "La Formation de Fom Ez-Zeidiya" d'âge Arénig supérieur-Llanvirnien est caractérisée par une sédimentation détritique. La base de cette formation est marquée par une sédimentation argilo-gréseuse représentée par un matériel généralement fin et par l'arrivée le plus souvent d'un faciès carbonaté représenté par des "miches calcaires". Vers le sommet, la sédimentation devient plus quartzitique avec des intercalations argileuses d'ordre métrique.

L'étude lithologique détaillée de cette formation, particulièrement pour une caractérisation hydrodynamique, montre une diversité de structures sédimentaires telles que des litages horizontaux, des litages de rides, des rides de courant, des stratifications entrecroisées, des litages obliques en mamelons (*HCS* ou *Hummocky Cross Stratification*), des rythmites gradées (*SGL* ou *Storm Graded Layers*), des structures emboîtées (*SCS* ou *Swaley Cross Stratification*) et des figures de base de bancs.

Il est à noter que "La Formation de Foum Ez-Zeidiya" est complète dans les deux secteurs d'étude: Foum Ez-Zeidiya et Kheneg Et-Tlaïa, et est représentée par trois ensembles (I, II, III) limités au sommet par un niveau ferrugineux oolitique centimétrique.

Les deux secteurs étudiés présentent des similitudes et quelques différences qui vont être représentées dans le tableau 3.

Caractéristiques	Secteur de Foum Ez-Zeidiya			Secteur de Kheng Et-Tlaïa
	C I	C II	C III	
-Épaisseur	111m	118,5 m	134,5 m	248,5 m
-Ensembles	Ensembles I, II et III			Ensembles I; II; III
-Chenalisation	+	+	+	+
-Miches calcaires	++	++	++	++
-Litages de rides	++	++	++	++
-Litages horizontaux	+	+	+	+
-Rides de courant	++	+	++	+
-Stratifications entrecroisées	+	+	++	++
- <i>HCS</i>	+	+	++	++
- <i>SGL</i>	++	++	++	++
- figures de base de bancs	-	+	-	-
- <i>SCS</i>	++	++	++	++
- Niveaux ferrugineux oolitiques	+	+	+	+
- <i>Scolitos</i>	+	+	+	+

Tableau. 3: Principales ressemblances et différences lithostratigraphiques de “La Formation de Foum Ez-Zeidiya” dans les deux secteurs.

**CHAPITRE TROISIEME**

**SEDIMENTOLOGIE,**

**ENVIRONNEMENTS SEDIMENTAIRES**

**ET ORGANISATION SEQUENTIELLE**

# **PREMIERE PARTIE: SEDIMENTOLOGIE**

## **I- INTRODUCTION**

Cette étude consiste à définir les principaux faciès et sous-faciès. Elle prendra en compte divers critères tels que la lithologie, la granulométrie, la couleur et le type de structures et figures sédimentaires observées.

Cette analyse sédimentologique sert également à suivre la dynamique de dépôt en se basant sur plusieurs éléments faciologiques, hydrodynamiques et ichnologiques.

### **1- Rappels de quelques notions**

#### **a)- Faciès**

Le faciès est défini comme étant la somme des caractères d'une roche ou d'un ensemble de strates qui permettent de la caractériser par son aspect et qui précisent son origine: c'est l'ensemble des caractères lithologiques (lithofaciès), biologiques (biofaciès) et sédimentologiques (faciès marin ou continental, profond ou littoral, confiné ou restreint).

L'étude de la répartition des faciès permet de proposer des reconstitutions paléogéographiques.

## **II- LE CONTEXTE SEDIMENTOLOGIQUE**

### **1- Inventaire des faciès (Tableau 4)**

Les principaux faciès qui ont été définis dans "la Formation de Foum Ez Zeidiya" dans les deux secteurs d'étude correspondent à trois principaux faciès:

- (1) Le faciès des argiles (FI);
- (2) Le faciès des grès (FII);
- (3) Le faciès des calcaires (FIII).

Faciès	Sous-faciès	Figures sédimentaires	Epaisseur
Argiles (FI)	—	Dans les bancs en plaquettes: - <i>SGL</i> - <i>HCS</i> - Litages de rides, horizontaux et stratifications entrecroisées.	Centimétrique à métrique
Grès (FII)	SF à structures liées aux courants unidirectionnels: -SF1:grès à litages horizontaux -SF2:grès à rides de courant -SF3:les couches massives	- Litages horizontaux - Litages de rides	Centimétrique, décimétrique à métrique
	SF à structures liées aux courants bidirectionnels: -SF4:grès à stratifications entrecroisées	- Rides de courant -Stratifications entrecroisées	
	SF à structures liées aux courants multidirectionnels: -SF5:grès à <i>HCS</i> -SF6:les rythmites gradées ( <i>SGL</i> )	- Litages obliques en mamelons ( <i>HCS</i> ou <i>Hummocky Cross Stratification</i> ) - Les rythmites gradées ( <i>SGL</i> ou <i>Storm Graded Layers</i> )	
	SF à structures liées aux déformations synsédimentaires: -SF8:grès à figures de semelles		
Calcaires (FIII)	—	- Litages de rides - Litages horizontaux -Rides de courant - Litages obliques en mamelons ( <i>HCS</i> )	Décimétrique à métrique

Tableau 4- Principaux faciès et sous-faciès de la série étudiée.

## **A- Faciès des argiles (FI)**

### **1- Description**

Ce faciès d'argiles de couleur verdâtre à jaunâtre caractérise les inter-lits centimétriques et forme en même temps les combes de grande épaisseur de l'ordre pluri-décamétrique.

### **2- Interprétation**

Le faciès des argiles caractérise des dépôts dans un milieu calme dont le principal processus sédimentaire à l'origine de la mise en place de ce faciès est celui du dépôt par décantation qui s'effectue lorsque les actions hydrodynamiques interviennent peu et autorisent la chute lente des particules élémentaires vers le fond, sans transport horizontal ou oblique brutal.

## **B- Faciès des grès (FII)**

### **1- Description**

Ces grès se présentent en plaquettes ou en bancs centimétriques à métriques, chenalisés, massifs d'une part et renferment quelques figures sédimentaires telles que des litages de rides, des litages horizontaux, des litages obliques en mamelons (*HCS* ou *Hummocky Cross Stratification*), des rides de courant et des stratifications entrecroisées d'une autre part. Ils deviennent quartzitiques au sommet de "la Formation de Foum Ez- Zeidiya", généralement à litages horizontaux et à rides de courant.

Ce faciès peut-être subdivisé à son tour en plusieurs sous-faciès, d'après le type de figures sédimentaires que nous trouvons.

### **1- Les sous-faciès à structures liées aux courants unidirectionnels**

#### **a)- Sous-faciès de grès à litages horizontaux (SF1)**

##### **- Description**

Ce sous-faciès apparaît dans tous les ensembles des quatre coupes. Il est, cependant, fréquent dans les ensembles I, III de la coupe CI et dans les ensembles I et II de la coupe CII du secteur de Foum Ez-Zeidiya. Il se présente sous l'aspect de bancs d'épaisseur centimétrique à métrique, de granulométrie fine à moyenne. Il est généralement associé à d'autres figures sédimentaires telles que des *SGL* (*Storm Graded Layers*) et des rides de courant.

### **- Interprétation**

Les litages horizontaux résultent d'un courant unidirectionnel de fond ayant exercé une action de traction et de classement des grains. Le flot est provoqué par un régime d'écoulement inférieur ou supérieur. Il est lié à un changement dans le mécanisme du transport (fig. 24) (CHAMLEY, 2000).

### **b)- Sous-faciès de grès à rides de courant (SF2)**

#### **- Description**

Le sous-faciès des grès à rides de courant apparaît pratiquement dans tous les ensembles des quatre coupes. Cependant, il est le plus fréquent dans les trois ensembles des deux coupes CI et CII du secteur de Foum Ez-Zeidiya et la CIV de celui de Kheneg Et-Tlaïa. Il est observé dans des bancs centimétriques à métriques, à grains fins à moyens. D'autres figures peuvent s'associer à ce sous-faciès; il s'agit notamment de litages horizontaux, des stratifications entrecroisées et des *SGL* (*Storm Graded Layers*).

#### **- Interprétation**

Les rides de courant sont dues à un courant unidirectionnel suffisamment important pour transporter des éléments détritiques sableux. Pour des vitesses et turbulences croissantes, nous obtiendrons ces rides après la déformation de la surface sédimentaire plane (CHAMLEY, 2000).

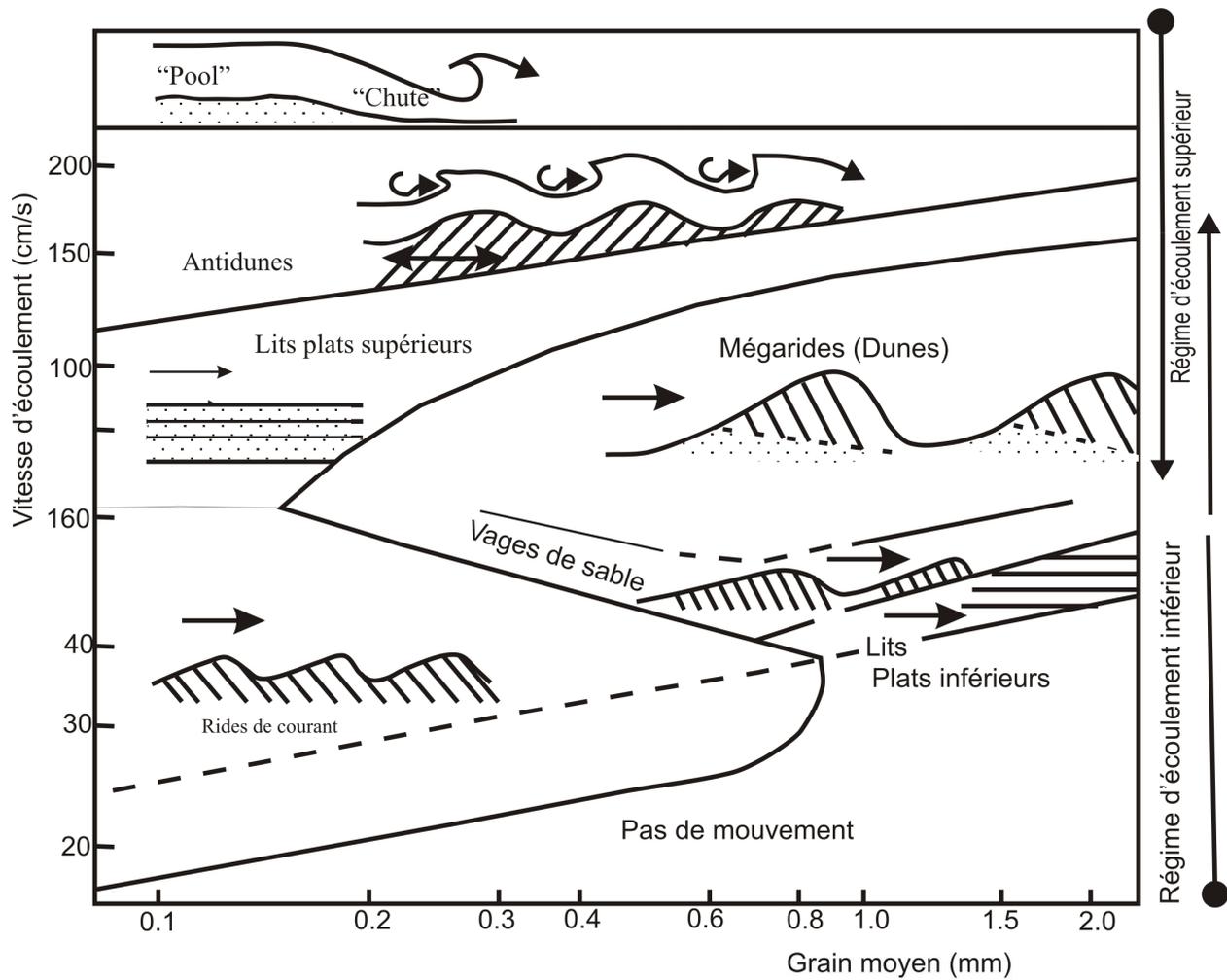


Fig. 24- Principales formes sédimentaires en fonction du régime d'écoulement d'un courant unidirectionnel (D'après BLATT *et al.*, REINECK et SINGH, 1980, *in* CHAMLEY, 1987).

### **c)- Les couches massives (SF3)**

#### **- Description**

Ce faciès a été rencontré dans les quatre coupes, on le trouve généralement dans le troisième ensemble des quatre coupes dans les deux secteurs. Il est représenté sous-forme de bancs centimétriques à métriques, à granulométrie fine à moyenne.

#### **- Interprétation**

Ces couches correspondent à un sédiment d'aspect relativement homogène. Elles reflètent une sédimentation rapide (SIMPSON et ERIKSON, 1990), pendant laquelle les structures primaires ont été détruites.

Elles indiquent l'action de tempête dans un milieu de plate-forme détritique (*Shoreface* inférieur / *Offshore* supérieur) (KUMAR et SANDERS, 1976; SIMPSON et ERIKSON, 1990).

## **2- Les sous-faciès à structures liées aux courants bidirectionnels**

### **a)- Sous-faciès de grès à stratifications entrecroisées (SF4) (fig. 25)**

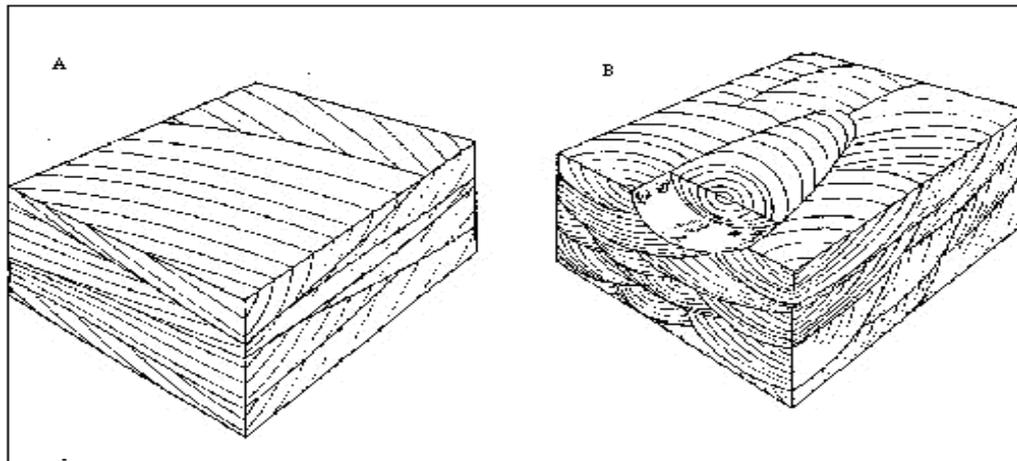
#### **- Description**

Le sous-faciès de grès à stratifications entrecroisées apparaît au sein des bancs de granulométrie généralement fine, d'épaisseur centimétrique à métrique, dans les ensembles: II de la coupe CII; II et III de la coupe CIII; ensemble I, III et fréquent dans l'ensemble II de la coupe CIV. Il s'associe souvent à des *SGL* (*Storm Graded Layers*).

#### **- Interprétation**

Les stratifications entrecroisées sont dues à un courant bidirectionnel. Souvent, ce courant érode la surface sédimentaire avant d'abandonner les particules sur le fond. Il en résulte des rides plus ou moins tronquées, qui subsistent fréquemment sous forme de lits

sableux à fines laminations obliques. Les variations survenues au cours du temps dans la vitesse et la direction des courants détermine une troncature souvent oblique des rides sous-jacentes. Cela conduit à une disposition des lits en stratifications inclinées les unes sur les autres (CHAMLEY, 2000). Ce type de structures reflète l'action tidale dans un milieu marin peu profond.



A: Strates tabulaires.

B: Strates en auges.

Fig. 25: Les stratifications entrecroisées: classification de la nature des surfaces enveloppes, d'après COJAN et RENARD (1997).

### 3- Les sous-faciès à structures liées aux courants multidirectionnels

a)- Sous-faciès de grès à litages obliques en mamelon (*Hummocky Cross Stratification, HCS*) (SF5) (fig. 26)

#### - Description

Ces structures ont été rencontrées dans les ensembles I et III de la coupe CI; ensemble II de la coupe CIII et dans le deuxième et troisième ensemble de la coupe CIV. Elles sont observées dans des bancs généralement centimétriques, à granulométries fines et associées souvent à des *SGL* (*Storm Graded Layers*) et des rides de courant.

## - Interprétation

Les *HCS* sont considérées comme la figure la plus caractéristique des dépôts de tempêtes (HARMS, 1975). Leur mode de formation a fait l'objet de plusieurs études (HARMS, 1975; ROGER *et al.*, 1983; ALLEN, 1985a; SWIFT *et al.*, 1983; NOTTVEDT *et KREISA*, 1987; GUILLOCHEAU, 1988; WALKER *et al.*, 1983; HARMS *et al.*, 1982)

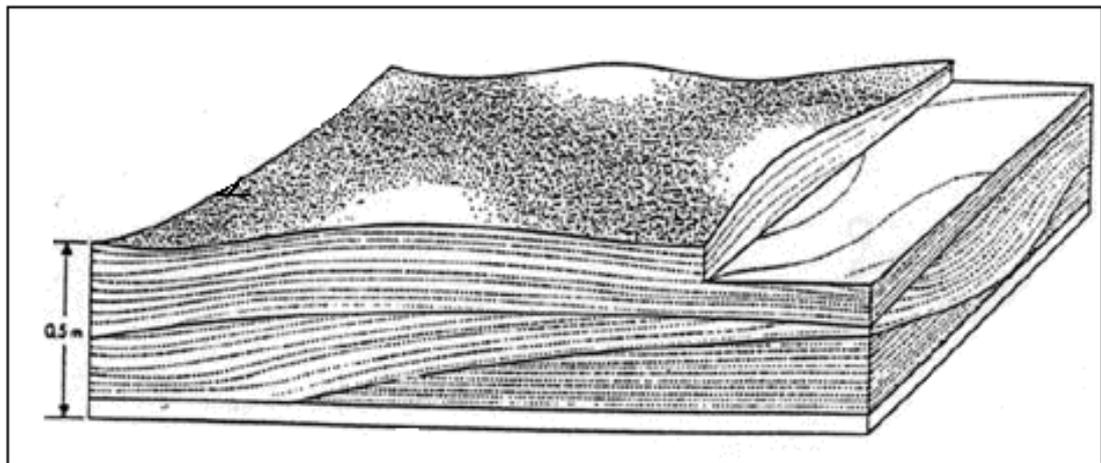


Fig. 26: Litages obliques en mamelons *HCS* (*Hummocky Cross Stratification*), d'après HARMS (1975).

L'origine des *HCS* est très confuse. Plusieurs auteurs pensent qu'elles ont été engendrées par un écoulement oscillatoire ou combiné.

Ces structures résultent ou elles sont liées aux dépôts de haute énergie. Elles sont dues à un courant multidirectionnel, qui sont déterminés par des événements exceptionnels (les dépôts des tempêtes ou les tempestites) (CHAMLEY, 2000).

## **b) - Les rythmites gradées (*Storm Graded Layers, SGL*) (SF6)**

### - Description

Ces structures apparaissent dans le premier et le deuxième ensemble des quatre coupes. Elles sont observées dans des grès en plaquettes à granulométrie fine à moyenne et associées à des *HCS* (*Hummocky Cross Stratification*), des litages de rides, des litages horizontaux et/ou des stratifications entrecroisées.

### **- Interprétation**

Ce type de structures a été défini par AIGNER et REINECK (1982) et AIGNER (1985). Elles correspondent à des lamines sableuses déposées par un flot de faible densité et des argiles silteuses. Ces dernières se déposent par décantation suite à l'atténuation de la puissance d'écoulement. Ces structures témoignent de l'action de tempête et se développent au dessus de la limite d'action des vagues (*Offshore* supérieur). Leur agencement traduit les variations cycliques de l'intensité des courants de marées.

Les *SGL* indiquent et confirment l'action de la tempête notamment lorsqu'elles sont associées à des *HCS*.

Les rythmites gradées ont été interprétées comme un dépôt de tempête dans l'*Offshore*. Trois mécanismes dont deux sont invoqués pour expliquer leur mode de formation: soit à partir de décantation (REINECK et SINGH, 1980); soit elles expriment des turbidites distales (WALKER, 1985); ou alors par la combinaison des deux.

Les rythmites ont été définies dans les sédiments actuels, en Mer du Nord par REINECK et SINGH (1980). Elles sont également reconnues dans les dépôts anciens "massif armoricain" (GUILLOCHEAU, 1983) et sur la plate forme ordovicienne du Maroc (HAMOUMI, 1988).

## **4- Les sous-faciès à structures liées à des déformations synsédimentaires**

### **a)- Les figures de charge (*Load structures*) (SF7)**

#### **- Description**

Ces structures correspondent à des empreintes de base de banc. Elles sont observables dans les ensembles I et III de la première coupe et dans l'ensemble III de la troisième coupe dans le secteur de Foum Ez-Zeidiya. Elles sont généralement rencontrées dans des bancs à granulométrie généralement moyenne.

## **-Interprétation**

Ces figures présentent la superposition de deux couches de plasticités différentes qui témoignent d'une forte charge sédimentaire. Elles indiquent la plasticité et le volume des apports sédimentaires.

## **C- Le faciès des Calcaires (FIII)**

### **- Description**

Le faciès des calcaires est fréquent dans les ensembles I et II des quatre coupes. Cependant, il est représenté par des nodules ou masses noduleuses de grandes tailles appelées "miches calcaires". Ces dernières sont emballées soit dans des niveaux argileux métriques; soit au sein des grès en plaquettes emboîtés. Elles sont d'épaisseur centimétrique à métrique, renferment parfois des litages horizontaux, des litages obliques en mamelons (*HCS* ou *Hummocky Cross Stratification*) et des rides de courant. Ces miches calcaires ont été décrites par GHIENNE et *al.* (2007), comme étant des concrétions calcaires ovoïdes renferment des fragments de silts et une faune désarticulées (brachiopodes linguliformes, bivalves, gastéropodes, trilobites et occasionnellement des graptolites).

### **- Interprétation**

Ces miches calcaires représentent le remplissage des creux générés par des courants de tempêtes qui creusent des gouttières à grande échelle. La cimentation précoce se produit lors de la phase initiale de lithification (compaction) et qui favorise une dissolution de la fraction biogène (coquilles) permettant donc une cimentation précoce et rapide (GHIENNE et *al.*, 2007).

## **III- LES CARACTERES ICHNOFACIOLOGIQUES**

### **1- Traces de type *Scolithos***

#### **- Description**

De nombreuses pistes et de traces ont été observées dans notre formation aux interfaces des bancs de grès quartzitique, notamment dans les ensembles III pour les trois coupes CI, CII et CII du secteur de Fom Ez-Zeidiya et le dernier ensemble (ensemble III) de la coupe CIV du secteur de Kheneg Et-Tlaïa. Il s'agit d'un ensemble de *Terriers* verticaux représentés par des *Scolithos*, *Monocraterium* et d'autres horizontaux.

### **-Interprétation**

L'Ichnofaciès à *Scolithos* comprend plusieurs types de traces de *Scolithes*; ces traces caractérisent un milieu marin de plate forme, peu profonde et de haute énergie (SEILACHER, 1967). Les organismes responsables de ces traces se nourrissent dans une eau en mouvement, chargée de particules en suspension et vivent en colonie ou dispersés. Ce milieu peut se rencontrer dans la zone marine proche du rivage (SEILACHER, 1967).

### **IV- ASSOCIATIONS DES FACIES (fig. 27, 28, 29 et 30)**

L'étude descriptive précédente des faciès et sous-faciès rencontrés dans "la Formation de Fom Ez-Zeidiya" nous a montré que les trois faciès (FI, FII et FIII) et les sept sous-faciès (SF1, SF2, SF3, SF4, SF5, SF6 et SF7) peuvent s'associer soit complètement, soit partiellement, pour former une succession verticales de figures ou de lithologie. Ainsi, plusieurs associations de faciès peuvent être citées.

(1) Dans le secteur de Fom Ez-Zeidiya :

- Coupe de Fom Ez-Zeidiya CI (fig. 27)

- 1) Argiles/ calcaires/ grès fin à rides de courant (SF2).
- 2) Argiles/ calcaires/ grès fin à litages de ride (SF2)/ litages horizontaux (SF1)/ SGL (SF6)/ litages de ride (SF2)/ grès massif (SF3).
- 3) Argiles/ grès massif (SF3).
- 4) Argiles/ grès fin à figures de base de banc (SF7)/ calcaires/ grès à litages de ride (SF2).
- 5) Argiles/ grès à litages de ride (SF2)/ calcaires/ grès à litages de ride (SF2)/ calcaires.
- 6) Argiles/ grès à litages de ride (SF2)/ SGL (SF6).

7) Argiles/ grès moyen à litages horizontaux (SF1)/ *SGL* (SF6)/ litages horizontaux (SF1)/ *SGL* (SF6)/ rides de courant (SF2)/ *SGL* (SF6)/ litages de ride (SF2).

8) Argiles/ grès massif (SF3)/ Argiles/ grès massif (SF3)/ Argiles/ grès massif (SF3)/ Argiles/ grès massif (SF3)/ Argiles/ grès à ride de courant (SF2)/ litages horizontaux (SF1).

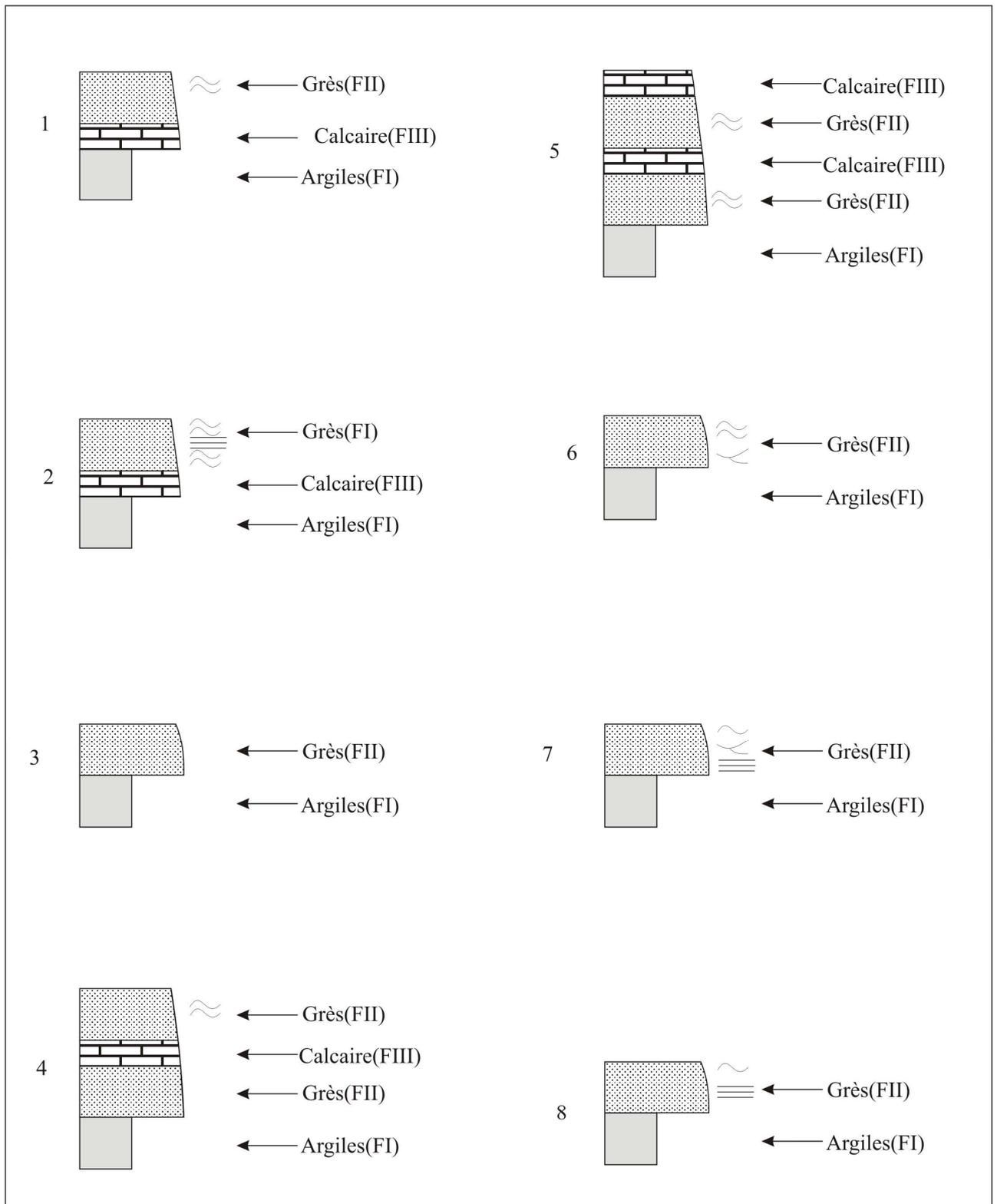


Fig. 27-Principales associations de faciès et de sous-faciès rencontrés dans "La Formation de Fom Ez-Zeidiya" (Coupe de Fom Ez-Zeidiya CI)

- Coupe de Foug Ez-Zeidiya CII (fig. 28)

- 1) Argiles/ grès fin à *SGL* (SF6)/ litages de ride (SF2).
- 2) Argiles/ grès fin à *SGL* (SF6)/ litages horizontaux (SF1)/ litages de ride (SF2).
- 3) Argiles/ grès fin à litages horizontaux (SF1).
- 4) Argiles/ grès fin à litages horizontaux (SF1)/ ride de courant (SF2).
- 5) Argiles/ calcaires/ grès fin à *SGL* (SF6)/ stratifications entrecroisées (SF4).
- 6) Argiles/ grès fin à *SGL* (SF6)/ grès massif (SF3).
- 7) Argiles/ grès moyen à *SGL* (SF6)/ calcaires.
- 8) Argiles/ grès à ride de courant (SF2).
- 9) Argiles/ grès moyen à litages horizontaux (SF1).
- 10) Argiles/ grès massif (SF3).

- Coupe de Foug Ez-Zeidiya CIII (fig. 29)

- 1) Argiles/ grès fin à *SGL* (SF6)/ litages de ride (SF2)/ litages horizontaux (SF1)/ calcaires/ grès massif (SF3).
- 2) Argiles/ grès fin à *SGL* (SF6)/ calcaires/ grès massif (SF3)/ calcaires/ grès massif (SF3).
- 3) Argiles/ grès massif (SF3).
- 4) Argiles/ grès massif (SF3)/ calcaires/ grès fin à *SGL* (SF6)/ calcaires.
- 5) Argiles/ grès fin à *SGL* (SF6)/ calcaires.
- 6) Argiles/ grès fin à *SGL* (SF6).
- 7) Argiles/ grès moyen à litages horizontaux (SF1)/ litages de ride (SF2).
- 8) Argiles/ grès moyen massif (SF3)/ *SGL* (SF6)/ stratifications entrecroisées (SF4).
- 9) Argiles/ grès moyen à ride de courant (SF2)/ litages de ride (SF2).

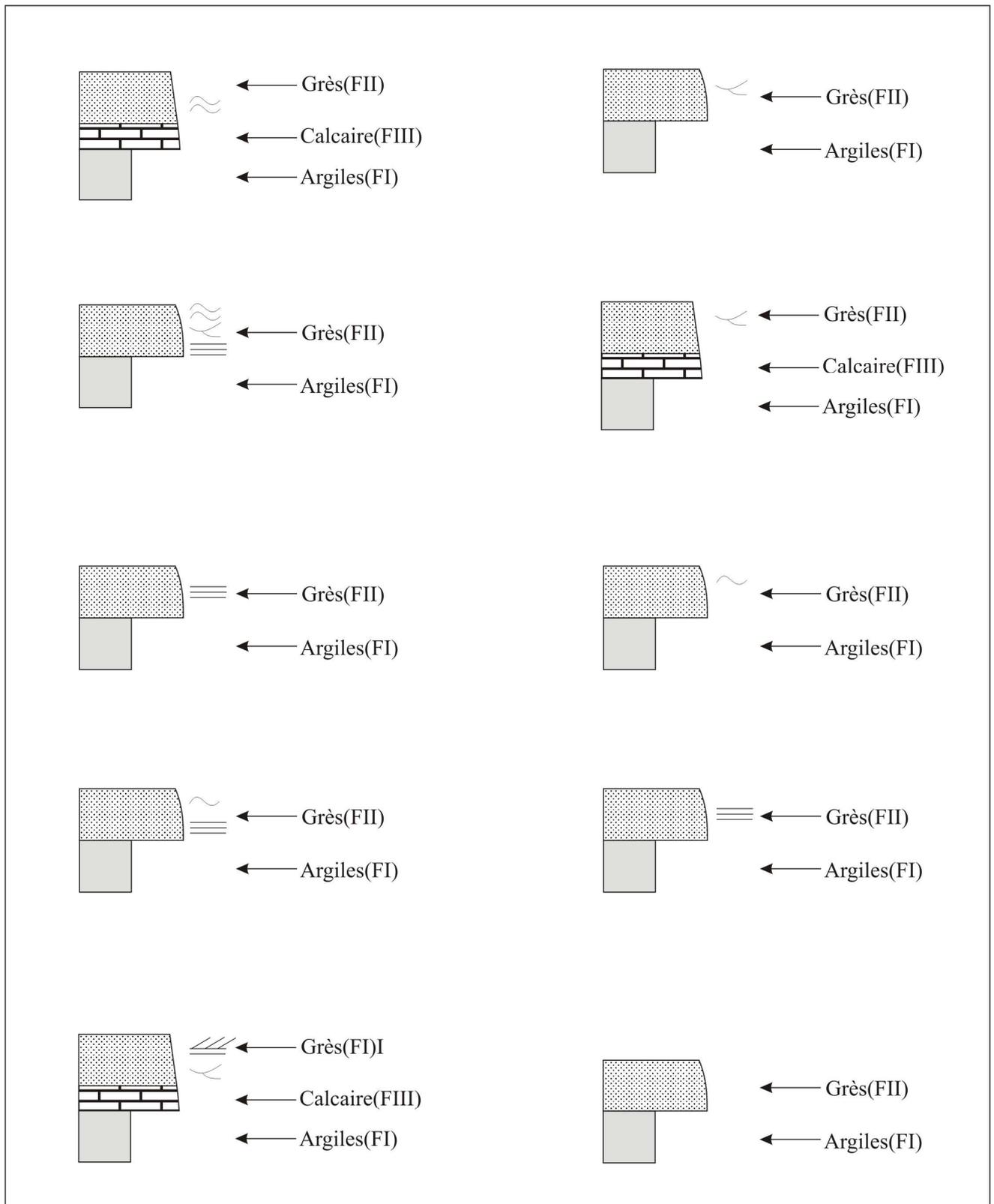


Fig. 28- Principales associations de faciès et sous-faciès rencontrés dans  
 “La Formation de Fom Ez-Zeidiya” (Coupe de Fom Ez-Zeidiya CII)

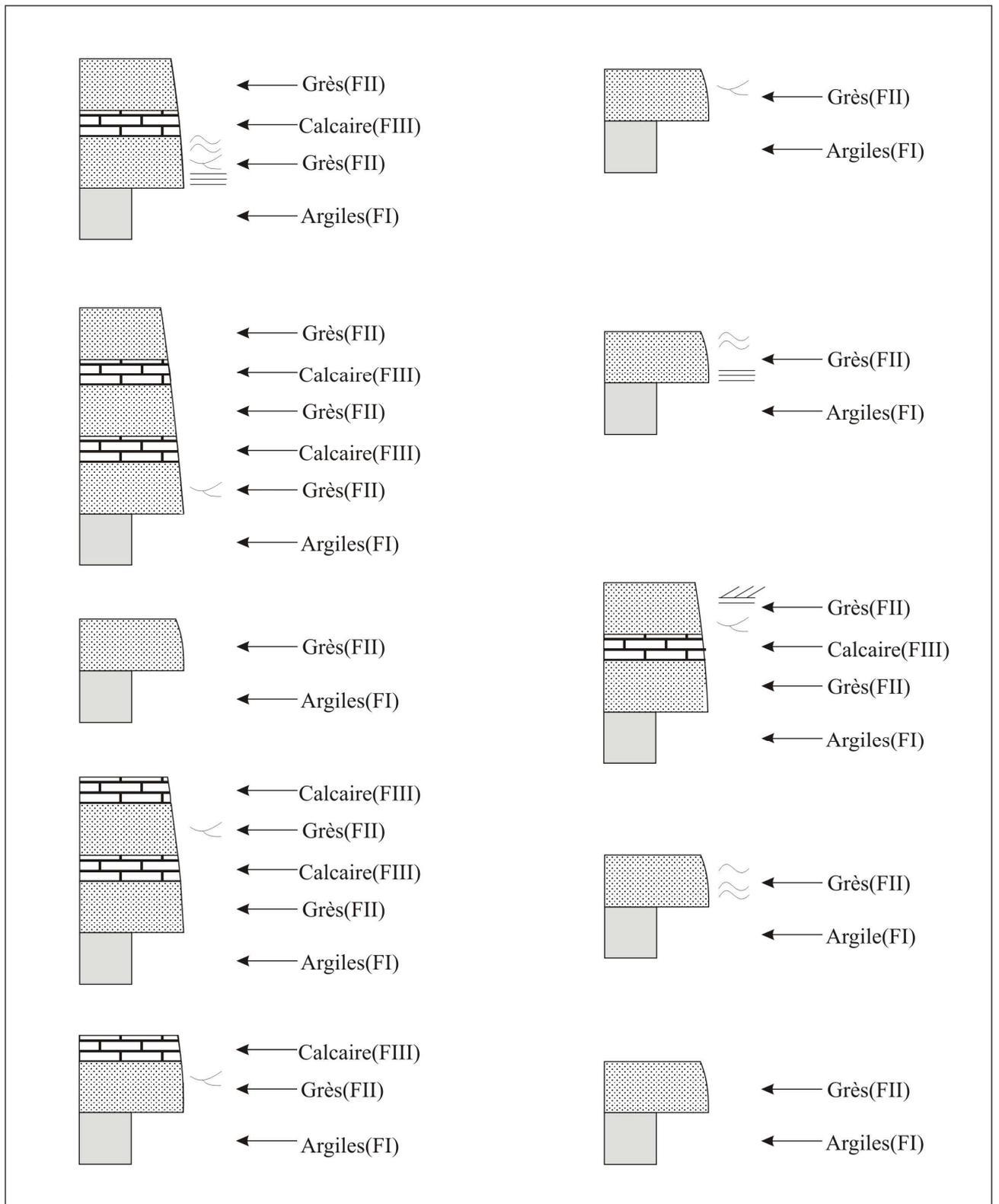


Fig.29- Principales associations de faciès et sous-faciès rencontrés dans “La Formation de Fom Ez-Zeidiya” (Coupe de Fom Ez-Zeidiya CIII)

10) Argiles/ grès moyen massif (SF3).

(2) Dans le secteur de Kheneg Et-Tlaïa

- Coupe de Kheneg Et-Tlaïa CIV (fig. 30)

1) Argiles/ grès fin à *SGL* (SF6)/ litages de ride (SF2).

2) Argiles/ grès fin à *SGL* (SF6)/ calcaires/ grès fin à *SGL* (SF6)/ stratifications entrecroisées (SF4).

3) Argiles/ grès à litages de ride (SF2).

4) Argiles/ grès à litages de ride (SF2)/ calcaires/ grès fin à *SGL* (SF6)/ calcaires/ grès fin à *SGL* (SF6)/ litages de ride (SF2)/ litages horizontaux (SF1).

5) Argiles/ grès fin à *SGL* (SF6)/ stratifications entrecroisées (SF4)/ calcaires/ grès fin à *SGL* (SF6)/ litages de ride (SF2).

6) Argiles/ grès fin à *SGL* (SF6)/ litages obliques en mamelons (*HCS*) (SF5)/ litages de ride (SF2).

7) Argiles/ calcaires/ grès moyen à *SGL* (SF6)/ stratifications entrecroisées (SF4)/ litages horizontaux (SF1)/ rides de courant (SF2).

8) Argiles/ grès moyen à rides de courant (SF2).

9) Argiles/ grès moyen à rides de courant (SF2)/ grès massif (SF3).

10) Argiles/ grès massif (SF3).

11) Argiles/ grès moyen massif (SF3)/ litages horizontaux (SF1).

## **V- CONCLUSION**

L'étude sédimentologique de "la Formation de Fom Ez-Zeidiya" dans les deux secteurs d'étude (Fom Ez-Zeidiya et Kheneg Et-Tlaïa) nous a permis de mettre en évidence trois principaux faciès: faciès des argiles (FI), faciès des grès (FII) et le faciès des calcaires (FIII). Le faciès des grès a été subdivisé à son tour en 7 sous-faciès du SF1 jusqu'au SF7.

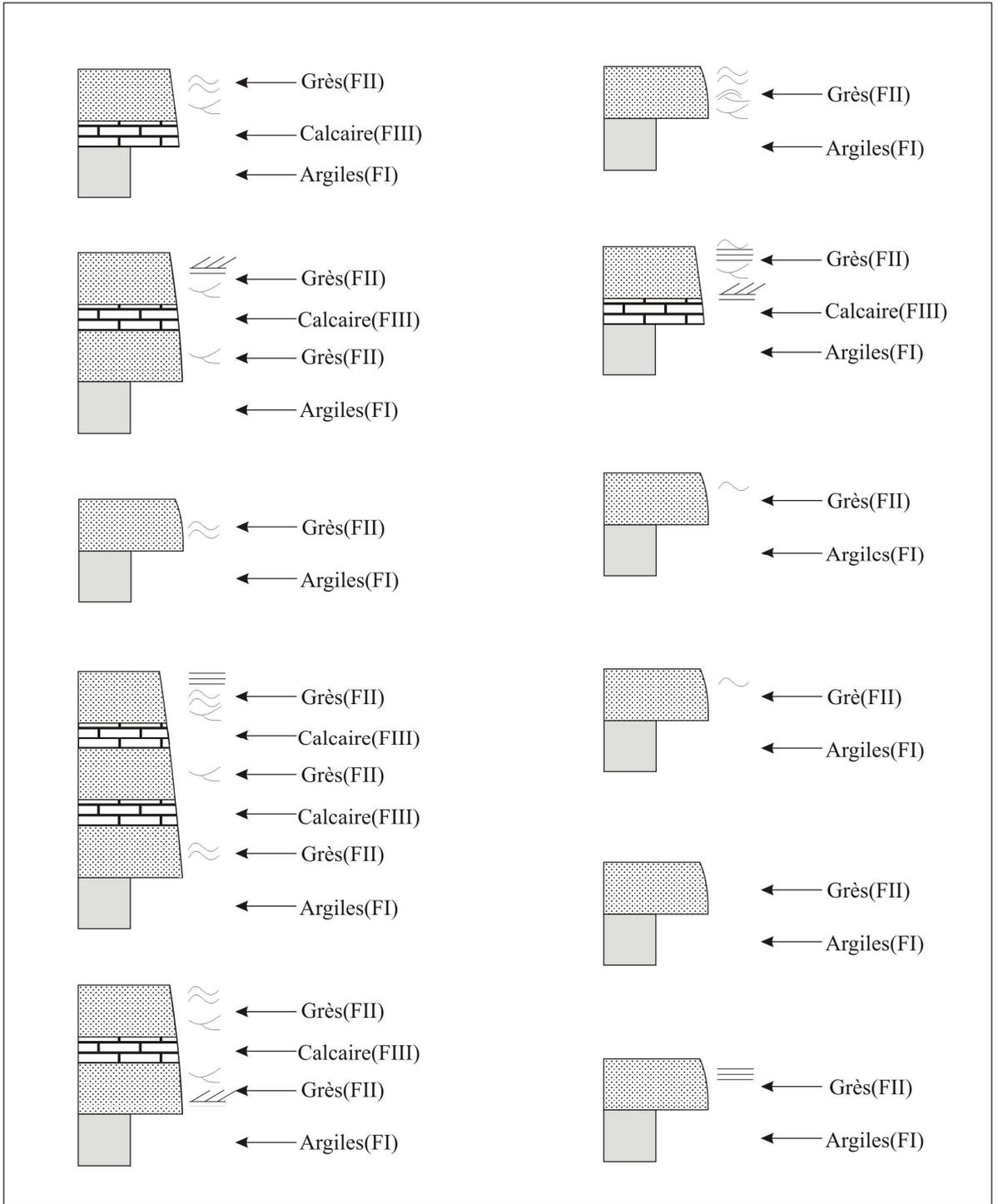
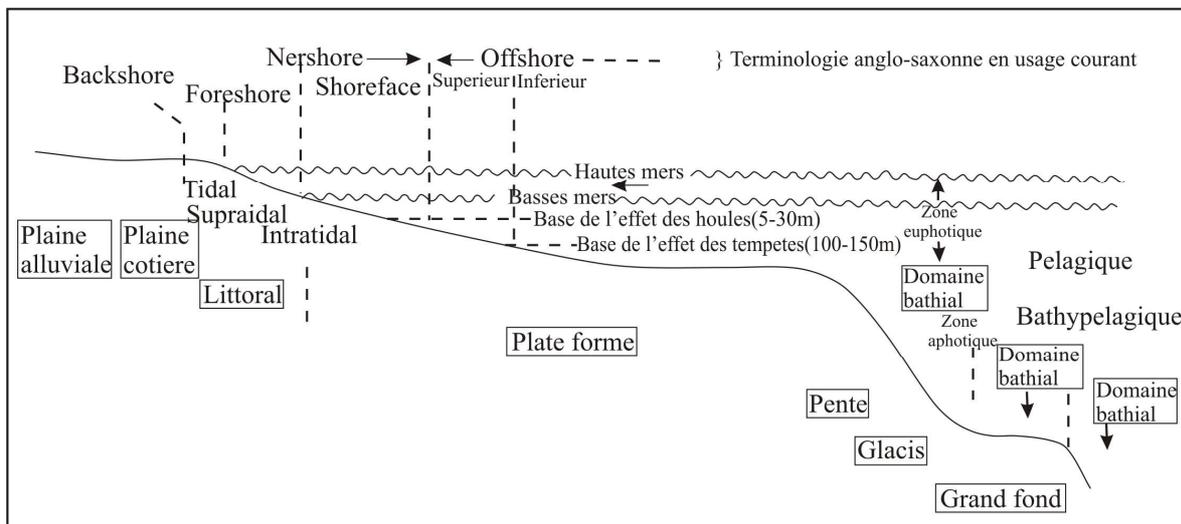


Fig. 30- Principales associations de faciès et sous-faciès rencontrés dans "La Formation de Foum Ez-Zeidiya" (Coupe de Foum Ez-Zeidiya CIV)

## DEUXIEME PARTIE: ENVIRONNEMENTS SEDIMENTAIRES

### I- INTRODUCTION

Les éléments destinés à former un sédiment sont d'abord généralement transportés à l'état solide ou en solution. Ils se déposent ou précipitent ensuite dans un milieu de sédimentation. Un milieu de sédimentation est une unité géomorphologique de taille et de forme déterminée où règne un ensemble de facteurs physiques, chimiques et biologiques suffisamment constants pour former un dépôt caractéristique (fig. 31).



### II- MILIEUX DE DEPOTS

L'étude sédimentologique de "la Formation de Foum Ez-Zeidiya", à partir des quatre levés de coupes géologiques dans les secteurs de Foum Ez-Zeidiya et celui de Kheneg Et-Tlaïa, nous a permis de mettre en évidence les caractéristiques suivantes:

(1) Dans le secteur de Foug Ez-Zeidiya:

Les trois coupes (CI, CII et CIII) qui ont été levées montrent les caractères suivants:

- le développement de grandes barres gréseuses;
- la présence de structures d'emboîtement (*SCS* ou *Swaley Cross Stratification*) ;
- la présence de litages obliques en mamelons (*HCS* ou *Hummocky Cross Stratification*);
- les litages horizontaux;
- la présence des rythmites gradées (*SGL* ou *Storm Graded Layers*);
- la bioturbation ainsi que la prédominance des *Scolithos*;
- la présence de faciès carbonaté bioturbé;
- la sédimentation argileuse;
- fine granulométrie des bancs gréseux.

(2) Dans le secteur de Kheneg Et Tlaïa

La coupe (CIV) montre les particularités suivantes:

- l'importance des apports détritiques ainsi que le développement des barres gréseuses;
- la présence des *SGL* (*Storm Graded Layers*) associées à des figures de tempêtes (*HCS* ou *Hummocky Cross Stratification*);
- l'installation de puissantes séries argileuses;
- présence de structures emboîtées (*SCS* ou *Swaley Cross Stratification*);
- présence de litages horizontaux;
- la bioturbation et la présence des *Scolithos*.

Le milieu de sédimentation doit être déterminé à partir du sédiment, en recherchant la nature des écoulements responsables de la mise en place des sédiments et en recherchant parmi les figures sédimentaires celles qui sont caractéristiques d'un environnement.

L'écoulement est discontinu car il s'agit d'alternance d'argiles et de grès à moindre degré carbonaté. Il se produit à une vitesse élevée comme le montre les litages horizontaux présents dans certains bancs (SIMONS *et al.*, 1965 ; GUY *et al.*, 1966 ; CLIFTON, 1976 ; ALLEN, 1982 ; NOTTVEDT & CREISA, 1987 *in* GUILLOCHEAU, 1991). Cependant, il est à composantes oscillatoire comme le suggèrent la présence de rides symétriques (ALLEN, 1982) sur le sommet des strates et l'existence de litages rides.

D'autres figures peuvent être intervenir parmi lesquelles : les litages obliques en mamelons (*HCS* ou *Hummocky Cross Stratification*), les rythmites gradées qui sont caractéristiques des dépôts de tempêtes. Ces dernières sont les seules qui peuvent expliquer, en milieu marin peu profond, un écoulement discontinu, à vitesse élevée et à composantes oscillatoire.

Ces dépôts se sont donc effectués dans deux environnements différents, il s'agit d'une alternance de dépôts de d'*Offshore* supérieur et de *Shoreface*. L'*Offshore* supérieur est caractérisé par une sédimentation principalement argileuse, au-delà de la base de l'effet de la houle (BIJU-DUVAL, 1999). Le *Shoreface* est caractérisé par la présence des structures emboîtées (*SCS*) influencées par les tempêtes (*HCS* et *SGL*), qui peuvent constituer des barres de plusieurs mètres d'épaisseur (BIJU-DUVAL, 1999).

### **III- CONCLUSION**

La description et l'interprétation en termes hydrodynamique des faciès rencontrés, nous ont suggéré un milieu de dépôt d'un environnement marin peu profond dont lequel deux parties au moins sont présentes. Il s'agit d'une alternance de dépôts de *Shoreface* caractérisé par la présence de structures emboîtées et influencé par des tempestites et un *Offshore* supérieur caractérisé par une sédimentation argileuse. Cette alternance de dépôts est due à des facteurs auto-cycliques (tectono-sédimentaires). Il est à noter que le passage ou la transition (*Shoreface/Offshore*) est marquée par des figures de tempêtes de type *SGL* qui caractérisent le sommet du deuxième ensemble (COJAN et RENARD, 1997).

# **TROISIEME PARTIE: ORGANISATION SEQUENTIELLE**

## **I- INTRODUCTION**

La reconnaissance, l'interprétation des faciès et la compréhension de leurs relations spatio-temporelles constituent les bases de l'étude des séries sédimentaires en vue des reconstitutions paléo-environnementales et de la paléogéographie. La succession verticale des faciès rend, de plus, compte de l'évolution temporelle des environnements.

## **II- GENERALITES ET DEFINITIONS**

### **1- Séquence**

Une séquence est une unité stratigraphique formée d'une succession régulière de couches relativement concordantes, génétiquement liées entre deux discontinuités sédimentaires.

### **2- Discontinuité**

Une discontinuité est définie comme étant une surface portant des traces d'érosion et des enduits physico-chimiques indiquant un arrêt de sédimentation durant une période donnée.

### **3- Stratigraphie séquentielle**

La stratigraphie séquentielle a été développée à partir des méthodes de stratigraphie sismique et concepts du modèle général d'Exxon (VAIL et *al.*, 1977). Le principe de base est que les séries sédimentaires s'organisent en une succession logique de séquences essentiellement contrôlées par les fluctuations du niveau relatif de l'océan (BIJU-DUVAL, 1999).

Elle a été définie comme étant l'étude des relations des superpositions des unités génétiques limitées par des surfaces d'érosion ou non dépôt dans un cadre chronostratigraphique (VAN WAGONER et *al.*, 1988).

La première notion fondamentale est celle de l'espace disponible. Trois facteurs régissent cet espace:

- la subsidence;
- les apports sédimentaires;
- les variations du niveau marin.

#### **4- Transgression, régression et niveau marin**

Il est très important de noter que les termes, transgression et régression expriment respectivement, la direction du mouvement de la ligne de rivage vers le continent ou vers la mer. Lorsque le niveau marin relatif monte, on a une ligne de rivage transgressive. Lorsque le niveau marin relatif baisse, on a l'apparition d'une ligne de rivage régressive.

#### **5- Stratigraphie génétique**

La stratigraphie génétique a pour objet l'identification de petites unités stratigraphiques à limites isochrones. Ces unités, rarement visibles en sismique conventionnelle, sont définies par l'étude des faciès sédimentaires sur le terrain. Les unités génétiques sont considérées comme des briques élémentaires de la stratigraphie.

L'origine des séquences génétiques est controversée. Pour les uns (VAN WAGONER et *al.*, 1990 ; GALLOWAY, 1989), elles résulteraient de périodes de progradation ponctuées par des périodes de transgression ; pour les autres (CROOS, 1988 ; GUILLOCHEAU et *al.*, 1989), elles présenteraient tous les stades d'une variation cyclique du niveau relatif de la mer, et elles seraient donc des séquences de dépôts à part entière.

#### **6- Cortèges sédimentaires**

Un cortège sédimentaire correspond à l'enchaînement des dépôts qui se combinent pour former des séquences (POSAMENTIER et *al.*, 1988). Il est composé d'une succession de paraséquences (fig. 32 et 33). De la base au sommet on distingue:

- Une surface d'érosion basale, discordance ou discontinuité majeure façonnée lors de la chute de niveau de la mer; elle témoigne d'une modification majeure du profil d'équilibre des cours d'eau qui se réajustent sur un nouveau niveau de base. On considère généralement le niveau de base comme équivalent du niveau zéro des mers. Concrètement, il y aura creusement de canyons et de vallées appelées vallées incisées.

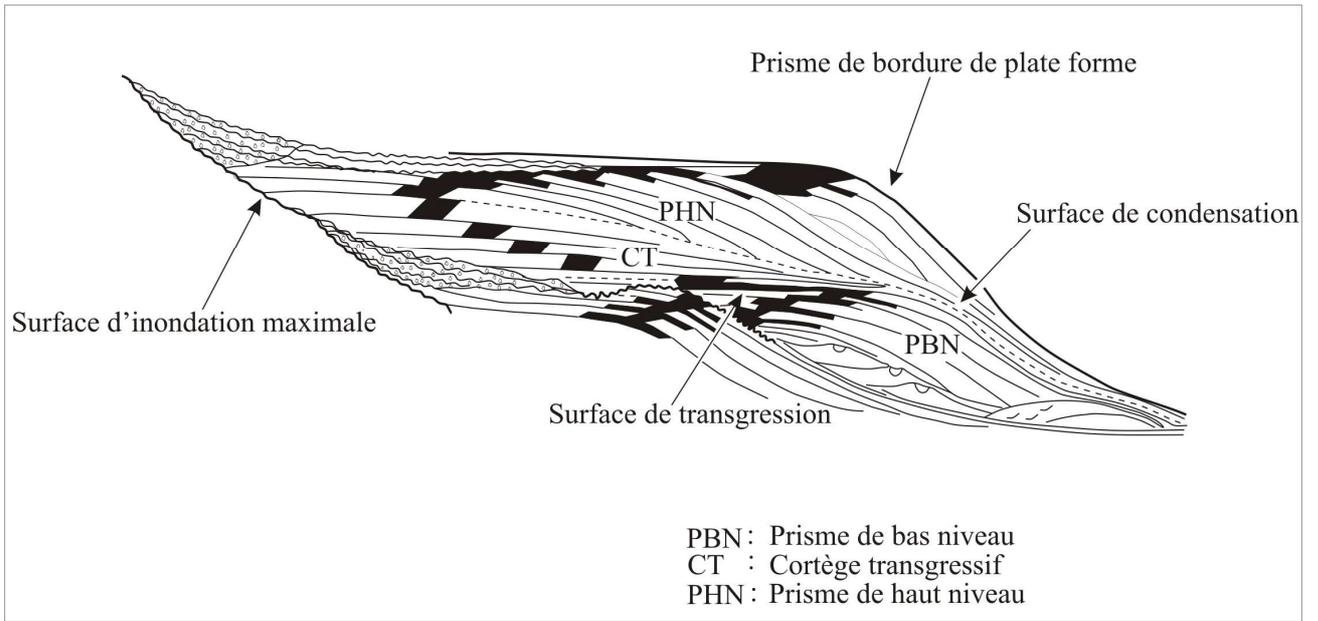


Fig.32- Profil stratigraphique (D'après POSAMENTIER et al., 1988).

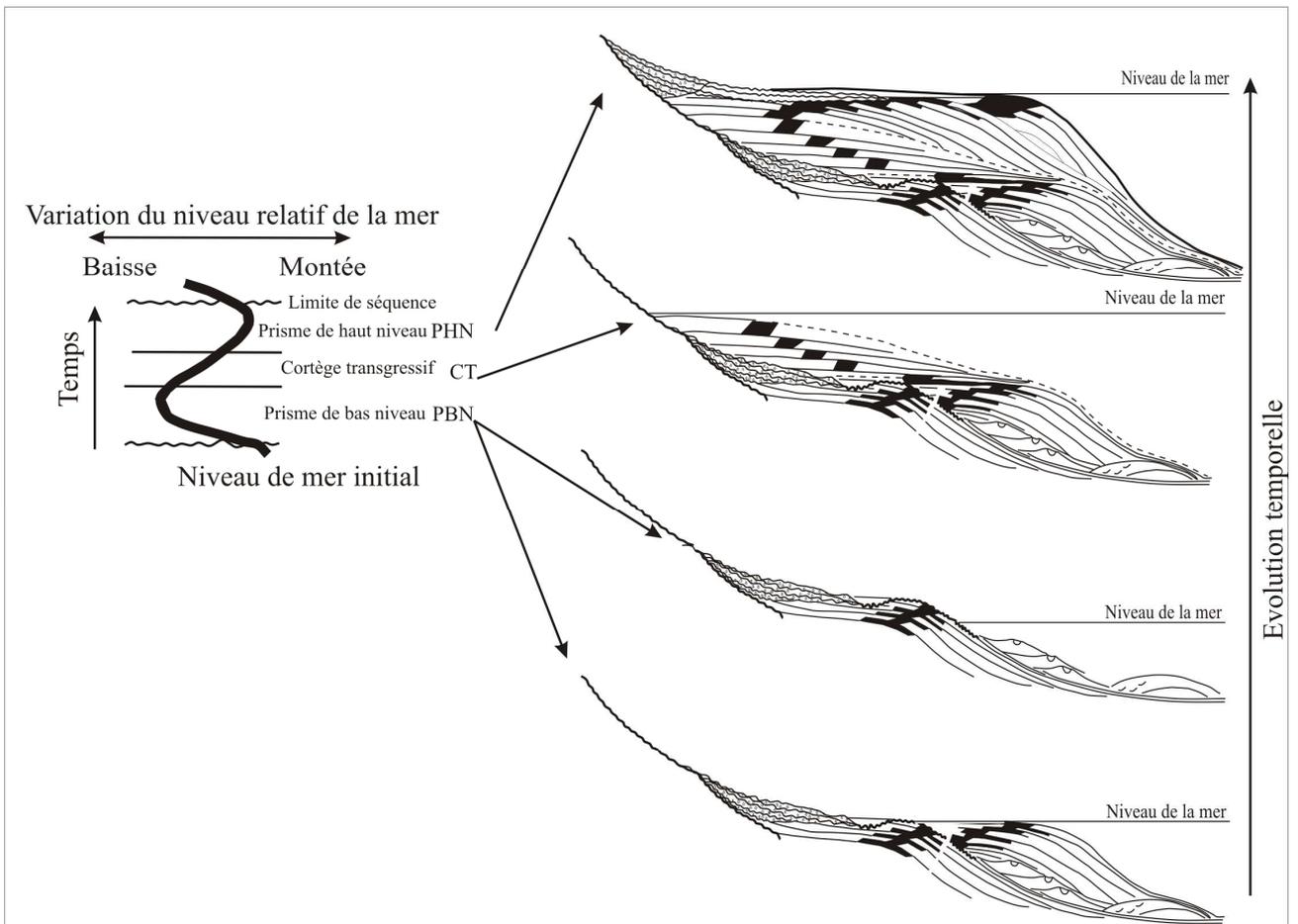


Fig.33- la séquence de VAIL (D'après BIJU-DUVAL, 1999).

- Un cortège de bas niveau (*low stand system tract*) sédimenté lors de la chute de niveau et pendant la période de bas niveau. On peut y distinguer différents types de dépôts (cônes sous-marins profonds, hémipélagites, etc.) selon les taux de sédimentation. L'ensemble des dépôts réalisés s'appelle prisme de bas niveau (PBN).

- L'intervalle transgressif (IT) ou *transgressive system tract* qui se développe lors de la phase de remontée du niveau de la mer. Le début de la remontée peut-être marqué par ce qu'on appelle surface d'inondation ou de transgression. Les sédiments constituent ensuite une aggradation et une rétrogradation progressive. Au maximum de remontée, on parlera de surface d'inondation maximale (SIM) ou *maximum flooding surface*.

- Le cortège de haut niveau ou *highstand system tract* appelé encore prisme de haut niveau (PHN) qui correspond à tous les dépôts de la phase de haut niveau jusqu'au début de la chute. On distingue là encore différents types de dépôts aggradants et progradants vers le large (prisme de bordure de plate-forme ou BPF).

### **III- APPLICATION**

#### **1- L'analyse séquentielle**

L'enchaînement vertical des dépôts de notre série d'étude sera abordé en appliquant le concept de l'analyse séquentielle telle que définie par LOMBARD (1956), DELFAUD (1973 ; 1974) et KAZI-TANI (1986). Le découpage séquentiel sera fait à partir de la définition des discontinuités.

#### **A- Secteur de Foum Ez-Zeidiya**

##### **1- Coupe de Foum Ez-Zeidiya (CI) (fig. 34)**

###### **a- Inventaire des discontinuités**

L'évolution verticale de la "Formation de Foum Ez-Zeidiya" montre la succession des discontinuités suivantes:

**D1:** elle marque la base de la "Formation de Foum Ez-Zeidiya". Il s'agit du niveau ferrugineux oolitique qui marque la limite supérieure de la formation précédente.

**D2:** elle coïncide avec la fin du premier ensemble, il s'agit d'une discontinuité lithologique marquée par le passage franc aux argiles du deuxième ensemble.

**D3:** elle clôture le deuxième ensemble et correspond à des rides de courant au sommet d'un banc de grès.

**D4:** elle se situe au sommet du troisième ensemble, marquée par un horizon ferrugineux, oolitique observé latéralement dans le secteur de Fom Ez-Zeidiya, marquant la fin de notre formation d'étude.

## **b- Les séquences**

La coupe de Fom Ez Zeidiya (CI) peut-être subdivisée en trois séquences d'ordre 3 au sens de DELFAUD (1974) et de KAZI-TANI (1986). Chaque séquence représente une succession de plusieurs séquences binaires d'ordre 2 (argiles-grès) que DELFAUD (1974) a désigné par le nom de *séquences fosses* (notées SF). Il s'agit d'une sédimentation silico-clastique, interrompue par des dépôts carbonatés peu développés "miches calcaires" qu'on trouve dans les ensembles I et II des quatre coupes.

- **Première séquence S1FZI:** cette séquence est limitée à la base par la discontinuité D1 et au sommet par la D2. Elle est caractérisée par le développement d'un matériel détritique fin qui s'inscrit dans une phase de comblement. Il est à noter qu'elle est interrompue par l'arrivée d'un matériel carbonaté, indiquant une légère augmentation du niveau marin. Les *SGL* (*Storm Graded Layers*) ainsi que les litages de rides témoignent de l'importance de l'hydrodynamisme.

- **Deuxième séquence S2FZI:** limitée par les deux discontinuités D2 et D3 et matérialisée par un faciès principalement gréseux. Elle correspond au deuxième ensemble. Le matériel gréseux de nature fine montre des *SGL* attestant des périodes de tempêtes et se caractérise par des structures d'emboîtement et l'arrivée d'un matériel carbonaté représenté par des concrétions ovoïdes.

- **Troisième séquence S3FZI:** elle correspond à une puissante série argileuse surmontée par l'installation et le développement de barres gréseuses de nature quartzitique. Elle est limitée au sommet par la discontinuité D4 marquée par un horizon ferrugineux, oolitique et conglomératique. Elle s'inscrit dans un régime de comblement.

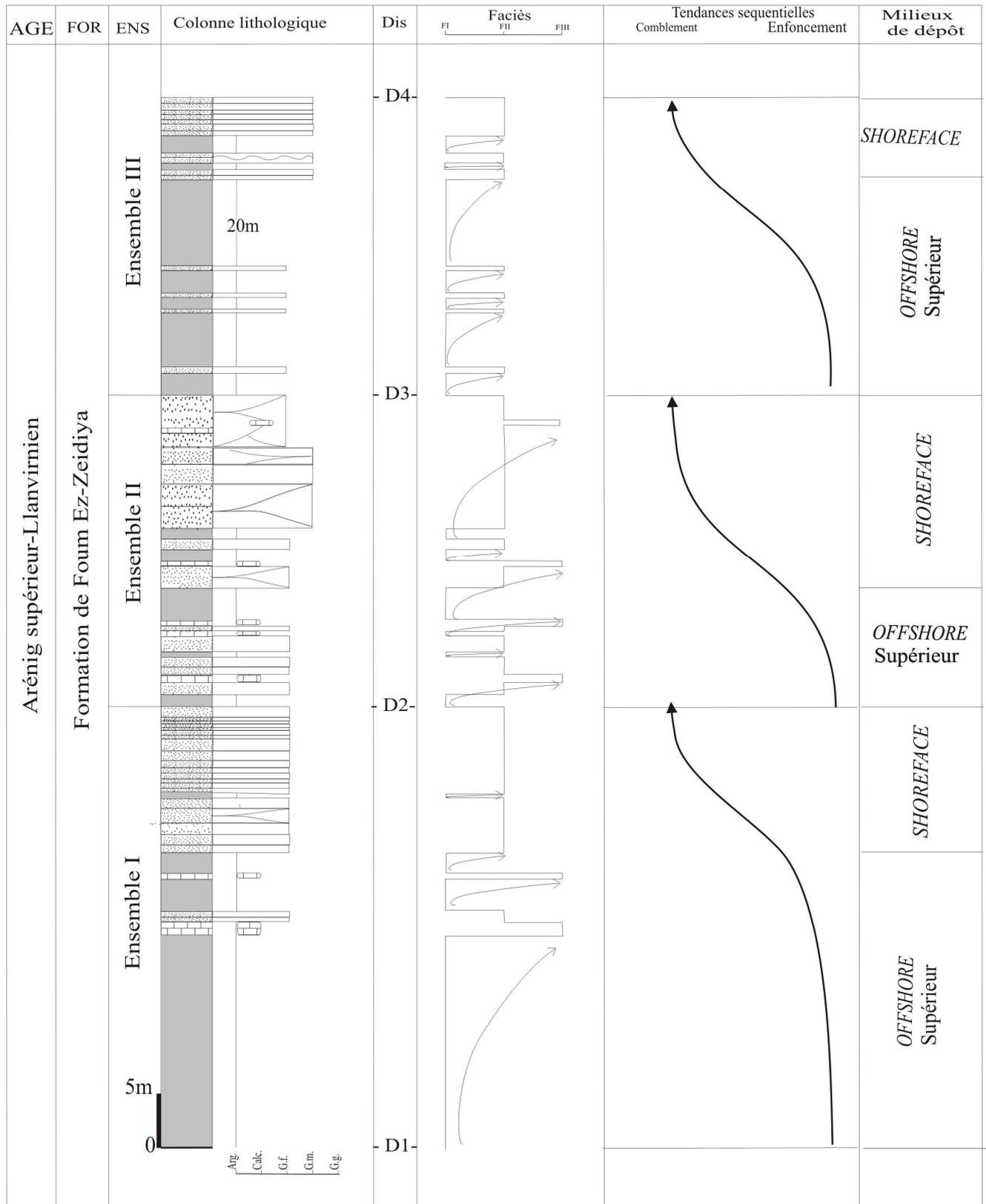


Fig. 34: Evolution séquentielle et milieu de dépôt de “La Formation de Fom Ez-Zeidiya” (coupe de Fom Ez Zeidiya CI).

## 2- Coupe de Foum Ez-Zeidiya (CII) (fig. 35)

### a- Inventaire des discontinuités

Quatre discontinuités ont été mises en évidence dans cette coupe. De bas en haut, on distingue:

**D1:** il s'agit d'une discontinuité lithologique qui correspond aux argiles qu'on trouve à la base de la série.

**D2:** elle se situe au sommet du premier ensemble, c'est une discontinuité lithologique qui correspond à un banc gréseux.

**D3:** elle coïncide avec le sommet du deuxième ensemble, marquée par un changement lithologique. Il s'agit du passage franc entre les grès et les argiles.

**D4:** c'est un horizon, oolitique et ferrugineux qui termine le troisième ensemble observé latéralement dans ce secteur.

### b- Les séquences

L'analyse séquentielle de la coupe de Foum Ez-Zeidiya (CII) permet de définir trois séquences d'ordre 3 qui regroupent des séquences d'ordre 2 (DELFAUD, 1974; KAZI-TANI, 1986).

- **Première séquence S1FZII:** elle débute par des argiles marquant une discontinuité lithologique (D1) et clôturée au sommet par la (D2). Elle marque l'enregistrement d'un évènement séquentiel de comblement déstabilisé et interrompu par l'arrivée des dépôts carbonatés "miches calcaires".

- **Deuxième séquence S2FZII:** elle est limitée par les deux discontinuités lithologiques D2 et D3 qui marquent le passage franc entre les grès et les argiles. La nature et l'évolution du matériel détritique nous ont permis de suggérer que cette séquence entre dans un cadre général de comblement.

- **Troisième séquence S3FZII:** limitée à la base par la D4 et au sommet par la D5 (horizon ferrugineux oolitique). Il est à noter qu'on assiste à l'installation et le développement de

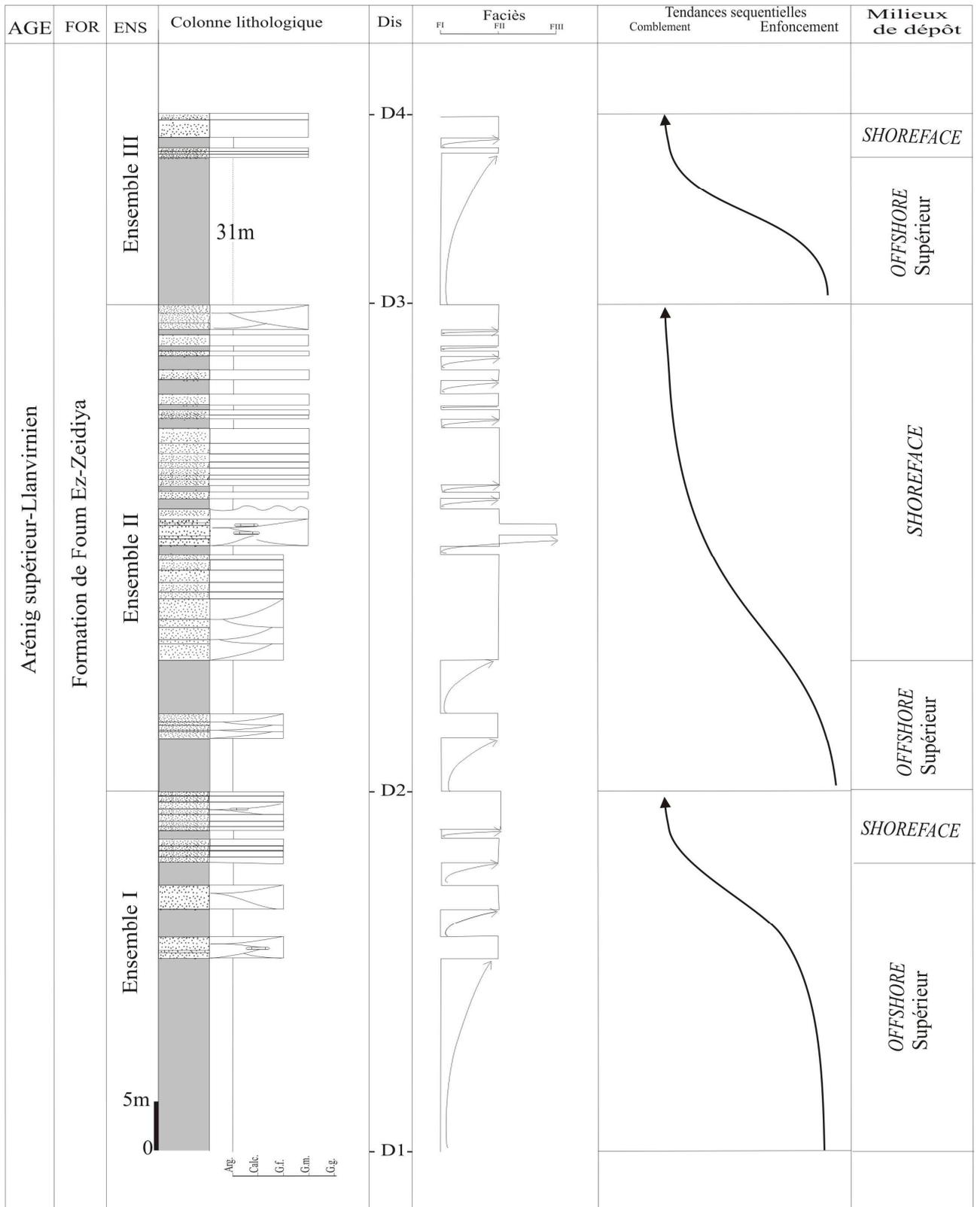


Fig. 35: Evolution séquentielle et milieu de dépôt de “La Formation de Foug Ez-Zeidiya” (coupe de Foug Ez Zeidiya CII).

barres gréseuses de nature quartzitique caractérisant un *Offshore* supérieur avec une tendance générale à un comblement.

### 3- Coupe de Foum Ez-Zeidiya (CIII) (fig. 36)

#### a- Inventaire des discontinuités

Plusieurs discontinuités ont été identifiées dans la coupe de Foum Ez-Zeidiya (CIII) marquant un arrêt ou une reprise de la sédimentation.

**D1:** cette première discontinuité est d'ordre lithologique, c'est-à-dire elle est marquée par l'apparition des argiles du premier ensemble qui débute la "Formation de Foum Ez- Zeidiya".

**D2:** c'est une discontinuité lithologique matérialisée par le passage franc au deuxième ensemble.

**D3:** elle correspond à la limite sommitale du deuxième ensemble soulignée par un banc gréseux à rides de courant.

**D4:** elle marque la fin de notre formation d'étude, il s'agit d'une surface à rides de courant.

#### b- Les séquences

L'inventaire établi d'après les différentes discontinuités identifiées dans la coupe de Foum Ez-Zeidiya (CIII), nous a permis de tracer une évolution séquentielle composée de trois séquences d'ordre 3, composées de plusieurs séquences mineures d'ordre 2 (KAZI-TANI, 1986).

- **Première séquence S1FZIII:** elle est limitée par les deux discontinuités D1 et D2, caractérisée par un apport détritique très important avec une légère stratocroissance. La tendance générale vers un comblement dérangé par l'arrivée d'un matériel carbonaté "miches calcaires" très important. Les *SGL* témoignent une dominance de tempête attestant un milieu de dépôt de type marin peu profond.

-**Deuxième séquence S2FZIII:** elle correspond généralement au deuxième ensemble et limitée par la D2 et la D3 Les stratifications entrecroisées et les rides de courant ainsi que la

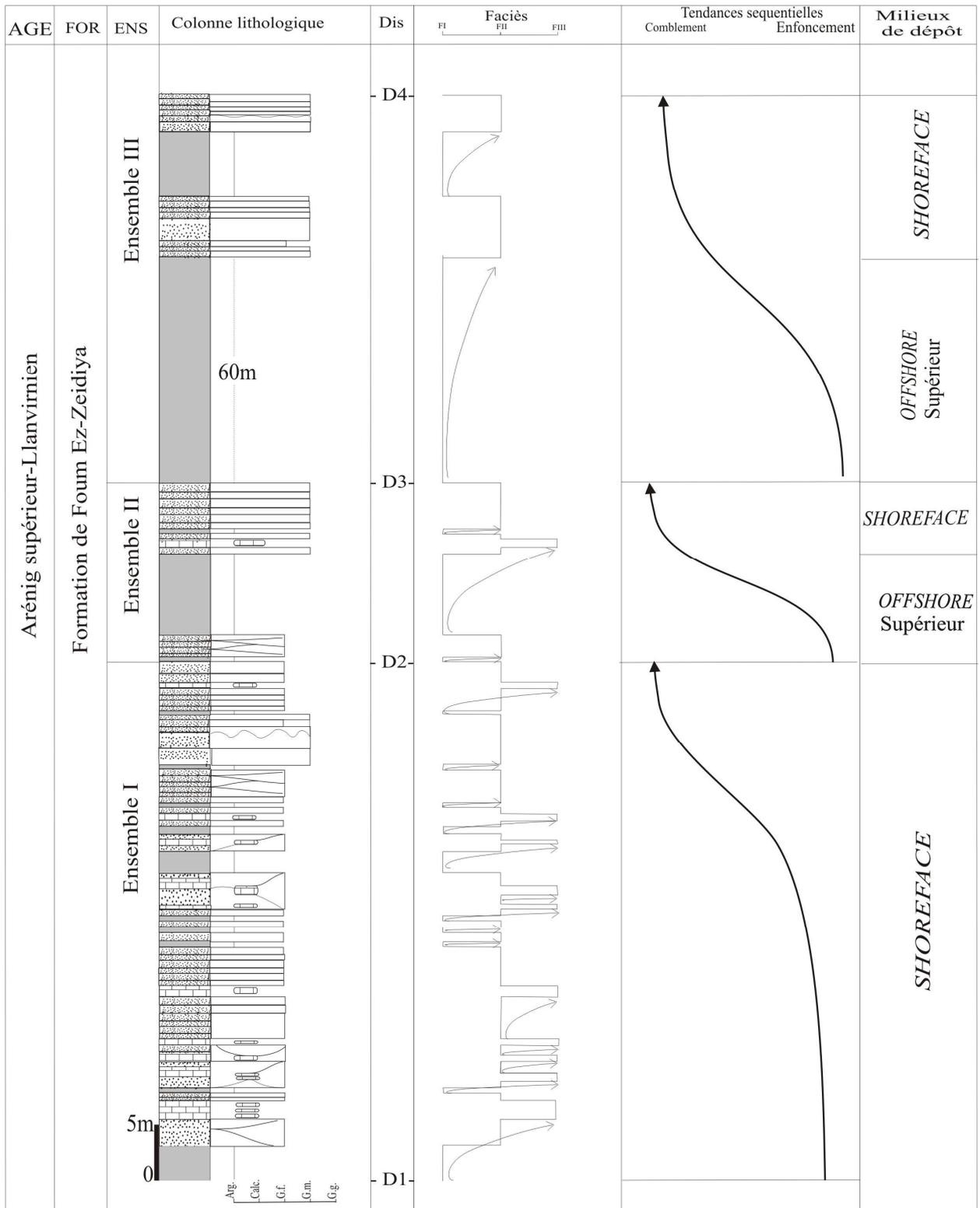


Fig. 36: Evolution séquentielle et milieu de dépôt de “La Formation de Fom Ez-Zeidiya” (coupe de Fom Ez Zeidiya CIII).

nature du matériel détritique témoignent l'action hydrodynamique avec une tendance vers un comblement.

- **Troisième séquence S3FZIII:** limitée à la base par la D3 qui caractérise le début du troisième ensemble et au sommet par la D4. Le développement de barre et les figures hydrodynamiques ainsi que le type de bioturbations témoignent un milieu marin peu profond avec une tendance générale à un comblement.

## **B- Secteur de Kheneg Et Tlaïa**

### **1- Coupe de Kheneg Et Tlaïa (CIV) (fig.37)**

#### **a- Inventaire des discontinuités**

Dans la coupe de Kheneg Et-Tlaïa (CIV), quatre discontinuités ont été mises en évidence, témoignant l'importance d'évènements qui se sont déroulés dans ce secteur.

**D1:** il s'agit d'une discontinuité lithologique marquée par l'apparition du premier banc gréseux.

**D2:** elle se situe au sommet du premier ensemble de la "Formation de Foug Ez-Zeidiya" et correspond à une discontinuité lithologique.

**D3:** cette discontinuité marque la fin du deuxième ensemble, soulignée par une surface à rides de courant.

**D4:** c'est un horizon ferrugineux et oolitique qui marque la limite supérieure de "la Formation de Foug Ez-Zeidiya" dans le secteur de Kheneg Et-Tlaïa.

#### **b- Les séquences**

La typologie des séquences de dépôts de "la Formation de Foug Ez-Zeidiya" est très voisine dans les deux secteurs d'étude.

"La Formation de Foug Ez-Zeidiya" dans le secteur de Kheneg Et Tlaïa est caractérisée par une sédimentation silico-clastique dominante. L'inventaire des discontinuités a révélé trois séquences d'ordre 3 (DELFAUD, 1974). Chaque séquence représente une succession de plusieurs séquences mineures d'ordre 2 (KAZI-TANI, 1986).

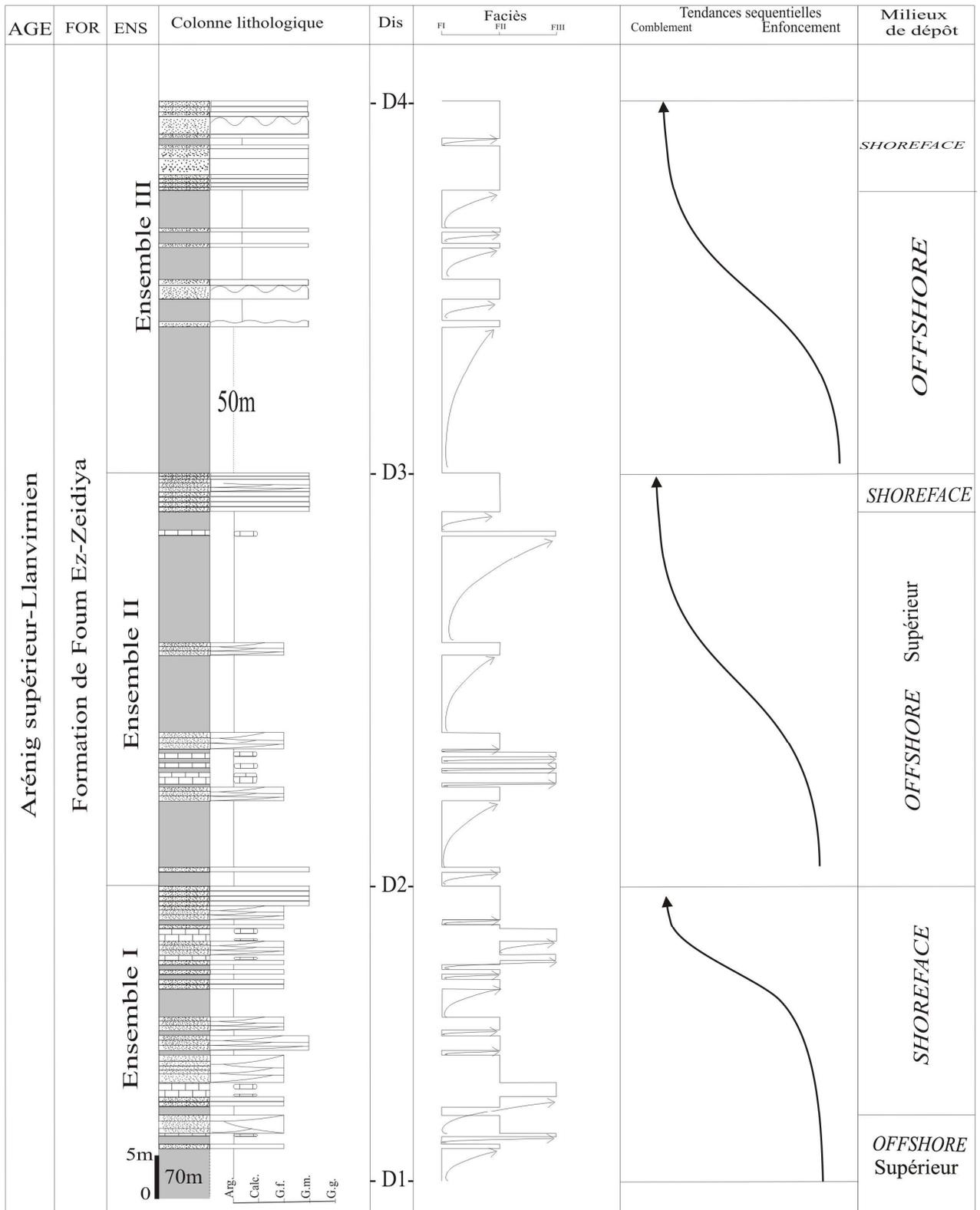


Fig. 37: Evolution séquentielle et milieu de dépôt de “La Formation de Foum Ez-Zeidiya” (coupe de Kheneg Et-Tlaïa CIV).

- **Première séquence S1KTIV:** cette séquence coïncide avec le premier ensemble de la formation. Elle est limitée à la base par la discontinuité D1 (l'apparition du premier banc gréseux) et au sommet par la D2. Elle est caractérisée par le développement d'un matériel généralement fin qui s'inscrit dans une phase de comblement. Les *SGL* caractérisent des tempêtes dans un milieu marin moins profond. L'évolution globale de cette séquence est régressive.

- **Deuxième séquence S2KTIV:** elle est limitée par deux discontinuités D2, D3 et correspond au deuxième ensemble. Cette séquence caractérise un environnement marin peu profond marqué par des *HCS* (*Hummocky Cross Stratification*) associées à des *SGL* (*Storm Graded Layers*). La tendance générale à un comblement interrompu par des arrivées d'apports carbonatés.

- **Troisième séquence S3KTIV:** elle est limitée par D3 et D4 (niveau ferrugineux sommital), caractérisée par la mise en place de bancs gréseux quartzitiques à rides de courant et à *Scolitos*. Ces caractéristiques indiquent un milieu peu profond avec une tendance générale vers un comblement.

## 2- Conclusion

Les séquences de troisième ordre définies dans les deux secteurs d'étude traduisent toutes un remplissage d'une unité topographique. Elles sont significatives d'un mécanisme physique reflétant une diminution de l'énergie dans un milieu marin peu profond *Offshore* supérieur/*Shoreface*.

L'épaisseur métrique de ces séquences traduit l'importance de la subsidence dans la mise en place des sédiments pendant l'Arénig supérieur-Llanvirnien, du moins dans cette partie de la Saoura.

## 2- Stratigraphie séquentielle

### 2-1- Séquences génétiques (fig. 31, 32, 33 et 34)

Elles correspondent aux motifs élémentaires reconnus et traduisant des variations de haute fréquence. Dans "La Formation de Foum Ez-Zeidiya", elles montrent des épaisseurs variant de quelques mètres à quelques dizaines de mètres.

### \* Séquences de troisième ordre

Les séquences génétiques définies sont ensuite regroupées en groupement de séquences génétiques qui selon la dominance des intervalles (tendance transgressive/régressive) vont déterminer la dynamique sédimentaire qui est sous contrôle eustatique. Ces groupements de séquences vont aboutir à des séquences de dépôt de 3<sup>o</sup> ordre.

Il s'agit vraisemblablement de séquences de 3<sup>o</sup> ordre (1-5 Ma). En effet, le niveau d'oolithes ferrugineux du sommet de "La Formation de Kheneg El-Aatene" a fourni dans le sondage AMg-1 des graptolites de l'Arénig supérieur, et équivalent à la biozone à chitinozoïres *Desmochitina bulla* (correspondant actuellement au Dapingien). La partie supérieure de "La Formation de Foum Ez-Zeidiya" (les paquets gréseux) correspondent au Darriwillian (= Llanvirnien) puisque presque la majorité des biozones ont été reconnues (GHIENNE et al., 2007).

"La Formation de Foum Ez-Zeidiya" engloberait donc une durée d'environ 7,2 Ma et correspondrait à un cycle de 2<sup>ème</sup> ordre.

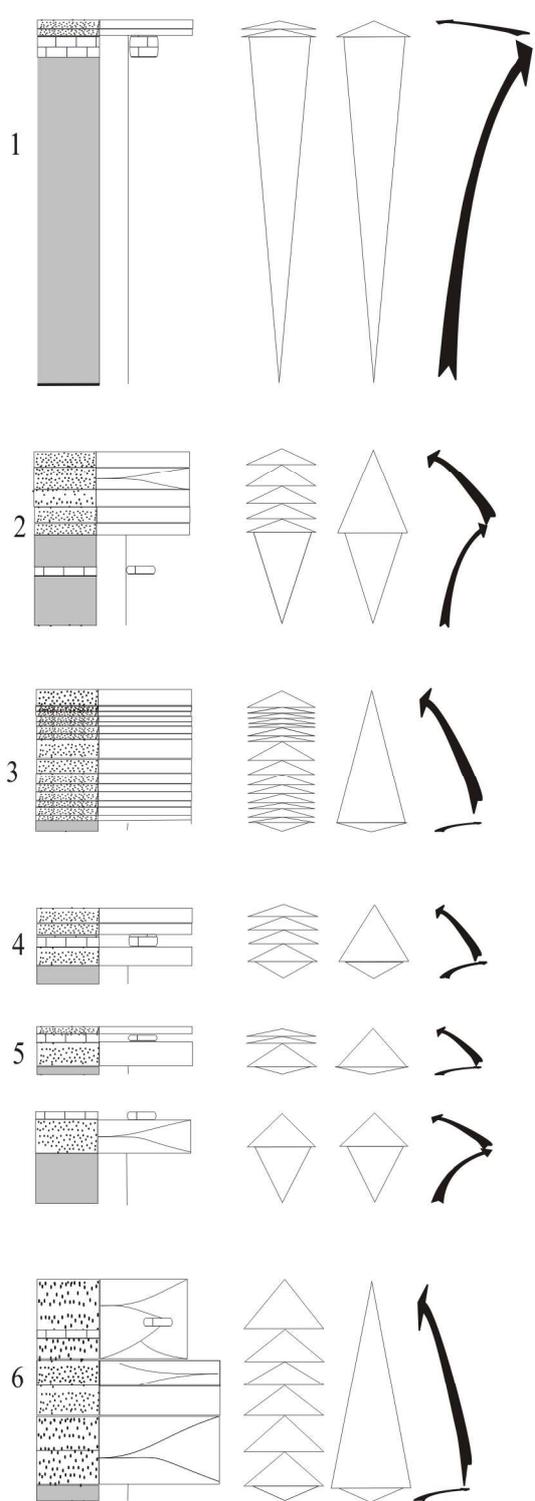
#### a) Séquences argilo-gréso-carbonatées

Ce sont des alternances argilo-gréseuses traduisant des phases de décantation perturbées le plus souvent par des arrivées d'apports carbonatés représentés par des miches calcaires. L'action des tempêtes est bien marquée dans la mise en place du faciès gréseux, notamment les grès en plaquettes emboîtées (SCS). Ces dernières présentent une multitude de structures sédimentaires parmi lesquelles : des rythmites gradées (SGL) et des HCS. Ces séquences se traduisent par des régimes rétrogradants/progradants dont la tendance générale est vers une régression. De telles séquences sont connues dans des environnements de *Shoreface* ou d'*Offshore*.

#### b) Séquences argilo-gréseuses

Généralement, elles se présentent par la mise en place de puissantes séries argileuses de l'ordre métrique selon une dynamique rétrogradante, suivie par l'installation de barres gréseuses selon une dynamique progradante. Ces barres s'organisent en bancs stratocroissants (thickening-up), le plus souvent à litages horizontaux et à rides de courant à leurs sommets, ainsi que l'apparition des *Scolithos* attestant un milieu marin peu profond.

(A) Séquences argilo-grésivo-carbonatées



(B) Séquences argilo-gréseuses

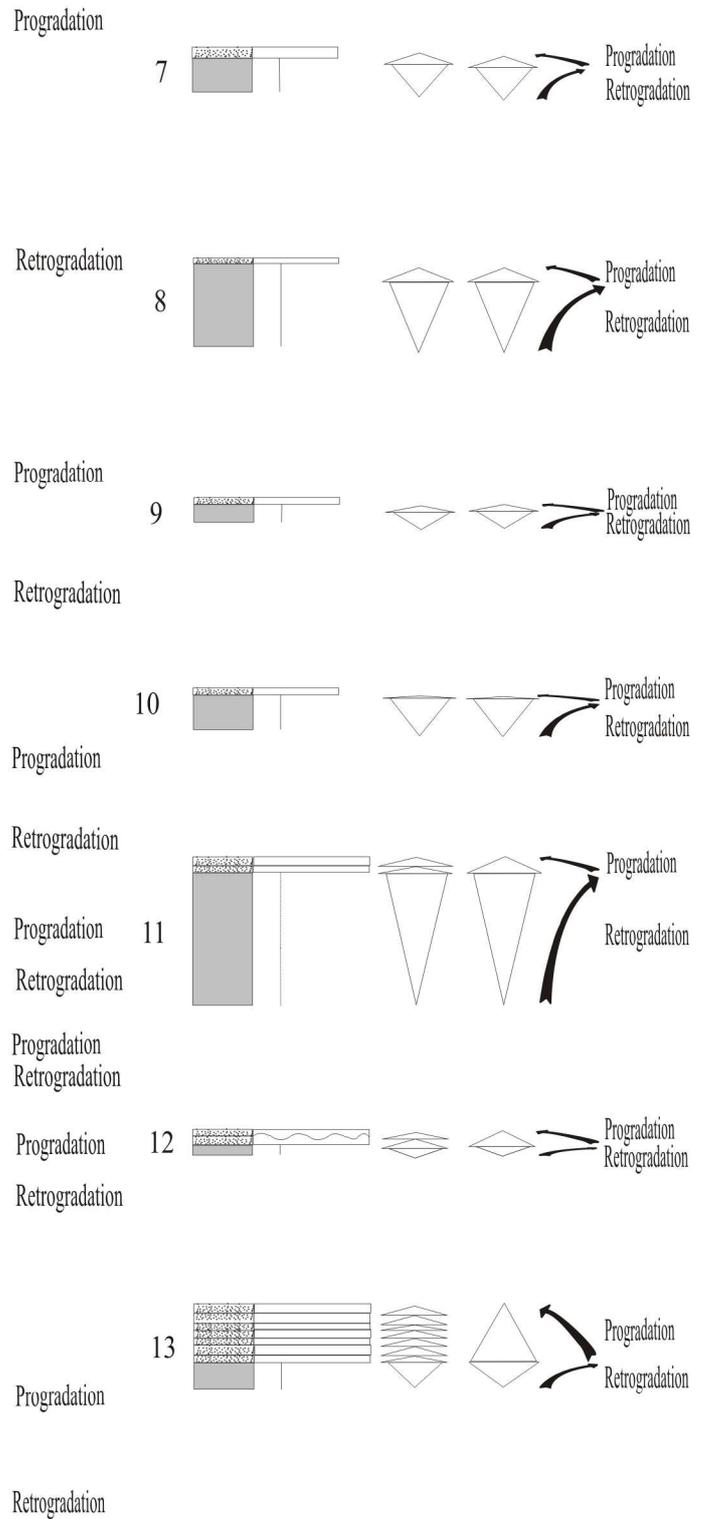


Fig. 38- Les différentes séquences retrouvées dans la coupe CI de Foum Ez-Zeidiya.

(A) Séquences argilo-gréso-carbonatées

(B) Séquences argilo-gréseuses

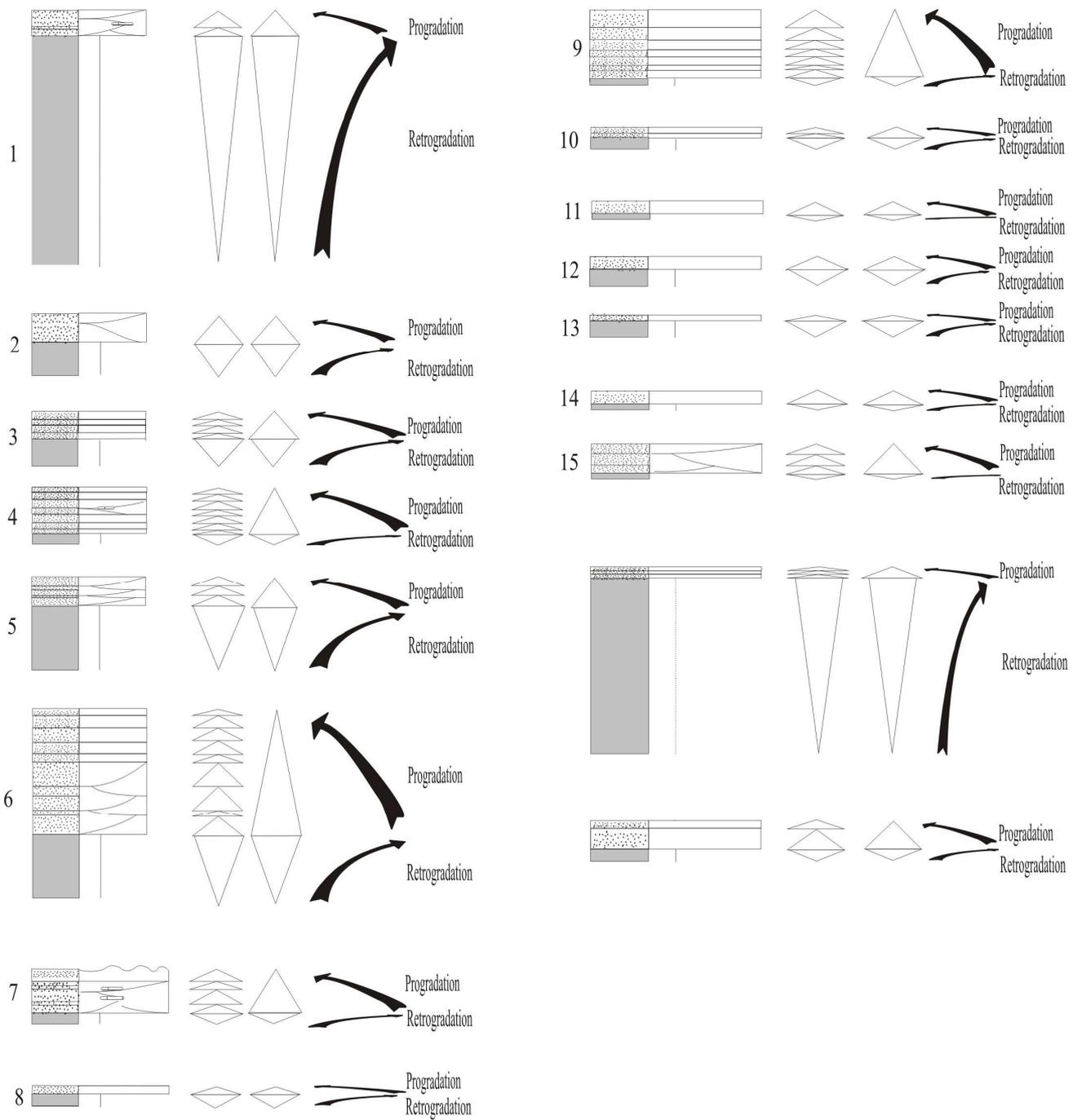
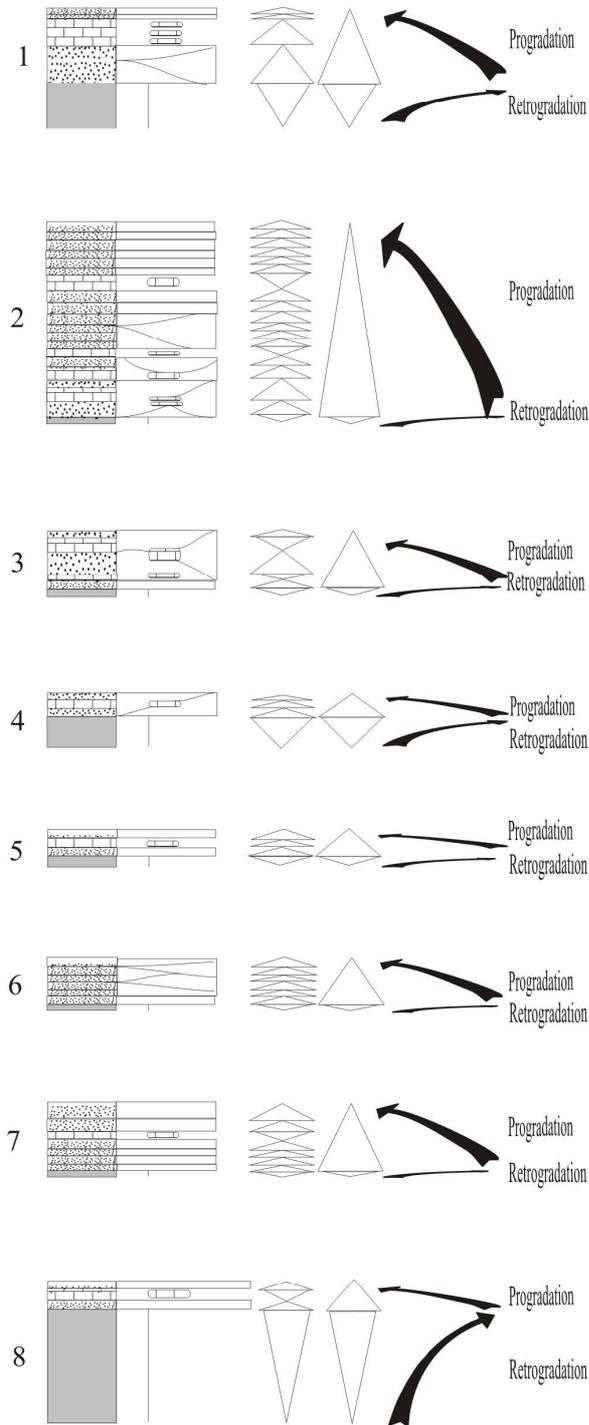


Fig. 39- Les différentes séquences retrouvées dans la coupe CII de Fom Ez-Zeidiya.

(A) Séquences argilo-gréséo-carbonatées



(B) Séquences argilo-gréseuses

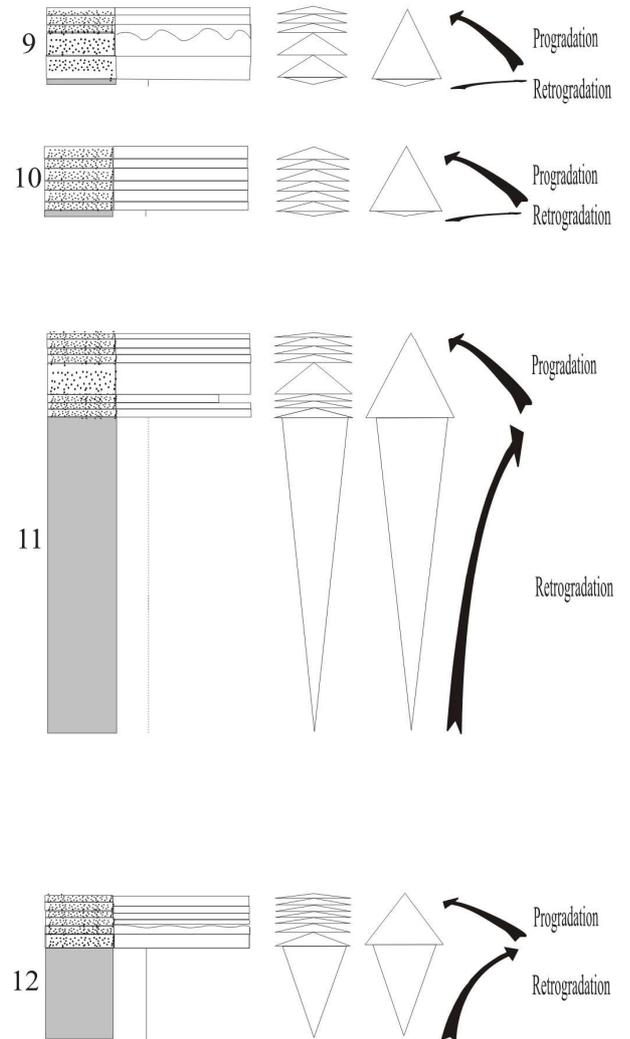


Fig.40 - Les différentes séquences retrouvées dans la coupe CIII de Foum Ez-Zeidiya.

(A) Séquences argilo-gréséo-carbonatées

(B) Séquences argilo-gréseuses

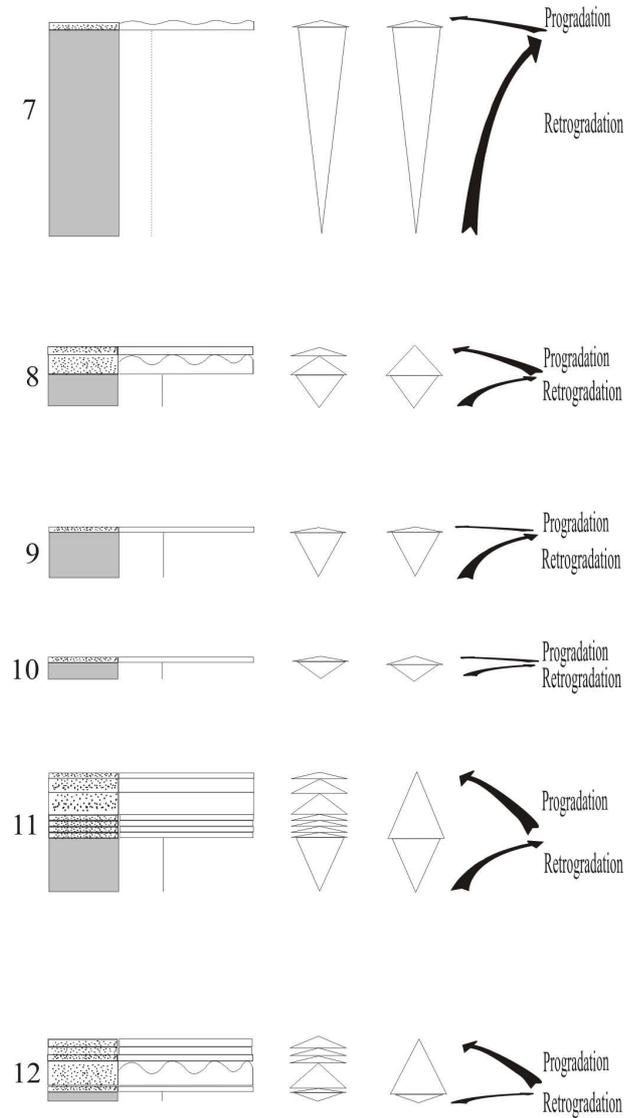
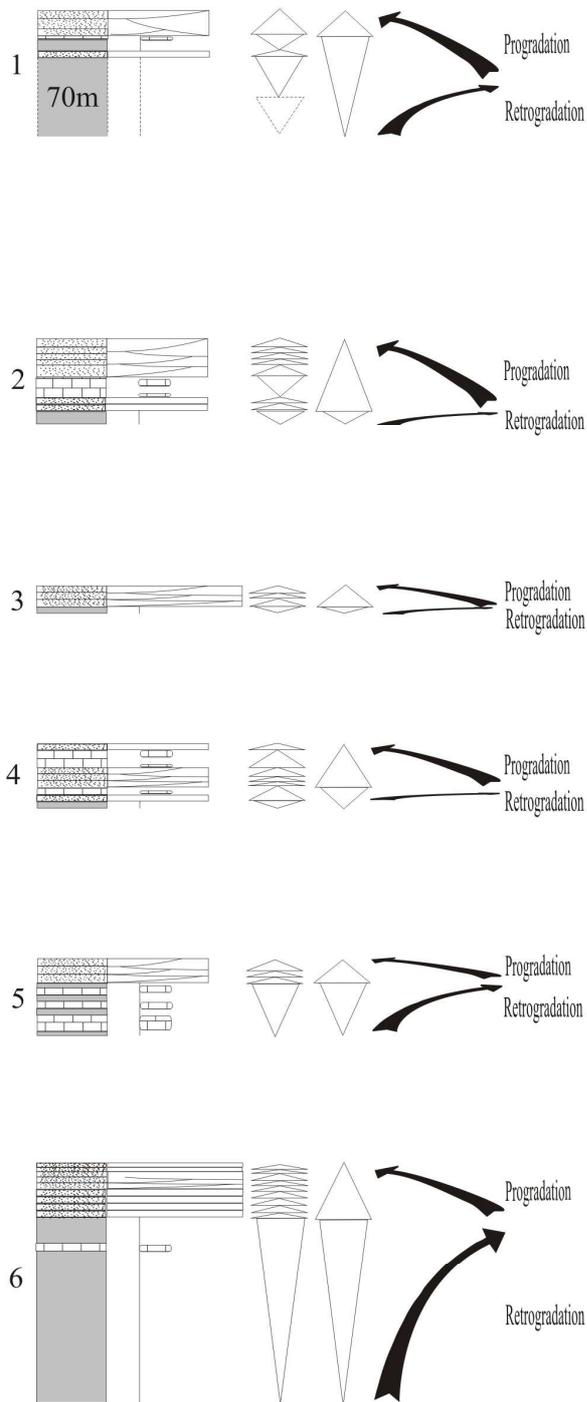


Fig.41 - Les différentes séquences retrouvées dans la coupe CIV de Kheneg Et-Tlaïa.

"La Formation de Foum Ez-Zeidiya" est caractérisée par un régime marin. Ce dernier est représenté par une alternance de deux types de dépôts : dépôts de *Shorface* et dépôts d'*Offshore*.

La période de l'Arénig supérieur-Llanvirnien de la série étudiée montre nombreuses variations de niveau de base et /ou niveau marin relatif. Elle montre différents agencements séquentiels et cycles sédimentaires.

## **A- Secteur de Foum Ez-Zeidiya**

### **1-Coupe de Foum Ez-Zeidiya (CI) (fig. 42)**

Cette séquence est limitée à sa base par le niveau ferrugineux supérieur de la formation précédente et à son sommet par un niveau ferrugineux oolitique retrouvé latéralement. Elle est représentée par la succession de plusieurs cortèges transgressifs et des prismes de haut niveau. GHIENNE et *al.* (2007) placent le maximum flooding de la séquence de dépôt S5 au niveau de ce calcaire oolithique ferrugineux. Nous ne soutenons pas cette idée car, ce niveau traduit dans notre cas le maximum régressif. Ce niveau étant intercalé dans un paquet argileux, l'érosion n'est pas marquée (il est plus difficile d'éroder des argiles). En outre, les intervalles argileux de "La Formation de Foum Ez-Zeidiya" sont attribués à un environnement "*Inner-Shelf*" (=plate-forme interne) ; terme impropre ici à appliquer à de tels ensembles (plate-forme interne sous entend une barrière et une plate-forme externe). En outre, ses discontinuités ou surfaces de discontinuités sont artificielles et purement schématiques excepté celles de la phase glaciaire.

#### **- Cortèges transgressifs (IT)**

Ces types de cortèges sédimentaires sont rencontrés dans notre série d'étude en alternance avec des prismes de haut niveau. Cependant, ils caractérisent les parties basales du premier, du deuxième et du troisième ensemble. Ils indiquent une augmentation du niveau marin et reflètent un régime rétrogradant. La sédimentation est généralement argileuse avec quelques intercalations gréseuses montrant une légère aggradation.

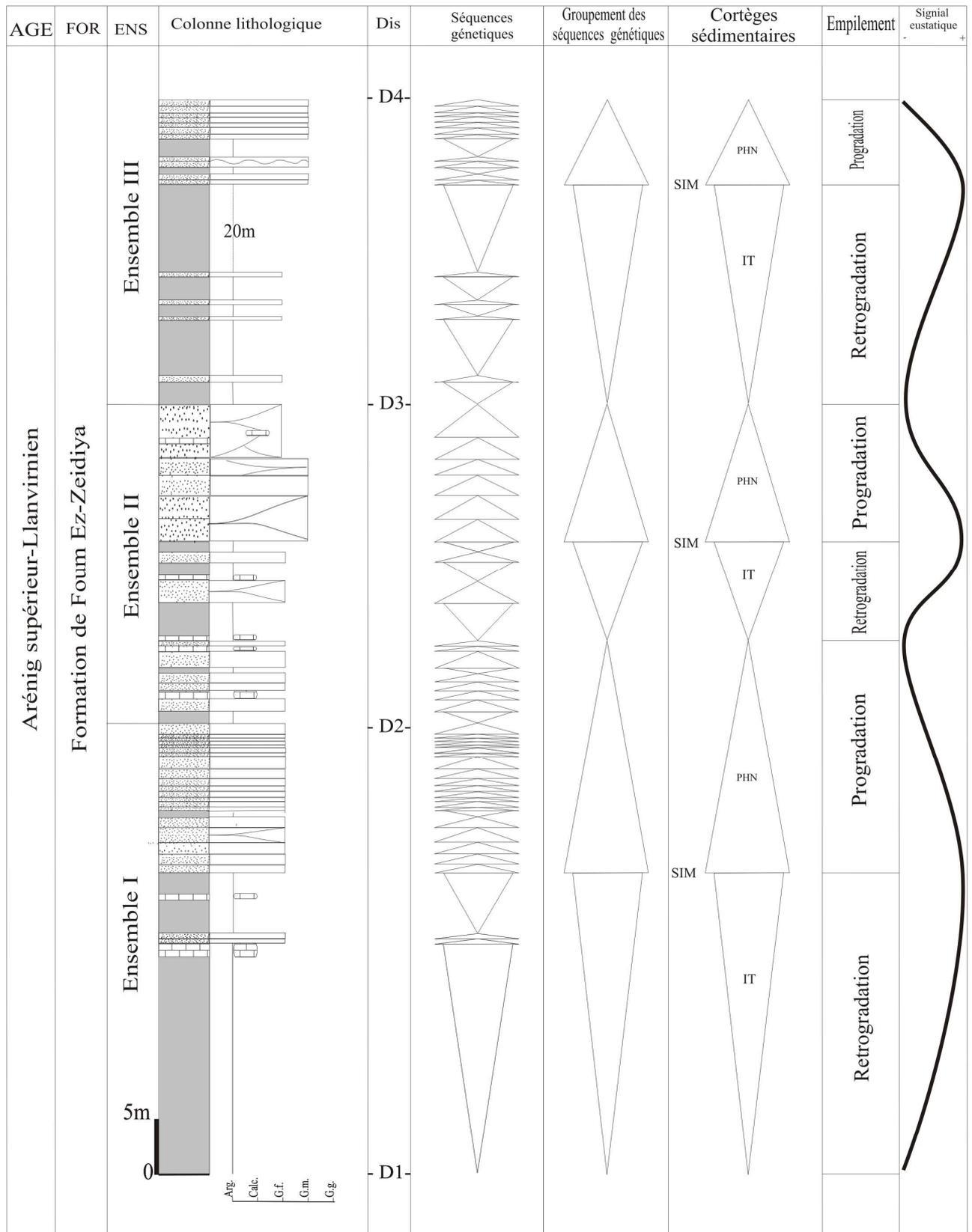


Fig. 42: Cortèges sédimentaires de “La Formation de Foum Ez Zeidiya” (coupe de Foum Ez Zeidiya CI).

### **- Cortèges de haut niveau (PHN)**

Ces prismes sont représentés par le sommet du premier, du deuxième et du troisième ensemble. Ils sont généralement formés par un matériel gréseux à miches calcaires et à intercalations argileuses, influencé par des tempestites de type *SGL* et *HCS*. Ces caractéristiques montrent un régime progradant mené par une diminution du niveau marin. Vers la fin de cette zone, on assiste à un enregistrement d'une surface d'inondation maximale (SIM) suivie par l'apparition des argiles.

### **2-Coupe de Foum Ez-Zeidiya (CII) (fig. 43)**

Cette séquence est représentée par la succession de différents cortèges sédimentaires qui sont :

#### **- Cortège transgressif (IT)**

Ils sont représentés par les parties basales du premier, deuxième et troisième ensemble. Cette zone est marquée par une sédimentation argileuse, reflétant un régime rétrogradant, marqué par l'augmentation du niveau marin. Elle est influencée par des tempêtes lors de quelques intercalations gréseuses marquant un régime aggradant.

#### **- Cortèges de haut niveau (PHN)**

Ce type de cortège est représenté par la majeure partie du deuxième ensemble et les parties sommitales du premier et du troisième ensemble. Il est matérialisé par une sédimentation gréseuse influencée par un hydrodynamisme important, notamment les tempestites (*SGL* en particulier). De tels caractères reflètent un régime marin, progradant. Vers la fin du premier et du deuxième ensemble, on enregistre une surface d'inondation maximale (SIM).

### **3-Coupe de Foum Ez-Zeidiya (CIII) (fig. 44)**

Cette séquence est représentée par notre formation d'étude ; Cependant, elle est représentée par deux importants types de cortèges sédimentaires.

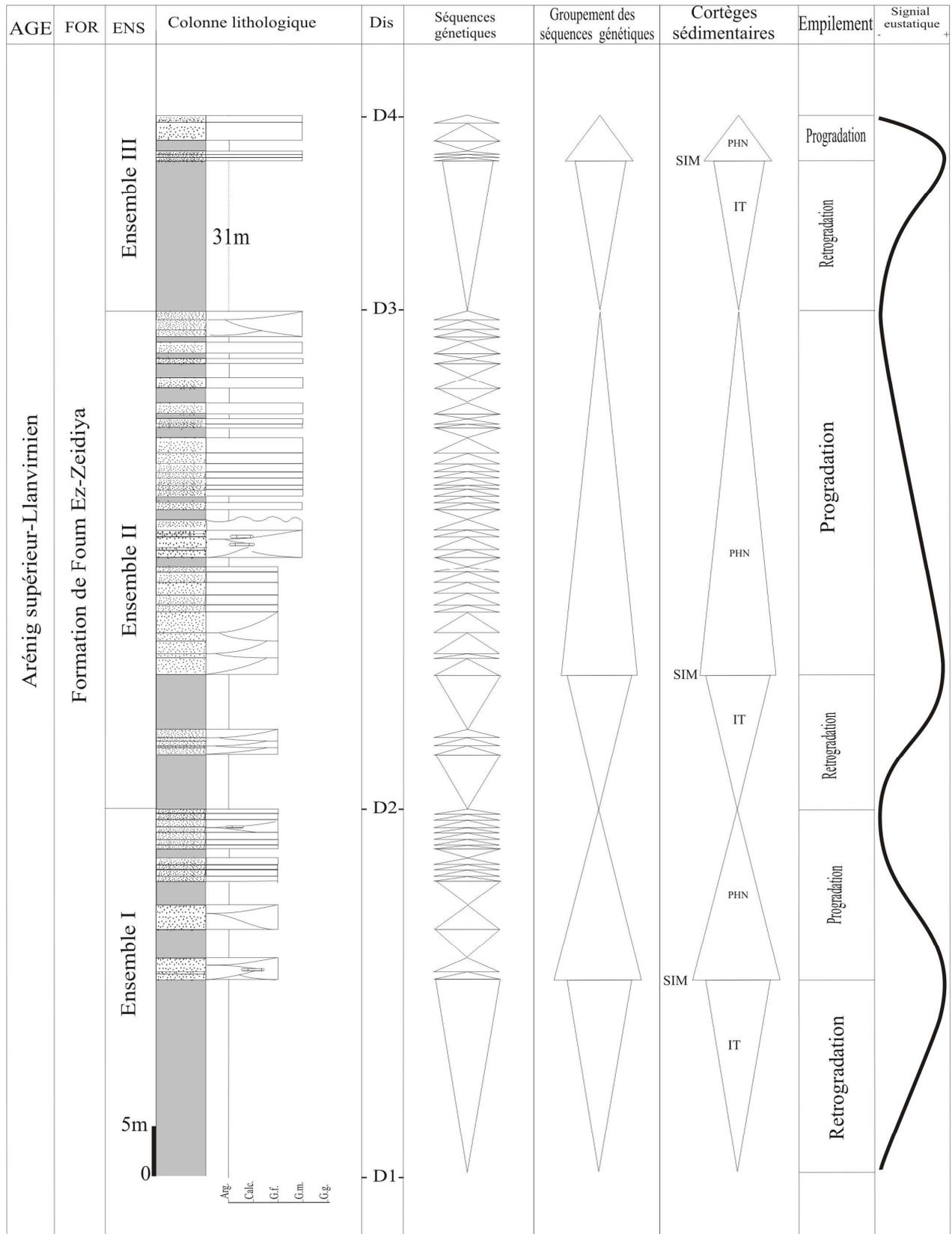


Fig. 43: Cortèges sédimentaires de "La Formation de Foug Ez Zeidiya" (coupe de Foug Ez Zeidiya CII).

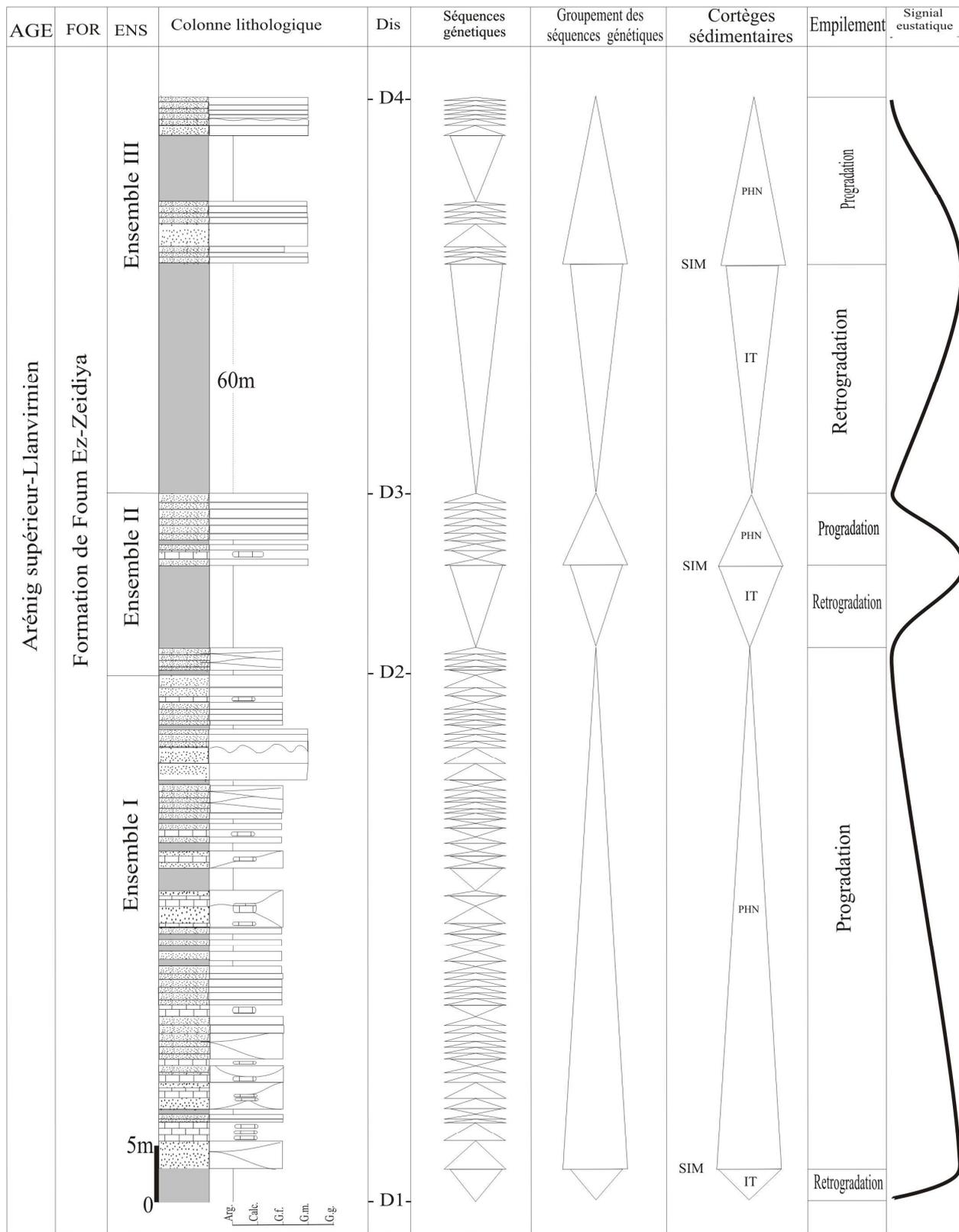


Fig. 44: Cortèges sédimentaires de “La Formation de Foum Ez Zeidiya” (coupe de Foum Ez Zeidiya CIII).

#### **- Cortège transgressif (IT)**

Ces cortèges occupent les parties basales de chaque ensemble. Cependant, ils sont matérialisés par des argiles d'épaisseurs réduites (cas du premier ensemble) par rapport aux autres ensembles et reflètent un régime rétrogradant.

#### **- Cortèges de haut niveau (PHN)**

Ces cortèges caractérisent la majeure partie du premier ensemble et le sommet du deuxième et le troisième ensemble. Ils marquent une importante progradation, reflétant une diminution du niveau marin, matérialisés par un matériel gréseux très important, ainsi que par l'arrivée épisodique d'un matériel carbonaté et quelques intercalations argileuses montrant une légère aggradation. La diversité de figures et structures sédimentaires liées aux différents courants (en particulier les courants de tempêtes) explique bien le régime marin. Vers la fin de cette zone, on enregistre une surface d'inondation maximale (SIM) suivie par l'apparition des argiles qui marquent la base de chaque ensemble.

#### **4- Coupe de Kheneg Et Tlaïa (CIV) (fig. 45)**

Une succession de plusieurs cortèges sédimentaires caractérisent "La Formation de Foum Ez-Zeidiya" dans ce secteur. Il s'agit de cortèges transgressifs et de haut niveau.

#### **- Cortèges transgressifs (IT)**

Ils sont représentés par la partie basale des trois ensembles, caractérisés par un régime rétrogradant avec une remontée du niveau marin. Quelques intercalations gréseuses ont été signalées expliquant la tendance vers une aggradation.

#### **- Cortèges de haut niveau (PHN)**

Ils caractérisent la majeure partie du premier ensemble et les parties sommitales des autres ensembles, marqués par un régime progradant, marquant la diminution du niveau marin. La sédimentation est généralement gréseuse avec quelques arrivées carbonatées, ainsi que des intercalations argileuses montrant un régime aggradant. La diversité de structures et figures sédimentaires montrent bien l'importance de l'hydrodynamisme. Vers la fin de chaque prisme, on assiste à une surface d'inondation maximale (SIM) suivie par un intervalle transgressif.

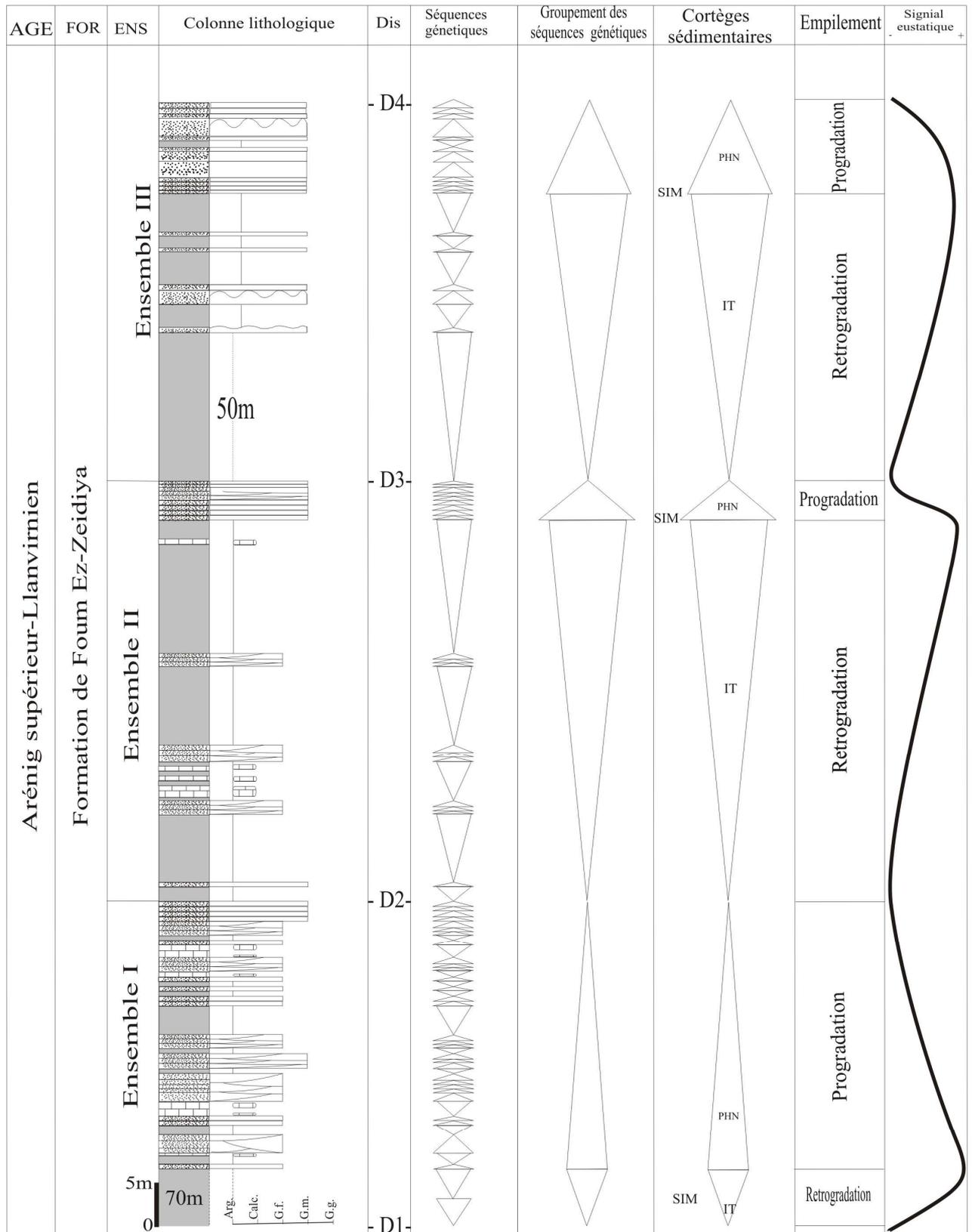
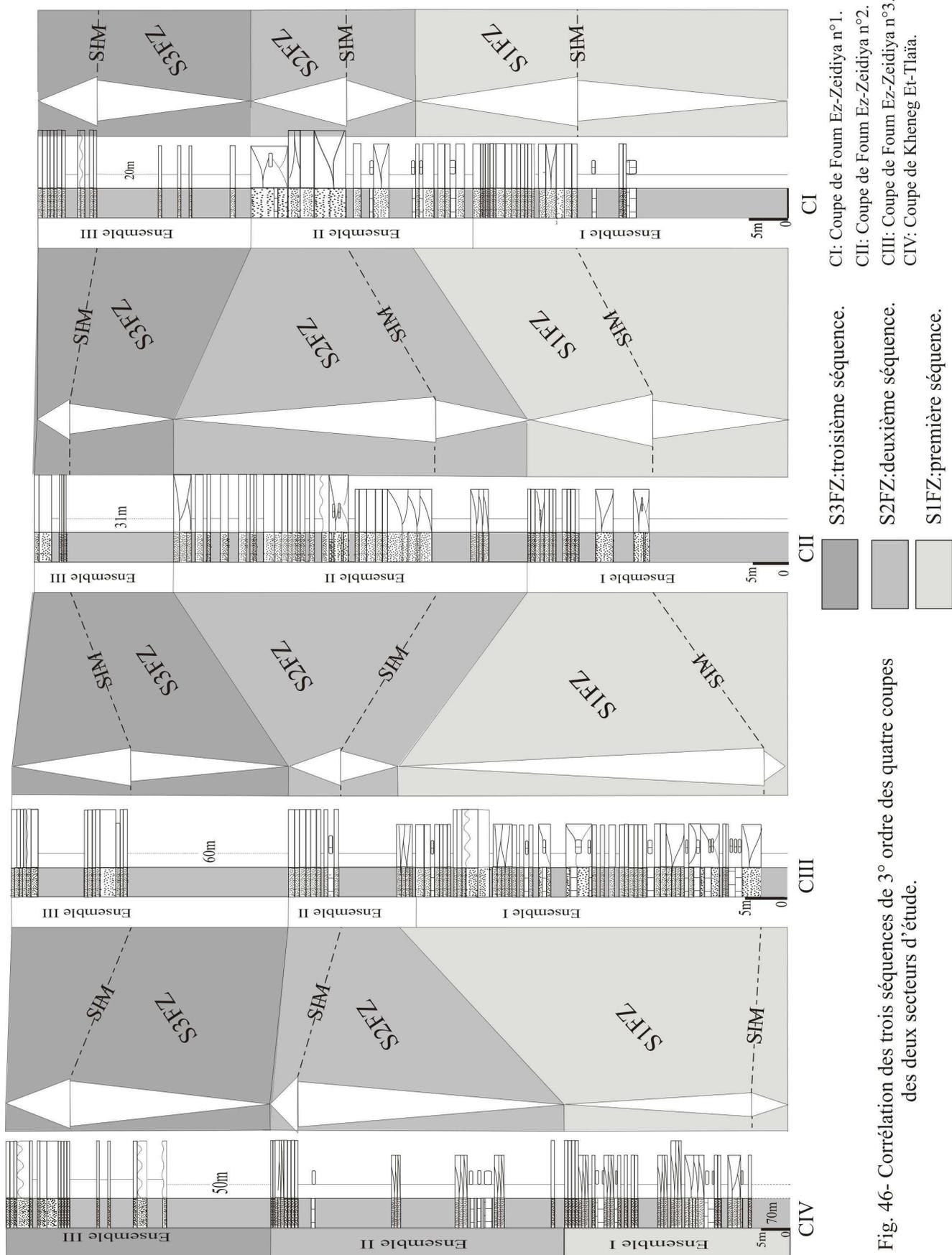


Fig. 45: Cortèges sédimentaires de "La Formation de Foum Ez Zeidiya" (coupe de Kheneg Et-Tlaïa CIV).

## 5- Conclusion

Nous avons pu identifier dans toutes les coupes, où "La Formation de Foum Ez-Zeidiya" a été reconnue, trois séquences de 3<sup>o</sup> ordre : il s'agit des séquences SIFZ, SIIFZ et SIIIFZ. De ce fait, nous pouvons procéder à des corrélations séquentielles. Il ne s'agit pas de corrélations en terme de niveaux lithologiques car dans un raisonnement séquentiel, les cliniformes ne peuvent être corrélés sur des distances hectométriques (fig. 46). La durée moyenne de ces trois séquences est de 7,2 Ma. Chaque séquence traduisant une durée approximative d'environ 2,4 Ma.

L'ensemble des séquences de 3<sup>o</sup> ordre est regroupé en une séquence de 2<sup>o</sup> ordre (d'une durée de 7,2 Ma) qui traduit un intervalle transgressif représenté par les argiles et un prisme de haut niveau représenté par les alternances grésos-argilo-calcaire (fig. 47).



CI: Coupe de Foug Ez-Zeidiya n°1.  
 CII: Coupe de Foug Ez-Zeidiya n°2.  
 CIII: Coupe de Foug Ez-Zeidiya n°3.  
 CIV: Coupe de Kheneg Et-Tlaia.

S3FZ:troisième séquence.  
 S2FZ:deuxième séquence.  
 S1FZ:première séquence.  
 SIM: surface d'inondation maximale.

Fig. 46- Corrélation des trois séquences de 3° ordre des quatre coupes des deux secteurs d'étude.

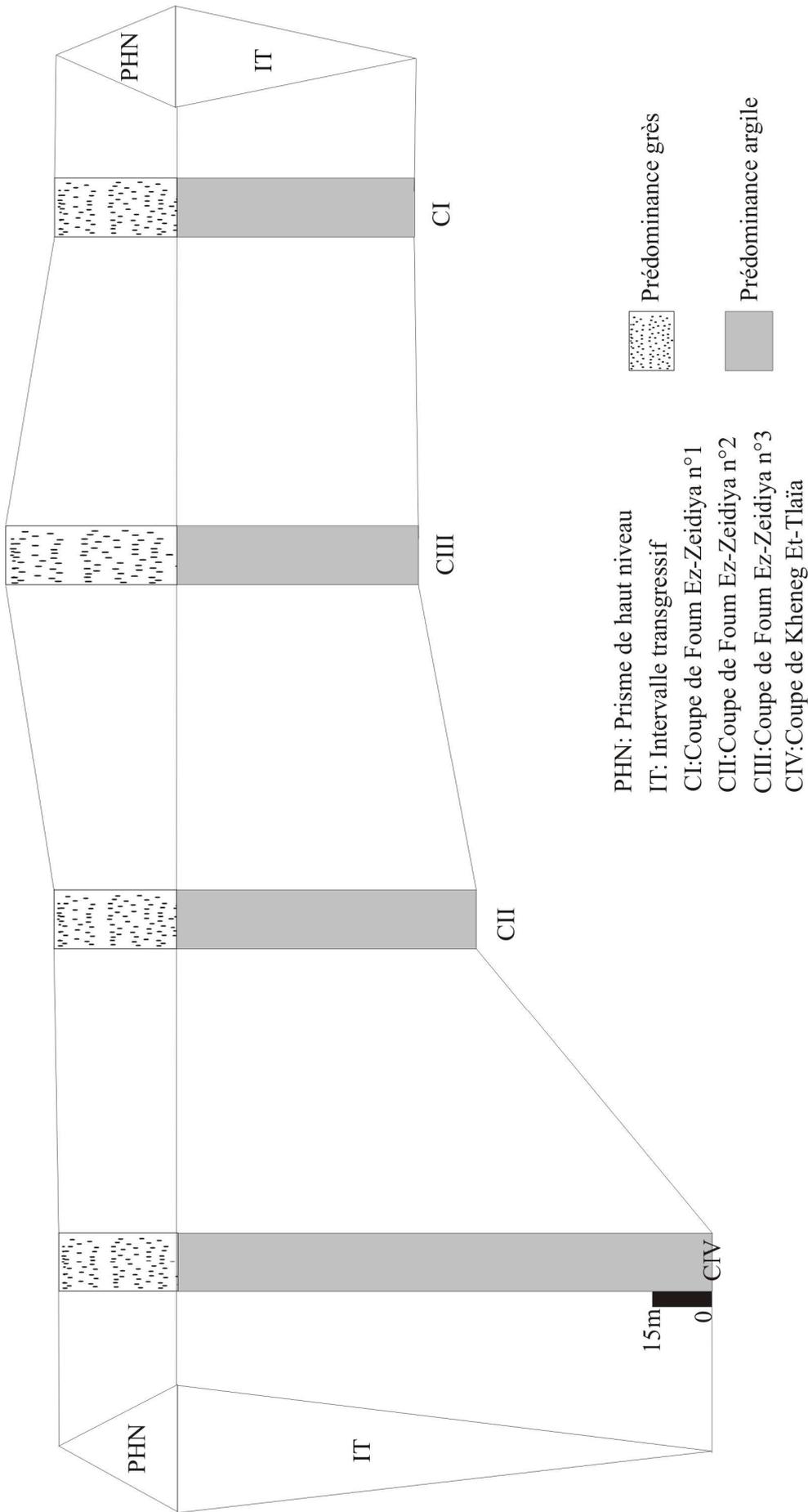


Fig. 47- Séquence de 2° ordre représentant "La Formation de Foug Ez-Zeidiya.

**QUATRIEME CHAPITRE**  
**CONCLUSION GENERALE**

## CONCLUSION GENERALE

### I- CARACTERESLITHOSTRATIGRAPHIQUES ET EPAISSEUR DE "LA FORMATION DE FOUM EZ-ZEIDIYA"

"La Formation de Foug Ez-Zeidiya" est l'une des cinq formations ordoviciennes. Elle est attribuée à l'Arénig supérieur-Llanvirnien et elle fait partie des formations anté-glaciaires. C'est une formation qui s'étend sur la totalité des Monts d'Ougarta et varie d'épaisseur d'un point à l'autre. Elle a été définie dans sa localité type (secteur de Foug Ez-Zeidiya). Cependant, elle est limitée à son sommet par un niveau ferrugineux oolitique et caractérisée par la présence de grandes nodules ou concrétions ovoïdes calcaires; le seul critère qui peut la différencier des autres formations, vue la monotonie des faciès ordoviciens.

Cette formation enregistre une sédimentation fine succédant à une sédimentation sableuse à grain moyen. Elle montre un enregistrement complet et marque une nette influence des conditions hydrodynamiques notamment les tempestites. L'alternance des niveaux influencés par les tempêtes, les niveaux à *Scolithos* et les argiles ainsi que les "miches calcaires" parfois bioclastiques, enregistrent la variabilité des conditions de la sédimentation. Cette formation repose sur la précédente (Formation de Kheneg El-Aatene) par un niveau ferrugineux au sommet sans aucune discordance importante.

### II- ENVIRONNEMENTS DE DEPOTS

La variabilité des apports argileux, sableux, à moindre degré carbonaté "miches calcaires", la diversité faunistiques (bivalves, brachiopodes...) notamment dans le faciès carbonaté ainsi que l'importance des conditions hydrodynamiques marquées par la présence d'une multitude de structures sédimentaires liées aux différentes directions de courants, parmi lesquelles : des litages horizontaux, des litages de rides, des rides de courant, des stratifications entrecroisées, des litages obliques en mamelons (*Hummocky Cross Stratifications* ou *HCS*), des rythmites gradées (*Storm Graded Layers* ou *SGL*) et la présence de structures d'emboîtements (*Swaley Cross Stratifications* ou *SCS*), nous ont permis de proposer un environnement de dépôt marin peu profond dont lequel deux parties au moins

sont présentes. Ce sont des alternances de dépôts de *Shoreface* et d'*Offshore* supérieur qui s'effectuent dans le temps sous l'action des facteurs tectono-eustatiques.

### III- EVOLUTION EUSTATIQUE

La fin du premier cycle ordovicien (Trémadoc- Arénig inférieur) est marquée par une discordance de faible amplitude. Cette discordance s'étend de l'Anti-Atlas au Maroc jusqu'à la Libye. Ces traces ont été identifiées à l'affleurement ou à partir de forages dans tout le Sahara; Il s'agit de la transgression qui marque la base de l'Arénig supérieur (LEGRAND, 1983 et GHIENNE et *al.*, 2007). Elle caractérise le sommet de la formation précédente "Formation de Kheneg El-Aatene" et la base de " La Formation de Fom Ez-Zeidiya" (GHIENNE et *al.*, 2007).

Pendant cette période, on assiste à une mégaséquence progressive où la mer s'étend plus qu'elle l'avait fait jusque là. Des pointements de socle ou d'âge Cambrien ont été recouverts par l'Ordovicien dans les régions de Bou Bernous dans l'Ouest, le Djebel Hèche dans le Gourara ou le seuil d'Ahara dans le Tinhert (LEGRAND, 1983).

L'évolution observée au cours des dépôts caractérisant la période arénigienne supérieure- llanvirnienne ainsi que la diversité faunistique (bivalves, brachiopodes, etc.) reflètent un régime à caractère marin.

La période arénigienne supérieure-llanvirnienne est marquée par la mise en place des séries argileuses reflétant un régime transgressif qui résulte de la remontée du niveau relatif de la mer. Ces dernières sont plus développées dans les coupes CI et CII du secteur de Fom Ez-Zeidiya et dans la CIV du secteur de Kheneg Et-Tlaïa.

Cette phase transgressive est suivie par l'installation d'un matériel gréseux de haute énergie dont l'hydrodynamisme est très important (les tempestites en particulier) associé à des arrivées carbonatées (miches calcaires). Ces dépôts reflètent un régime régressif à tendance progradante, attestant la diminution du niveau relatif de la mer.

### IV- PLACE DE "LA FORMATION DE FOM EZ-ZEIDIYA" PAR RAPPORT A LA PLATE-FORME SAHARIENNE ET LE DOMAINE DE L'ANTI-ATLAS (Tabl. 5)

"La Formation de Fom Ez-Zeidiya" est présente dans les affleurements ordoviciens des Monts d'Ougarta et porte différentes appellations sur la plate forme saharienne (formations équivalentes).

Dans le Tassili interne, la période arénigienne supérieure-llanvirnienne est représentée par "La Formation d'In Tahouite" et caractérisée par des dépôts marquant un régime marin. Elle est représentée par deux membres:

- Un membre inférieur ou Talus Psammitique à quartzites lités à lits argileux. Ce membre est discordant par endroits sur la formation sous-jacente. Il s'agit d'une légère discordance de ravinement qui témoigne d'une phase intra-arénigienne (ATTAR, 1980).
- Un membre supérieur de grès des Castelets.

Plus à l'Est du Tassili interne dans l'Iherir et la Gara Zahazak, "La Formation d'In Tahouite" va s'étendre plus largement (CORRIGER et SURCIN, 1963). Trois membres ont été mis en évidence (BRP et *al.*, 1964):

- Un membre inférieur de quartzites lités.
- Un membre moyen, le Talus Psammitique proprement dit. Des horizons ferrugineux peuvent s'y intercaler ainsi que des surfaces trouées (KAZI-TANI, 2000).
- Un membre supérieur composé de grès des Castelets qui a livré des Brachiopodes (*Lingulidés*) indiquant l'Arénig supérieur.

A l'Est de Reggan, entre le bouclier Touareg et l'Ougarta, l'Arénig supérieur-lanvirnien est représenté par "La Formation de Gouiret El Diab". Elle contient à la base de son membre supérieur un lit de grès fossilifère à ciment calcaire et rognons ferrugineux. Des trilobites, bivalves, brachiopodes et conodontes ont été signalés et datent l'Arénig supérieur (LEGRAND, 1983).

Dans le Sahara septentrional, deux formations équivalentes à la notre, ce sont "La Formation des argiles d'El Arich El Magta" située à l'Ouest et "La Formation de Hassi Touareg" située à l'Est. Cette dernière comporte un membre argileux médian (Azal), riches en fossiles (graptolites, brachiopodes, bivalves, trilobites), encadré par deux membres gréseux;

"les grès de Ouargla" à la base et ceux de "l'Oued Saret" au dessus. Les Acritarches permettent de dater ces couches de l'Arénig supérieur-Llanvirnien (VECOLI et *al.*, 1999).

Dans le domaine de l'Anti-Atlas, le Llanvirnien est représenté par "Les schistes de Tachilla", fossilifères à graptolites, trilobites, brachiopodes, etc. Il est à noter que l'Arénig supérieur n'est pas marqué (FABRE, 2005), seul l'Arénig moyen qui est présent. Cependant, il est représenté par "Les grès et quartzites à tigillites de Zini" qui se trouvent au Sahara occidental dans la Seguiet EL-Hamra et le Zemmour, et passent vers l'Est aux schistes de Fezouta supérieurs.

## **V- RECONSTITUTION PALEOGEOGRAPHIQUE**

La période arénigienne supérieure-lanvirnienne montre une évolution cyclique transgressive/régressive, dont les principaux événements sont relativement situés dans le temps dont elle est représentée par trois séquences de troisième ordre regroupées dans une séquence de deuxième ordre d'une durée de 7.2 (Ma) qui traduit des phases rétrogradantes et d'autres progradantes. Ces dernières se traduisent par une sédimentation fine à moyenne, des alternances d'argiles et de grès micacés à "miches calcaires", la présence de faunes typiquement marine (brachiopodes, trilobites, etc.) (GHIEENE et *al.*, 2007) soumise à l'action des tempêtes. Cette période peut indiquer un fort taux de sédimentation. La présence des *Scolithos*, la persistance du régime marin par les nombreuses alternances affectées par les tempêtes indiquent une phase à dominante marine. La présence d'oolithes ferrugineuses au sommet de "La Formation de Foum Ez-Zeidiya" est peut-être expliquée par un retrait brutal de la mer à la fin de la période arénigienne supérieure-lanvirnienne.

Enfin, nous nous proposons pour un futur proche une étude détaillée et généralisée sur toute la série ordovicienne pour bien connaître la succession des formations anté, syn et post-glaciaire dans les Monts d'Ougarta (en particulier la formation glaciaire).



L'Anti-Atlas (FABRE, 2005)	Formation des schistes de Tachila		
	Schistes fossilifères (graptolites, trilobites, brachiopodes, etc.)		
Ougarta (Présent travail)	Formation de Foun Ez-Zeidiya		
	Ensemble I	Ensemble II	Ensemble III
Reggan (LEGRAND, 1983)	Formation de Gouret Ed-Diab		
	Membre supérieur	Lit de Grès fossilifère	
Tassili interne (ATTAR, 1980)	Formation d'In Tahaouite		
	Membre inférieur	Talus psammitique à quartzites	
Iherir et Gara Zaharak (CORRIGER & SURCIN, 1963; KAZI-TANI, 2000)	Formation d'In Tahaouite		
	Membre inférieur	Membre médian	Grès des Castlets
Sahara Septentrional (VECOLI et al., 1999)	Formation de Hassi Touareg		
	Membre inférieur	Membre médian	Membre supérieur
	Les grès de Ouargla	Argiles fossilifères	Grès de l'Oued Saret

Tableau. 5- Tableau récapitulatif des formations de l'Arénig supérieur-Llanvirnien sur la plate-forme saharienne et l'Anti-Atlas.

## **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

- AIGNER T. (1985)** – Storm depositional system. Dynamic, stratigraphy in modern and ancient shallow marine sequence. *Lecture notes in earth. Sci. 3. Springer-Verlag: Berlin*, 174 p.
- AIGNER T. & REINECK H.E. (1982)** – Proximality trends in modern storm sand and from the helgolend Bright (North sea) and their application for basin analysis. *Senckenbergiana maritima*, 14, p. 183-225.
- AIT KACI A. (1990)** – Evolution lithostratigraphique et sédimentologique du Cambrien des Monts d'Ougarta (sahara algérien nord-occidental), *Thèse. Doct. 3<sup>ème</sup> cycle. U.S.T.H.B., Alger*.
- AIT OUALI R. & NEDJARI A. (2006)** – Le Bassin d'Ougarta : Une mobilité permanente au Paléozoïque. *Mém. Serv. Géol. Nation. n°13. pp23-40, 5 fig, 17 ph.*
- ALIMEN H., LE MAITRE D., MENCHIKOFF N., PETTER G. & POUYETOA. (1952)**–Les chaînes d'Ougarta et la Saoura. *XIX<sup>ème</sup> Congr. Géol. Intern., Alger, 1<sup>ère</sup> série. Algérie, 15, p. 1-114.*
- ALLEN J.R.L. (1982)**- Sedimentary structures ; their character and physical basis. Development in sedimentology, 30, *Elsevier Sci. Publ. Co., Amsterdam*, vol. I : 593 p., vol II : 663 pp.
- ARBEY F. (1962)** – Données nouvelles sur la sédimentation du Cambro-Ordovicien dans les Monts d'Ougarta (Saoura). *CR. Acad. Sci. Paris, 264, 1<sup>ère</sup> sér. Algérie, n°15.*
- ARBEY F. (1971)** – Les milieux de sédimentation de séries ordoviciennes terminales des Monts d'Ougarta (sahara algérien): algerais et graptolites. Découvertes d'algues géantes. *CR. Acad. Sci. Paris, Série D, 273, p. 1265-1267.*
- ARBEY F. (1973)** – Les milieux de sédimentation de séries ordoviciennes terminales des Monts d'Ougarta (sahara algérien): algerais et graptolites. Découvertes d'algues géantes. *CR. Acad. Sci. Paris, Série D, 273, p. 1265-1267.*
- ARBEY F. (2006)** – La glaciation ordovicienne dans la chaîne d'Ougarta : mise au point. *Mém. Serv. Géol. Nation. n°13. pp 41-121, 48 fig.*

- ARBAY F. & KOENIGUER J.C. (1971)** – Les Nématophytes et les algueris de l'Ordovicien et du Dévonien saharien. *Bull. Cent. Rech. Explor.-Prod. Elf-Aquitaine*, 3, (2), p. 409-418, 17 fig., Pau.
- BASTIEN C. (1967)** – Essai d'étude sédimentologique des grès de Dkhissa. (Région d'Ougarta- Dévonien inférieur)- *Publ. Serv. Géol. Algérie*, (n. série.), *Bull.* 35, p. 81-8.
- BEUF S., BIJU-DUVAL B., MAUVIER A. & LEGRAND Ph. (1968)** – Nouvelles observations sur le Cambro- Ordovicien du Bled El Mass (Sahara central). *Publ. Serv. Carte géol. Algérie, Bull.* n°38, pp. 39-50.
- BEUF S., BIJU-DUVAL B., DE CHARPAL O., ROGNON P., GARIEL O. & BENNACEF A. (1971)** – Les grès du Paléozoïque inférieur au Sahara. *Publ. IFP, Collectio Sc Tech, France.* 18 fig., 30 pl., 3 tabl., 446 p.
- BIJU-DUVAL B. (1999)** – Géologie sédimentaire. *Editions Technip*, Paris et Instituts Français du pétrole, Rueil- Malmaison, 735 p., 528 fig.
- BLATT H., MIDDELTON G. & MURRAY R. (1980)** – Origin of sedimentary rocks. *Prentice- Hall, Englewood Cliffs*, 782 p.
- BLES J.L. (1969)** – Les relations des microfractures avec le plissement dans la région de Djebel Ben Tadjine et au « km 30 » (Saoura, Sahara algérien nord-occidental, Algérie). *Bull. Soc. Géol. Algérie (Nouvelle série)*, 39, pp. 139-204.
- BOUMENDJEL K. & PARIS F. (1977)** – Chitinozoaires. *In* Boumendjel et al. Les faunes du Dévonien de l'Ougarta (Sahara occidental, Algérie). *Ann. Soc. Géol. Nord*, 5 (2<sup>ème</sup> série), p. 91-94.
- BOUMENDJEL K., MORZADEC P., PARIS F. & PLUSQUELLEC Y. (1997)** – Le Dévonien de l'Ougarta (Algérie): lithologie, microfaunes et faunes. Rapport interne de la *Sonatrach*, 1-23.
- BOUMENDJEL K., MORZADEC P., PARIS F., PLUSQUELLEC Y., BRICE D., COPPER P., GOVERNNEC R., JAHNKE H., LE MENN., MELOU M. & RACHEBOEUF P. (1997)**- Les faunes du Dévonien de l'Ougarta (Sahara occidental, Algérie). *Ann. Soc. Géol. Nord*, 5 (2<sup>ème</sup> série), p. 89-116.
- BRICE D. (1997)** – Brachiopodes de la Serre (Sud de Cabrières- Montagne noire) près de la

- limite Dévonien moyen- Dévonien supérieur. *Hercynica*, 1, 2, p. 131-154.
- BRP., CFP., CFPA., CREPS., IFP., SEREPT. & SN. REPAL (1964)** – Essai de nomenclature lithostratigraphique du Cambro-Ordovicien du Sahara. *Mém. Soc. Géol. France*, n°2.
- BUROLLET P.F. (1955)** – Sédimentologie du Dévonien inférieur en Lybie. *Mém. Bur. Géol.Min.* Rennes, 33: 205-214.
- BUROLLET P.F. (1956)** – Corrélation granulométriques et morphoscopiques considérées comme des effets de l'activité tectonique durant la sédimentation des roches clastiques. Exemples Nord-Africain et Saharien. *20<sup>ème</sup> Congr. Géol. Intern*, p. 335-362.
- CABY R. (1970)** – La chaîne pharusienne dans le Nord-Ouest de l'Ahaggar (Sahara central, Etat. Montpellier. *Univ. Sci. Tech. Languedoc et Publ. Sous-Dir. Géol.*, Alger, 1983, Nvlle sér., 47, 290 p.
- CHAMLEY H. (1987)** – Sédimentologie. *Coll. Géosciences, Dunod (éd.)*, Paris (France), 175 p., 87 fig.
- CHAMLEY H. (2000)** – Base de sédimentologie. *Coll. Géosciences, Dunod (2<sup>ème</sup> éd.)*, Paris (France), 178 p., 98 fig., 17 tabl.
- CHIKHAOUI M. (1974)** – Les ignimbrites et les roches basiques du Précambrien supérieur des Monts d'Ougarta (Saoura). *Thèse Doct. 3<sup>ème</sup> Cycle, Fac. Sci.*, Alger, vol. t 1, 114 p., 13 fig., 11 tabl., t2, 22 pl.
- CHIKHAOUI M. & DONZEAU M. (1972)** – Le passage Précambrien- Cambrien dans les Monts d'Ougarta: le conglomérat du Djebel Ben Tadjine (Saoura, Sahara algérien Nord-occidental). *Bull. Soc. Nat. Afr. Alger.* 63. 1-2. 51-62.
- CLIFTON H. E. (1982)**- Wave-formed sedimentary structures- a conceptual model. *In*: DAVIS R. A. J. & ETHINGTON R.L. (eds.): Beach and nearshore sedimentation. *Soc. Econ. Paleont. Mineral., Spec. Publ.*, 24, 126-146.
- COBWG. (1999)** – Proposed global stratotype section and point for base of the Ordovician system, prepared by R.A. Cooper and G.S. Nowlan. *International Cambrian-Ordovician Boundary Working Group Report*, p. 1-21, fig. 1-8; Annexe I, p. 22-28.

- COJAN I. & RENARD M. (1997)** – Sédimentologie. *Coll. Enseig. Sc. Terre, Masson (éd.)*, 410 p., 4 pl. ph.
- COLLOMB P. & DONZEAU M. (1974)** – Relations entre Kink-bands décamétriques et fractures de socle dans l'Hercynien des Monts d'Ougarta (Sahara occidental, Algérie). *Techwphysics* Amsterdam., n°24, pp. 142-213.
- COMPAGNIES PETROLIERES. (1962)** – Congrès du Cambro-Ordovicien du Sahara algérien.
- COMPAGNIES PETROLIERES. (1964)** – Essai de nomenclature lithostratigraphique du Cambro-Ordovicien saharien. *Mém. Hors Série Soc. Géol. Fr.*, p. 1-54, fig. 1-8, PL. I-XI. Paris.
- COOPER R.A., NOWLAN G.S. & WILLIAMS S.H. (2001)** – Global Stratotype Section and point for base of the Ordovician System. *Episodes*, 24, (1), 2001, p. 19-28, fig. 1-8.
- CORRIGER J.C. & SURCIN J. (1963)** – Les séries Cambro-ordoviciennes dans les sondages de la partie orientale du Bassin de Fort Polignac. *Rev. IFP*, 18, 10, 1448-1469.
- CROSS T. A. (1988)**- Controls on coal distribution in transgressive-regressive cycles. *In*: WILGUS C.K. , ROSS C.A. & VAN WAGONER J.R. (eds.): Sea-level change, an integrated approach. *Soc. Econ. Paleont. Mineral., Spec. Publ.*, 42, 3716380.
- DELFAUD J. (1973)** – Sur l'appartenance de certains pseudo-flyschs aux faciès prodeltaïques de plate-forme. *C. R. Acad. Sc.*, Paris, t. 277, sér. D, p. 1125-1128, 1 pl. h. t.
- DELFAUD J. (1974)** – Typologie scalaire des séquences sédimentaires en fonction du milieu de dépôt. *Bull. Soc.Géol. France*, (7), XVI, n°6, p. 643-650.
- DONZEAU M. (1971)** – Signification tectonique des diaclases du Paléozoïque des Monts d'Ougarta (Sahara occidental algérien). *Bull. Soc.Hist. Nat. Afr.Nord*, 62, p. 89-106.
- DONZEAU M. (1974)** – L'Arc Anti-Atlas- Ougarta. (Sahara Nord-occidental, Algérie-Maroc). *C. R. Acad. Sc.*, Paris, 278, D, 417-419.

- DONZEAU M., FABRE J. & MOUSSINE POUCHKINE A. (1981)** – Comportement de la dalle saharienne et orogène varisque. Essai d'interprétation. *Bull. Soc.Hist.Géol. Nat. Afr.Nord.*, Alger, 69, 3/ 4, 137-172.
- DOURTHE P. & SERRA O. (1962)** – Nouvelles observations sur la série Gara-Sayada (bordure Nord-Est de l'Eglab, Sahara occidental). *Bull. Soc.Géol.France*, 7, 3, 127-132.
- FABRE J. (1969)** – Remarques sur la structure du Sahara occidental et central (à propos de la carte tectonique dans l'Europe au 1/ 25 000, Feuilles 13 et 14). *Bull.Nat. Nord, Alger*. 60 (1/2), pp. 43-73.
- FABRE J. (1976)** – Introduction à la géologie du Sahara algérien et des régions avoisines. *Soc.Nat. Ed. SNED*. Alger, 421 p., 163 fig., 4 tabl., 4 pl.
- FABRE J. (2005)** – Géologie du Sahara occidental et central. Musée Royal de l'AfriqueCentrale- Belgique. 735 p., 274 fig., 4 tabl., 1 pl.
- GALLOWAY W. (1989)**- Genetic stratigraphic sequences in basin analysis I : architecture and genesis of flooding-surface bonded depositional units. *Bull. Amer. Assoc. Petroleum Geol.* 73, 125-142.
- GAUTIER E.F. (1908)** – Sahara algérien. Paris.
- GHIENNE J. F., BOUMENDJEL K., PARIS F., VIDET B., RACHEBOEUF P. & AIT SALEM H. (2007)**- The Cambrian-Ordovician succession in the Ougarta Range (Western Algeria) and interference of the late ordovician, glaciation on the development of the lower Paleozoic transgression on northern Gondwana. *Bulltin of geosciences* 82 (3), 183-214 (14 figures).
- GOMEZ-SILVA M., PACAUD M. & WIEL F. (1963)** – Contribution à l'étude du Cambro-Ordovicien des Monts d'Ougarta. *Bull. Soc.Géol.Fr.*, (7), 1. 134-141.
- GUILLOCHEAU F. (1983)** – Les dépôts de tempêtes: le modèle de l'Ordovicien moyen ouest Armoricaïn. *Thèse 3<sup>ème</sup> Cycle, Brest*, 223 p.
- GUILLOCHEAU F. (1988)** – Zonation des dépôts de tempêtes en milieu de plate-forme, le

modèle des plates-formes Nord gondwanienne et Armoricaïne à l'Ordovicien et au Dévonien. *CR. Acad. Sci. Paris*. t. 307, série II, pp. 1909-1916, 2 fig.

**GUILLOCHEAU F. (1991)** – Modalités d'empilement des séquences génétiques dans un bassin de plate-forme (Dévonien Armoricaïn) : nature et distorsion des différents ordre de séquences de dépôts emboîtées. *Bull. Centres rech. Explor.- Prod. Elf-Aquitaine*, 15, 2, 383-410, 21 fig.

**GUILLOCHEAU F., LEJAY A., HOMWOOD P. & HOFFERT M. (1989)**- Effet de variations du niveau relatif de la mer à très haute fréquence sur l'agencement de corps sédimentaires côtiers tidaux : importance relative des contrôles auto et allo-cycliques. *C. R. Acad. Sci (Paris)*, 309, 2, 1047-1053.

**GUY H. P., SIMONS D. B. & RICHARDSON E.V. (1966)**- Summary of alluvial channel data from flume experiments from 1956 to 1961. *U. S. Geol. Surv., Prof. Pap.*, 462-I, 96 pp.

**HAMOUMI N. (1988)** – La plate-forme ordovicienne du Maroc: dynamique des ensembles sédimentaires. *Thèse. Doct d'Etat. Univ. Strasbourg.*, 220 p.

**HARMS J.C. (1975)** – Stratification and sequences in prograding shoreline deposit. *In:* depositional environments as interpreted from primary sedimentary and structures and stratification sequences. J.C. Harms., J.B. Southward., D.R. Spearing., R.G. Walker. (Eds.). *Soc. Ecom. Paleontologists, mineralogists, short courses*, 2, p. 81-102.

**HARMS J.C., SOUTHWARD J.B. & WALKER R.G. (1975)** – Structures and sequences in clastic rocks. *S. E. P. M. short courses 9 Calgary*. 251 p.

**HERRVOUET Y. & DUEE G. (1996)** – Analyse morphostructurale par imagerie satellitaire et coupes structurales modélisées des Monts d'Ougarta (Sahara occidental algérien): une chaîne hercynienne chevauchante à petits massifs. *Mém. Serv. Géol. Algérie*, n°8. p. 127-173., 57 fig.

**KAZI-TANI N. (1986)** – Evolution géodynamique de la bordure nord-africaine: le domaine intra-plaque nord-algérien. Approche mégaséquentielle. *Thèse Doc. Sc.*, n°53, *Univ. Pau et Pays de l'Adour*, 2 t., 871 p., 970 fig.

- KAZI-TANI N. (2000)** – Rapport de mission SONATRACH dans les Tassilis N’Ajjers.  
*Alger. Nov. 2000.*
- KILIAN C. (1933)** – Etude de l’Ordovicien et du Gothlandien du Bouclier saharien. *CR Acad. Sci. Paris*, 175, 825-827.
- KOENIGUER J.C. (1975)** – Les Prototaxites (Nématophytes) ordoviciens et dévoniens du Sahara central. *C.R. 99<sup>ème</sup> Congr. Nat. Soc. Sav. (Besançon, 1974)*, p. 383-388.
- KREISA R.D. (1981)** – Storm generated sedimentary structures in sabital marine facies with example from the middle and upper Ordovician of south-west Virginia. *J. Sedim. Petrol.*, 51, 3 p. 823-848.
- KUMAR N. & SANDERS J.E. (1976)** – Characteristics of shoreface storms deposits modern and ancient examples. *J. Sedim. Petrol.*, v, 46, p. 145-162.
- LEGRAND Ph. (1962)** – Nouvelles connaissances acquises sur la limite des systèmes silurien et dévonien au Sahara septentrional. *Sys. Silur. Dévon. Greuze*, Bonn 1960, p. 151-159.
- LEGRAND Ph. (1964)** – Découvertes de nouveaux gisements fossilifères dans les grès inférieurs du Tassilis N’Ajjers. *CR. Soc. Géol. France*, (1), pp. 14-15.
- LEGRAND Ph. (1974)** – Essai de paléogéographie de l’Ordovicien du Sahara algérien. *CFP, notes, Mém*, 11, 121-138.
- LEGRAND Ph. (1977)** – Les chaînes d’Ougarta au Sahara algérien. *In: Martisson A. éd. The Silurian- Devonian Boundary. IUGS Séries A. 5, schweizerbart’sche; Stuttgart*, p. 195-202.
- LEGRAND Ph. (1983)** – Aperçu sur l’histoire géologique de l’Algérie paléozoïque: le Paléozoïque inférieur et le Dévonien. *In: Lexique strat. Intern., Afrique de l’Ouest-West Africa (Fabre ed.), Pergamon*, 96-108.
- LEGRAND Ph. (1985)** – Lower Paleozoic rocks of Algeria. *In: C. H. HOLLAND Ed., Lower Paleozoic of north western and west central Africa. Lower Paleozoic rocks of world.- J. Wile & Sons, New York*, 3, 5-89.
- LEGRAND Ph. (1988)** – The Ordovician-Silurian boundary in the Algerian Sahara. *Bull. Br.*

*Mus. Nat. Hist. (geol)* 43, p. 171-176.

**LEGRAND Ph. (2002)** – La limite Cambrien-Ordovicien: Définition, Application au Sahara algérien. *Mém. Serv. Géol. Alg. n°11*, pp. 45-59.

**LELLUBRE M. (1952)** – Recherches sur la géologie de l’Ahaggar central et occidental (sahara central). *Bull. Serv. Carte. Géol. Algérie*, 22, 2 vol.

**LOMBARD A. (1956)** – Géologie sédimentaire. Les séries marines. *Masson (éd.)*, Paris, 772 p., 180 fig., 13 pl. h. t.

**MELOU M., OULEBSIR L. & PARIS F. (1999)** – Brachiopodes et chitonozoaires dans le NE du Sahara algérien: implications stratigraphiques et paléogéographiques. *Geobios*, 32 (6) p. 823-839, fig. 1-7.

**MENCHIKOFF N. (1924)** – Sur l’âge des grès d’Ougarta (Sahara occidental). *C. R. Acad. Sci. Paris*, 187, p. 733-734.

**MENCHIKOFF N. (1928)** – Sur l’âge des grès d’Ougarta (Sahara occidental). *C. R. Acad. Sci. Paris*, 187, p. 733-734.

**MENCHIKOFF N. (1933)** – La série Primaire de la Saoura et des chaînes d’Ougarta. *Bull. Serv. Carte Géol. Algérie*, 2<sup>ème</sup> série, 2, p. 108-124.

**MENCHIKOFF N., POUYETO A. & COLLOBORATEURS. (1952)** – Feuille Kerzaz au 1/500 000. *Serv. Carte Géol. Algérie*.

**MORZADEC P. (1997a)** – Les trilobites *Asteropyginae* du Dévonien de l’Ougarta (Algérie). *Palaeont.*, A (sous presse).

**MORZADEC P. (1997b)** – Trilobites. In Boumendjel et al. Les faunes du Dévonien de l’Ougarta (Sahara occidental, Algérie). *Ann. Soc. Géol. du Nord*, 5 (2<sup>ème</sup> série), p. 114-115.

**NICOLL R.S., MILLIER J.F., NOWLAN G.S., REPETSKY J.E. & ETHINGTON R.L.(1999)** – *Iapetonodus* (N. gen.) and *Iapetonodus* Landing, Unusual Earliest Ordovician

Multiement Conodont Taxa and Their Utility for Biostratigraphy. *Brigham Young Univ. Geol. Studies*, 44, p. 27-101, fig. 1-2, tabl. 1-5, pl. 1-23.

**NOTTVEDT A. & KREISA R.D. (1987)** – Model for the combined flow original of HCS.

*Geology.*, 15, pp. 375-361., 3 fig.

**OUALI MEHADJI A.E.K (2004)** – Les brachiopodes du niveau majeur Emsien supérieur-

Eifélien inférieur de la Saoura (Sahara Nord-occidental, Algérie). Marqueur évènementiel de la transgression fini-emsienne. (Paléontologie, Biostratigraphie, Taphonomie et Environnements sédimentaires). *Th. Doct. Etat, Univ. Oran.* 226 p, 97 fig, 3 pl.

**PARIS F., BOUMENDJEL K., MORZADEC P. & PLUQUELLEC Y. (1997)** – Synthès

chronostratigraphique du Dévonien de l'Ougarta (Sahara occidental, Algérie). *Ann. Soc. Géol. Nord*, 5 (2<sup>ème</sup> série), p. 117-121.

**PETTER G. (1959)** – Goniatites dévoniennes du Sahara. *Pub. Serv. Carte géol. (Nlle Série).*

*Paléont. Mém. Algérie*, 2, 313 p., 28 pl., 58 fig., Alger.

**POSAMENTIER H.W. & VAIL P.R. (1988)** – Eustatic controls on clastic sedimentation

II-Sequence and system tracts models, *in*: Wilgus C.K., Hasting B.S., Ross C.A., Posamentier H.W., Van Wagoner J. & Kendall C.G.St., eds., Sea level changes: an integrated approach. *Soc. Econ. Paleont. Mineralogists. Sp. Publ.*, 42, p. 125-154.

**POUYETO A. (1952)** – Rhyolites et grès d'Ougarta. *In*: Les chaînes d'Ougarta et la Saoura.

*XIXe Cong. Géol. Intern., Monog. Région.*, 1<sup>ère</sup> sér., 15, 25-35.

**REINECK H.E. & SINGH I.B. (1980)** – Depositional sedimentary environments with

reference to terrigenous clastics. 2<sup>nd</sup> ed., *Springer-Verlag*, Berlin, 549 p.

**REY F. (1914)** – Les territoires du Sud-Oranais et du Maroc Sud-Oriental. *Rech. Géol.*

*Géog. Rev. Géog.*, VIU, 111.

**ROGER R.W., WILLIAMS L.D. & DALE A.L. (1983)** – Hummocky Cross Stratification:

significance of its variable bedding sequences: Discussion and reply discussion. *Geol. Soc. American. Bull.* v. 94, pp. 1245-1251., 7 fig.

**SEILLACHER A. (1967)** – Bathymétrie des traces fossiles. *Univ. Claude Bernard. Centre.*

*Sci. Terre. In: Marine. Géol.*, vol. sp. 15, n°5/6, 1967. pp. 413-428.

**SIMONS D.B., RICHARDSON E.V. & NORDIN C.F. (1965)**- Sedimentary structures

generated by flow in alluvial channels. *In*: MIDDELTON G.V. (ed.): Primary

sedimentary structures and their hydrodynamic interpretation. *Soc. Econ. Paleont. Mineral., Spec. Publ.*, 12, 34-52.

**SIMPSON A. M. & ERIKSON K.A. (1990)** – Early Cambrien progradational and transgressive sedimentation patterns. An example of the early history of passive margin. *Jour. Sedim. Petrol.*, v. 58, p. 580-595.

**SCHATSKY J.F. (1955)** – Sur l'origine de la fosse de Patchesta. *Byull. Mosk. Obshchestva. Lyubiteliy, Otd. Geol.*, 5, 5-26 (en russe).

**SWIFT J.W. & NUMMEDAL D. (1983)** - Hummocky Cross Stratification and migarippls: a geological double standard. *Jour. Sedim. Petrol.*, v. 53, p. 1295-1317.

**VAIL P.R., MITCHUM R.M., TODD R.G., THOMSON III.S., SANGREE J.B., BUBB J.N. & HATLELID W.G. (1977)** – Seismic stratigraphy and global changes in sea level, parts 1-11. *in: Payton C.E. ed., Seismic stratigraphy-application to hydrocarbon exploration: Amer. Soc. Petrol. Geol. Mem.*, 26, p. 49-212.

**VAN WAGONER J.C., POSAMENTIER H.W., MITCHUM R.M., VAIL P.R., SARG J.F., LOUITIT T.S. & HARBENDOL J. (1988)** – An overview of the fundamental sequence stratigraphy and key definitions. *in: Wilgus C.K., Hasting B.S., Ross C.A., Posamentier H.W., Van Wagoner J. & Kendall C.G.St., eds., Sea level changes: an integrated approach. Soc. Econ. Paleont. Mineralogists. Sp. Publ.*, 42, p. 39-45.

**VAN WAGONER J.C., MITCHUM R.M.Jr., CAMPION K.M. & RAHMANIAN V.D. (1990)**- Siliciclastic sequence stratigraphy in well logs, cores, and outcrops: concepts for high-resolution correlation of time and facies. *Amer. Assoc. Petroleum Geol., Methods in Exploration series*, 7, 55 p.

**WALKER R.G. (1985)** – Geological evidence for storm transportation and deposition on ancient shelves. In shelf sand and sandstone reservoirs (eds, R.W. Tillman, D.J.P. Swift & R.G. Walker). *Soc. Econ. Paleont. Miner. Short course notes* 13, 243-302.

**WALKER R.G., DUKE W.L. & LECKIE D.A. (1983)** - Hummocky Cross Stratification significance of its variable bedding sequences: Discussion. . *Bull. Geol. Soc. Amer.* 94, 1245-1249.

## LISTE DES FIGURES

Fig. 1- Position géographique de la chaîne d'Ougarta.....	3
Fig. 2- Situation géographique du secteur de Foug Ez-Zeidiya d'après la carte topographique de Kerzaz au 1/500 000.....	4
Fig. 3- Présentation photographique du secteur de Foug Ez-Zeidiya.....	5
Fig. 4- Situation géographique du secteur de Kheneg Et-Tlaïa d'après les cartes topographiques de Kerzaz et de Béchar aux 1/500 000.....	7
Fig. 5- Présentation photographique du secteur de Kheneg Et-Tlaïa.....	8
Fig. 6- Cadre géologique des Monts d'Ougarta.....	9
Fig. 7- Subdivisions lithostratigraphiques de l'Ordovicien.....	11
Fig. 8- Coupe schématique de l'Ordovicien de Kheneg Et-Tlaïa.....	16
Fig. 9- Unités structurales et toponomiques des Monts d'Ougarta.....	20
Fig. 10- Liste des symboles et figurés utilisés.....	28
Fig. 11- Localisations des coupes du secteur de Foug Ez-Zeidiya.....	30
Fig. 12- Présentation photographique des traits de coupes du secteur de Foug Ez-Zeidiya.....	31
Fig. 13 et 13 bis- Coupe de Foug Ez-Zeidiya CI.....	34 et 35
Fig. 14- Succession lithologique de " La Formation de Foug Ez-Zeidiya" (coupe CI).....	36
Fig. 15 et 15 bis- Coupe de Foug Ez-Zeidiya CII.....	39 et 40
Fig. 16- Succession lithologique de "La Formation de Foug Ez-Zeidiya" (coupe CII).....	41
Fig. 17 et 17 bis- Coupe de Foug Ez-Zeidiya CIII.....	44 et 45
Fig. 18- Succession lithologique de "La Formation de Foug Ez-Zeidiya" (coupe CIII).....	46
Fig. 19- Localisation de la coupe du secteur Kheneg Et-Tlaïa.....	48
Fig. 20- Présentation photographique du trait de coupe du secteur de Kheneg Et-Tlaïa.....	49

Fig. 21, 21 bis - Coupe de Kheneg Et-Tlaïa.....	51 et 52
Fig. 22- Succession lithologique de la "Formation de Foum Ez-Zeidiya" (coupe CIV).....	53
Fig. 23- Corrélation lithostratigraphique de "La Formation de Foum Ez-Zeidiya" dans les deux secteurs d'étude.....	56
Fig. 24- Principales formes sédimentaires en fonction du régime d'écoulement d'un courant unidirectionnel.....	63
Fig.25- Les stratifications entrecroisées: classification de la nature des surfaces enveloppes.	65
Fig. 26- Litages obliques en mamelons <i>HCS (Hummocky Cross Stratification)</i> .....	66
Fig.27- Principales associations de faciès et de sous-faciès rencontrés dans "Formation de Foum Ez-Zeidiya" (coupe de Foum Ez-Zeidiya CI).....	70
Fig.28- Principales associations de faciès et de sous-faciès rencontrés dans "Formation de Foum Ez-Zeidiya" (coupe de Foum Ez-Zeidiya CII).....	72
Fig.29- Principales associations de faciès et de sous-faciès rencontrés dans "Formation de Foum Ez-Zeidiya" (coupe de Foum Ez-Zeidiya CIII).....	73
Fig.30- Principales associations de faciès et de sous-faciès rencontrés dans "Formation de Foum Ez-Zeidiya" (coupe de Kheneg Et-Tlaïa CIV).....	75
Fig. 31- La zonation ou étagement bathymétrique. Terminologie en usage selon les profondeurs d'eau.....	76
Fig. 32- Profil stratigraphique.....	81
Fig. 33- La séquence de dépôt de Vail.....	81
Fig. 34- Evolution séquentielle et milieu de dépôt de "La Formation de Foum Ez-Zeidiya" (coupe de Foum Ez Zeidiya CI).....	84
Fig. 35- Evolution séquentielle et milieu de dépôt de "La Formation de Foum Ez-Zeidiya" (coupe de Foum Ez Zeidiya CII).....	86
Fig. 36- Evolution séquentielle et milieu de dépôt de "La Formation de Foum Ez-Zeidiya" (coupe de Foum Ez Zeidiya CIII).....	88
Fig. 37- Evolution séquentielle et milieu de dépôt de "La Formation de Foum Ez-Zeidiya" (coupe de Kheneg Et-Tlaïa CIV).....	90
Fig. 38- Les différentes séquences retrouvées dans la coupe CI du secteur de Foum Ez-Zeidiya.....	93
Fig. 39- Les différentes séquences retrouvées dans la coupe CII du secteur de Foum Ez-Zeidiya.....	94

Fig. 40- Les différentes séquences retrouvées dans la coupe CIII du secteur de Foum Ez-Zeidiya.....	95
Fig. 41- Les différentes séquences retrouvées dans la coupe CIV du secteur de Kheneg Et-Tlaïa.....	96
Fig. 42- Cortèges sédimentaires de "La Formation de Foum Ez-Zeidiya" (coupe de Foum Ez-Zeidiya CI).....	98
Fig. 43- Cortèges sédimentaires de "La Formation de Foum Ez-Zeidiya" (coupe de Foum Ez-Zeidiya CII).....	100
Fig. 44- Cortèges sédimentaires de "La Formation de Foum Ez-Zeidiya" (coupe de Foum Ez-Zeidiya CIII).....	102
Fig. 45- Cortèges sédimentaires de "La Formation de Foum Ez-Zeidiya" (coupe de Kheneg Et-Tlaïa CIV).....	103
Fig. 46- Corrélation des séquences de 3° ordre de "La Formation de Foum Ez-Zeidiya" ....	105
Fig. 47- Séquences de 2° ordre de "La Formation de Foum Ez-Zeidiya" .....	106

## LISTE DES TABLEAUX

Tabl. 1- Principales subdivisions lithostratigraphiques des formations ordoviciennes.....	12
Tabl. 2- Subdivisions lithostratigraphiques du Paléozoïque de la chaîne d'Ougarta.....	14
Tabl. 3- Principales ressemblances et différences lithostratigraphiques de la "Formation de Foum Ez-Zeidiya" dans les deux secteurs d'étude.....	58
Tabl. 4- Principaux faciès et sous-faciès de la série étudiée.....	60
Tabl. 5- Tableau récapitulatif des formations de l'Arénig supérieur-Llanvirnien sur la plateforme saharienne et l'Anti-Atlas.....	111

## TABLE DES MATIERES

- SOMMAIRE.
- DEDICACE.
- AVANT PROPOS.
- RESUME.
- ABSTRACT.

### CHAPITRE PREMIER GENERALITES

I- INTRODUCTION .....	1
-But de l'étude.....	1
II- C.ADRE GEOGRAPHIQUE GENERAL .....	2
A- Situation générale de la chaîne d'Ougarta .....	2
B- Positions géographiques des secteurs d'étude .....	2
1- Secteur de Foug Ez-Zeidiya .....	2
2- Secteur de Kheneg Et-Tlaïa .....	6
III- CADRE GEOLOGIQUE GENERAL .....	6
A- Cadre géologique des Monts d'Ougarta .....	6
1- Aperçu lithostratigraphique .....	6
a- Le Précambrien .....	6
b- Le Paléozoïque .....	6
1- Le Cambrien .....	6
2- L'Ordovicien .....	10
3- Le Silurien .....	12
4- Le Dévonien .....	13
4-1- Le Dévonien inférieur .....	15
4-2- Le Dévonien moyen .....	15

4-3- Le Dévonien supérieur .....	15
5- Le Carbonifère .....	15
B- Cadre géologique des secteurs d'étude .....	15
IV- CADRE STRUCTURAL .....	17
A- Les failles .....	18
B- Les plis .....	19
IV- HISTORIQUE DES TRAVAUX .....	21
A- Période des anciens travaux (avant 1960) .....	21
B- Période des recherches comprises entre (1960 et 1970) .....	22
C-les études récentes (après 1970) .....	24
V- METHODOLOGIE DU TRAVAIL .....	27

## **CHAPITRE DEUXIEME**

### **LITHOSTRATIGRAPHIE**

I- INTRODUCTION .....	29
II- Description lithologique de "la Formation de Foum Ez-Zeidiya" .....	29
A- Secteur de Foum Ez-Zeidiya .....	29
1- Coupe de Foum Ez-Zeidiya (C I) .....	29
a- Situation géographique de la coupe .....	29
b- Lithostratigraphie .....	32
1- Ensemble I .....	32
2- Ensemble II .....	32
3- Ensemble III .....	33
2- Coupe de Foum Ez-Zeidiya .....	37
a- Situation géographique de la coupe .....	37

b- Lithostratigraphie .....	37
1- Ensemble I .....	37
2- Ensemble II .....	38
3- Ensemble III .....	38
3- Coupe de Foug Ez-Zeidiya (C III) .....	42
a- Situation géographique de la coupe .....	42
b- Lithostratigraphie .....	42
1- Ensemble I .....	42
2- Ensemble II .....	43
3- Ensemble III .....	43
B- Secteur de Kheneg Et-Tlaïa .....	43
1- Coupe de Kheneg Et-Tlaïa (C IV) .....	47
a- Situation géographique de la coupe.....	47
b- Lithostratigraphie .....	47
1- Ensemble I .....	47
2- Ensemble II .....	50
3- Ensemble III .....	50
III- Corrélation .....	54
A- Introduction .....	54
B- Corrélation .....	54
1- La stratométrie .....	54
2- les miches calcaires .....	55
3- les horizons ferrugineux oolitiques .....	55
IV- Conclusion .....	55

## CHAPITRE TROISIEME

### SEDIMENTOLOGIE, ENVIRONNEMENT SEDIMENTAIRES ET ORGANISATION SEQUENTIELLE

PREMIERE PARTIE: SEDIMENTOLOGIE .....	59
I- INTRODUCTION.....	59
1- Rappels de quelques notions .....	59
a)- Faciès .....	59
II- LE CONTEXTE SEDIMENTOLOGIQUE.....	59
1- Inventaire des faciès .....	59
A- Faciès des argiles (FI).....	61
1- Description .....	61
2- Interprétation .....	61
B- Faciès des grès (FII) .....	61
1- Description .....	61
1- Les sous-faciès à structures liées aux courants unidirectionnels .....	61
a)- Sous-faciès de grès à litages horizontaux (SF1) .....	61
- Description .....	61
- Interprétation .....	62
b)- Sous-faciès de grès à rides de courant (SF2) .....	62
- Description .....	62
- Interprétation .....	62
c)- Les couches massives (SF3) .....	64
- Description .....	64
- Interprétation .....	64
2- Les sous-faciès à structures liées aux courants bidirectionnels .....	64

a)- Sous-faciès de grès à stratifications entrecroisées (SF4) .....	64
- Description .....	64
- Interprétation .....	64
3- Les sous-faciès à structures liées aux courants multidirectionnels .....	65
a)- Sous-faciès de grès à litages obliques en mamelon ( <i>Hummocky Cross Stratification, HCS</i> ) (SF5) .....	65
- Description .....	65
- Interprétation .....	66
b) - Les rythmites gradées ( <i>Strom Graded Layers, SGL</i> ) (SF6) .....	66
- Description .....	66
- Interprétation .....	67
4- Les sous-faciès à structures liées à des déformations synsédimentaires .....	67
a)- Les figures de charge ( <i>Load structures</i> ) (SF7) .....	67
- Description .....	67
-Interprétation .....	68
C- Le faciès des Calcaires (FIII) .....	68
- Description .....	68
- Interprétation .....	68
III- LES CARACTRES ICHNOFACIOLOGIQUES .....	68
1- traces de type <i>Scolithos</i> .....	68
- Description .....	68
-Interprétation .....	79
VI- ASSOCIATIONS DE FACIES.....	79
V- CONCLUSION.....	74
DEUXIEME PARTIE: ENVIRONNEMENTS SEDIMENTAIRES .....	76
I- INTRODUCTION .....	76

II- MILIEUX DE DEPOTS .....	76
III- CONCLUSION .....	78
TROISIEME PARTIE: ORGANISATION SEQUENTIELLE.....	79
I- INTRODUCTION .....	79
II- GENERALITES ET DEFINITIONS .....	79
1- Séquence .....	79
2- Discontinuité .....	79
3- Stratigraphie séquentielle .....	79
4- Transgression, régression et niveau marin .....	80
5- Stratigraphie génétique.....	80
6- Cortèges sédimentaires .....	80
III- APPLICATION .....	82
1- L'analyse séquentielle .....	82
A- Secteur de Foum Ez-Zeidiya .....	82
1- Coupe de Foum Ez-Zeidiya (CI) .....	82
a- Inventaire des discontinuités .....	82
b- Les séquences .....	83
- Première séquence S1FZI .....	83
- Deuxième séquence S2FZI .....	83
- Troisième séquence S3FZI .....	85
2- Coupe de Foum Ez Zeidiya (CII) .....	85
a- Inventaire des discontinuités .....	85
b- Les séquences .....	85
- Première séquence S1FZII .....	85
- Deuxième séquence S2FZII .....	85

- Troisième séquence S3FZII .....	87
3- Coupe de Foug Ez Zeidiya (CIII) .....	87
a- Inventaire des discontinuités .....	87
b- Les séquences .....	87
- Première séquence S1FZIII .....	87
- Deuxième séquence S2FZIII .....	89
- Troisième séquence S3FZIII .....	89
B- Secteur de Kheneg Et Tlaïa .....	89
1- Coupe de Kheneg Et Tlaïa (CIV) .....	89
a- Inventaire des discontinuités.....	89
b- Les séquences .....	91
- Première séquence S1KTIV .....	91
- Deuxième séquence S2KTIV .....	91
- Troisième séquence S3KTIV .....	91
2- Conclusion .....	91
2- Stratigraphie séquentielle .....	92
2-1- séquences génétiques.....	92
a) Séquences argilo-grésos-carbonatées.....	92
b) Séquences argilo-gréseuses.....	97
A- Secteur de Foug Ez-Zeidiya .....	97
1- Coupe de Foug Ez-Zeidiya (CI).....	97
- Cortège transgressif (IT).....	99
- Cortège de haut niveau (PHN).....	99
2- Coupe de Foug Ez-Zeidiya (CII).....	99
- Cortège transgressif (IT).....	99

- Cortège de haut niveau (PHN).....	99
3- Coupe de Foug Ez-Zeidiya (CIII).....	101
- Cortège transgressif (IT).....	101
- Cortège de haut niveau (PHN).....	101
4- Coupe de Kheneg Et Tlaïa (CIV).....	101
- Cortège transgressif (IT).....	104
- Cortège de haut niveau (PHN).....	104
5- Conclusion.....	104

## **CHAPITRE QUATRIEME**

### **CONCLUSION GENERALE**

I- CARACTERES LITHOSTRATIGRAPHIQUES ET EPAISSEUR DE "LA FORMATION DE FOUM EZ-ZEIDIYA".....	107
II- ENVIRONNEMENTS DE DEPOTS.....	107
III- EVOLUTION EUSTATIQUE.....	108
IV- PLACE DE "LA FORMATION DE FOUM EZ-ZEIDIYA" PAR RAPPORT A LA PLATE-FORME SAHARIENNE ET LE DOMAINE DE L'ANTI-ATLAS.....	109
V- RECONSTITUTION PALEOGEOGRAPHIQUE.....	110
- Références bibliographiques .....	112
- Liste des figures .....	122
- Liste des tableaux .....	125
- Table des matières .....	126
- Planches photographiques.	

## **PLANCHE 1**

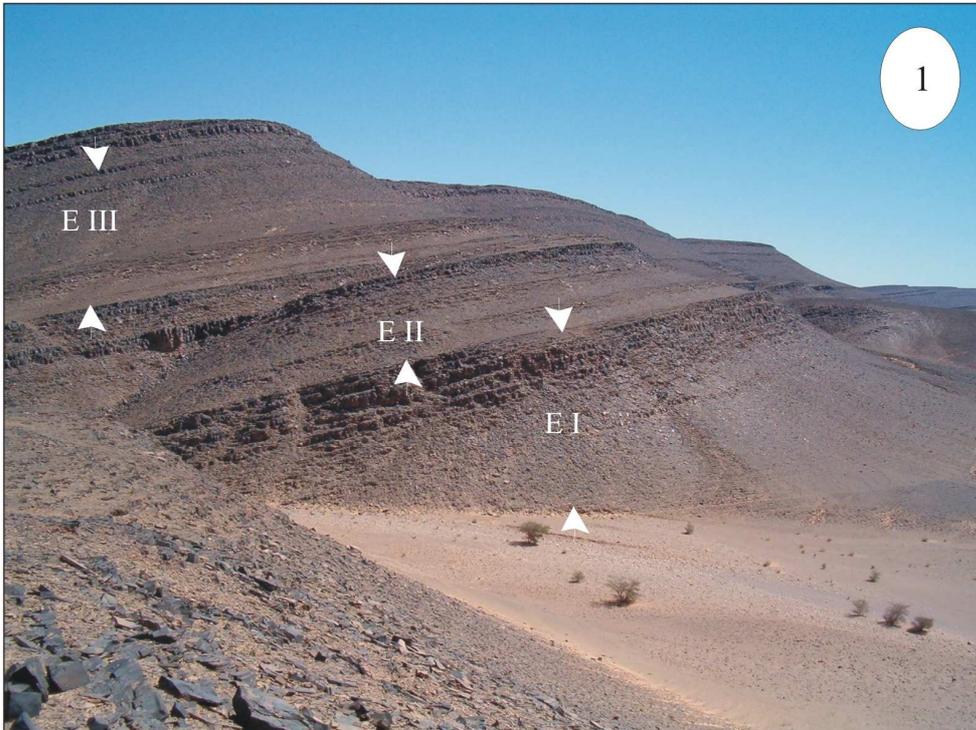
### Coupe de Foum Ez Zeidiya (CI)

Fig. 1- Succession des trois ensembles de "la Formation de Foum Ez Zeidiya" (indiquée par les flèches) dans le secteur de Foum Ez Zeidiya.

Fig. 2- Continuité latérale de "la Formation de Foum Ez Zeidiya" dans le même secteur d'étude. Notez la continuité des niveaux gréseux.



# PL. 1



## PLANCHE 2

### Coupe de Foum Ez Zeidiya (CII)

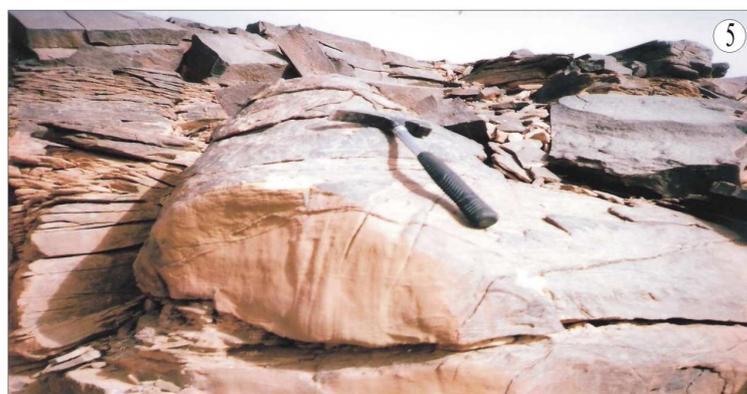
Fig. 1- Banc de grès montrant dans sa partie basale des figures de base de banc (SF7).  
Ensemble I (faciès II).

Fig.2- Intercalations de niveaux fins argileux et gréseux au sein du deuxième ensemble  
Indiquant des tempéstites de type *SGL* (SF6).

Fig. 3- Stratification entrecroisée (SF4) associée à des rythmites gradées (*SGL*) (SF6)  
observée dans le deuxième ensemble.

Fig. 4- Photo de détail montrant une miche calcaire à litages de rides (SF2) au sein des grès en  
plaquettes du deuxième ensemble.

Fig. 5- Présentation photographique d'une miche calcaire. Notez la forme et la taille de cette  
miche.



### PLANCHE 3

#### Coupe de Foum Ez Zeidiya (CII)

Fig. 1- Représentation photographique du premier ensemble de la série étudiée dans la deuxième coupe (indiquée par la flèche).

Fig. 2- Photo générale de la partie supérieure de la coupe. Succession de niveaux argileux à miches calcaires et des niveaux gréseux. Notez la dernière barre qui clôture la série d'étude (indiquée par une flèche).



## **PLANCHE 4**

### **Coupe de Foum Ez Zeidiya (CII)**

Fig. 1- Stratification entrecroisée (SF4) observée au sein du premier ensemble.

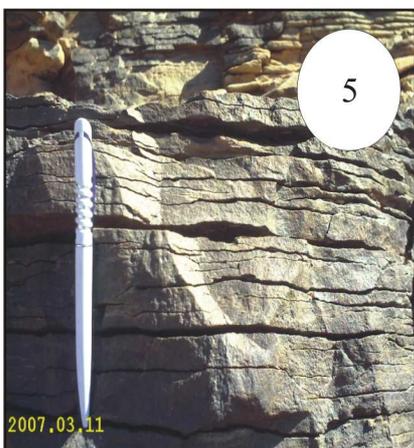
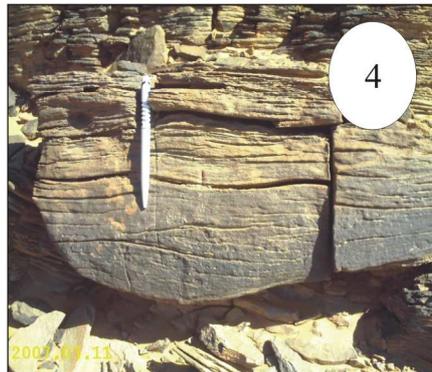
Fig. 2- Rhythmites gradées (SGL) (SF6) associées à des litages de rides (SF2) au sein des grès en plaquettes du premier ensemble.

Fig. 3- Paquet de grès en plaquettes renferme des miches calcaires dans le deuxième ensemble.

Fig. 4- miche calcaire à rides de courant et à litages horizontaux dans le deuxième ensemble.

Fig. 5- Succession de bancs gréseux à litages horizontaux (SF1) vers le sommet du deuxième ensemble.

Fig. 6- Succession de bancs de grès quartzitique à la base du troisième ensemble.



## **PLANCHE 5**

### **Coupe de Kheneg Et Tlaia (CIV)**

Fig. 1- Présentation photographique du secteur d'étude. Photo prise de loin. (l'ouverture est indiquée par la flèche).

Fig. 2- Photo montrant les limites de "la Formation détritique de Foum Ez Zeidiya" dans ce secteur (limites indiquées par la flèche).

Fig. 3- Continuité latérale de la série d'étude.



## **PLANCHE 6**

### **Coupe de Kheneg Et Tlaïa (CIV)**

Fig. 1- Grès en plaquettes à litages horizontaux (SF1) observés au sein du premier ensemble.

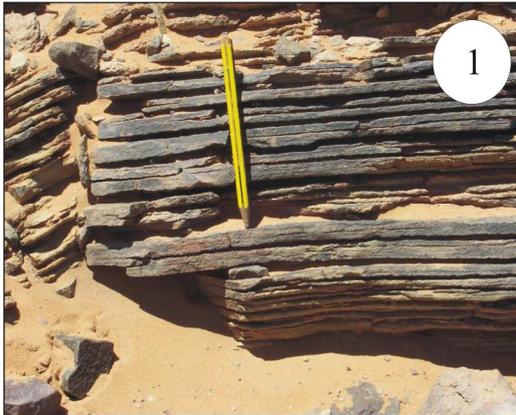
Fig. 2- Stratification entrecroisée (SF4) observée dans le deuxième ensemble.

Fig. 3- Rhythmites gradées (SGL) (SF6) rencontrées dans le deuxième ensemble.

Fig. 5- Les emboîtements observés dans les grès en plaquettes du deuxième ensemble.

Fig. 6- Stratification entrecroisée (SF4) bien marquée dans un banc de grès au sommet du deuxième ensemble.





## PLANCHE 7

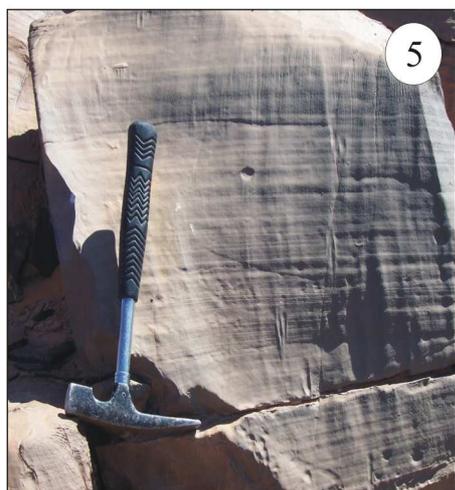
### Coupe de Kheneg Et Tlaïa (CIV)

Fig. 1, 2, 3, 4- Succession de bancs de grès quartzitique au sommet du troisième ensemble de la série d'étude, montrant la présence de bioturbation à Scolites à l'interface des bancs.

Fig. 5- Miche calcaire à litages horizontaux dans le premier ensemble.

Fig. 6- Niveau ferrugineux qui clôture la série d'étude.





## **PLANCHE 8**

### **Coupe de Kheneg Et Tlaïa (CIV)**

Fig. 1- Miche calcaire. Notez la forme et la taille de cette miche.

Fig. 2, 3- Position des miches calcaires par rapport aux grès en plauettes.





## **PLANCHES PHOTOGRAPHIQUES**